

---

OERLIKON KAYNAK ELEKTRODLARI VE SANAYİ A.Ş.

---

[www.oerlikon.com.tr](http://www.oerlikon.com.tr)

# **DUBLEKS PASLANMAZ ÇELİKLERİN KAYNAĞI**

**Hazırlayanlar : HACI DOLUTAŞ  
MELİKE CAVCAR**

**TEMMUZ 2001**

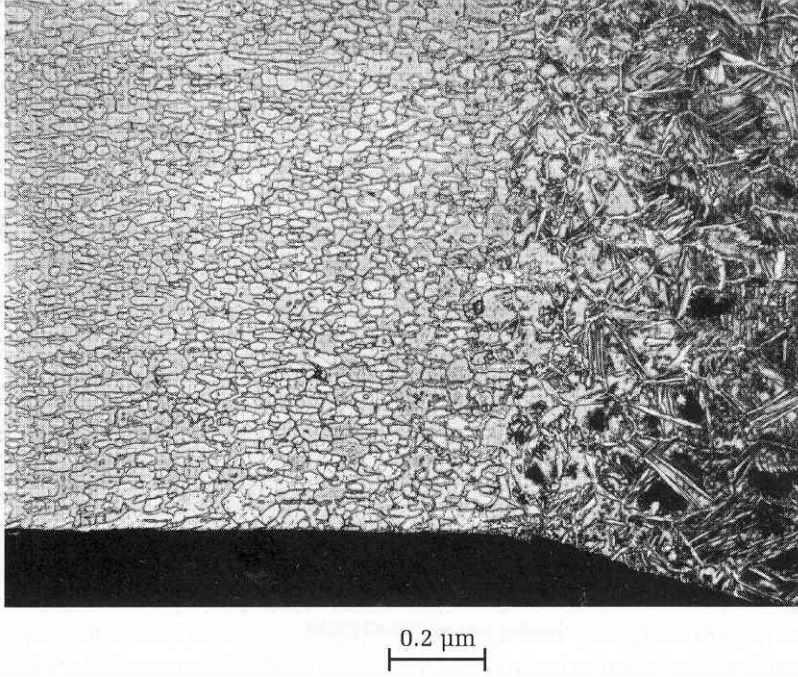
## İÇİNDEKİLER

<b>DUBLEKS (ÇİFT FAZLI) PASLANMAZ ÇELİKLER.....</b>	<b>2</b>
<b>A. MALZEME TANIMI.....</b>	<b>2</b>
<b>B. METALURJİK ÖZELLİKLERİ .....</b>	<b>4</b>
<b>C. KOROZYON DİRENCİ.....</b>	<b>5</b>
<b>D. KAYNAK KABİLİYETİ .....</b>	<b>6</b>
<b>E. KAYNAĞA HAZIRLIK .....</b>	<b>8</b>
<b>F. KAYNAK AĞZI DİZAYNI .....</b>	<b>8</b>
<b>G. ÖN ISITMA VE PASOLAR ARASI SICAKLIKLAR .....</b>	<b>10</b>
<b>H. KAYNAK SONRASI ISIL İŞLEM .....</b>	<b>10</b>
<b>1. KAYNAK YÖNTEMLERİ .....</b>	<b>11</b>
<b>1. TIG KAYNAK YÖNTEMİ : .....</b>	<b>11</b>
<b>2. ÖRTÜLÜ ELEKTROD ARK KAYNAĞI .....</b>	<b>11</b>
<b>3. GAZALTI KAYNAĞI.....</b>	<b>12</b>
<b>4. TOZALTI KAYNAK YÖNTEMİ.....</b>	<b>13</b>
<b>J. KAYNAK HATALARI VE ÖNLENMESİ.....</b>	<b>14</b>

## DUBLEKS (ÇİFT FAZLI) PASLANMAZ ÇELİKLER

### A. MALZEME TANIMI :

Dublex (çift fazlı) paslanmaz çelikler mikroyapılarında östenit ve ferrit fazlarının bir arada bulunduğu paslanmaz çelik türüdür (Resim). İçerdikleri bu iki faz nedeniyle östenitik ve ferritik çeliklerin sahip oldukları avantajlara ve dezavantajlara sahiptirler. Dublex paslanmaz çelikler, 300 serisi östenitik paslanmaz çeliklere göre iki kat gerilim korozyon direncine, oyulma (pitting) direncine ve akma mukavemetine sahiptir.



**Resim. Dubleks paslanmaz çelik ana metalde ve kaynak metalinde ferrit ve östenit fazlarının bir arada bulunduğu mikroyapı.**

İlk standardize edilen dubleks paslanmaz çelikler (AISI 329) % 26 Cr (krom), % 4,5 Ni (nikel), %1,5 Mo (molibden) ve % 0.10 C (karbon) miktarına sahiptir. Bu malzeme mikroyapısında % 75-80 oranında ferrit içermekteydi. AISI 329 kaynak yapıldığında ısıdan etkilenen bölgelerde tamamen iri ferritik yapı oluştuğundan

kaynak kabiliyeti, tokluğu ve yüksek karbon içeriği nedeniyle taneler arası korozyon direnci düşüktü. Daha sonra geliştirilen dubleks paslanmaz çeliklerde Cr ve Ni içeriklerinde değişiklikler yapılarak ferrit miktarı % 50'lere çekilmiştir. Alaşım elemanı olarak N (azot)'un eklenmesi ısıdan etkilenen bölgelerde hızla östenitin oluşumunu sağlamış ve böylece tokluk ve korozyon dirençleri iyileştirilmiştir. % 50 ferrit, % 50 östenit içeren çelikler genellikle modern dubleks paslanmaz çelikler olarak tanımlanır. Hatta, daha sonra malzeme içerisine daha yüksek miktarlarda Cr, Mo, N ilave edilerek süper dubleks paslanmaz çelikler geliştirilmiştir.

Dubleks paslanmaz çelikler aşağıdaki gruplara ayrılır :

1. Molibden'siz Cr-Ni-N alaşımları,
2. % 22 Cr içeren Cr-Ni-Mo-N alaşımları,
3. % 25 Cr, % 2.5'e kadar Cu içeren Cr-Ni-Mo-N-Cu alaşımları,
4. % 25 Cr, % 4 Mo ve % 0.2 N içeren Cr-Ni-Mo-N alaşımları,
5. % 25 Cr, % 0.2 N içeren Cr-Ni-Mo-N-W-Cu alaşımları.

Standard olarak üretilen ve en çok kullanılan dubleks paslanmaz çeliklerin kimyasal kompozisyonları Tablo 1'de ve mekanik özellikleri de Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 1. Dubleks paslanmaz çeliklerin tipik kimyasal kompozisyonları**

Alaşım	UNS No	EN No	Malzeme Tanımı	C	Cr	Ni	Mo	N	Diğer
2304	S32304	1.4362	X2CrNi 23-4	0.030	21.5-24.5	3.0-5.5	0.1-0.6	0.05-0.6	Cu:0.01-0.6
2205	S31803	1.4462	X2CrNiMoN22-5-3	0.030	21.0-23.0	4.5-6.5	2.5-3.5	0.08-0.20	
255	S32550	1.4507	X2CrNiMoCuN25-6-3	0.04	24.0-27.0	4.5-6.5	2.9-3.9	0.10-0.25	Cu:1.5-2.5
2507	S32750	1.4410	X2CrNiMoN25-7-4	0.030	24.0-26.0	6.0-8.0	3.0-5.0	0.24-0.32	
Z100	S32760	1.4501	X2CrNiMoCuWN25-7-4	0.030	24.0-26.0	6.0-8.0	3.0-4.0	0.2-0.3	Cu:0.5-1.0 W: 0.5-1.0

**Tablo 2. Dupleks paslanmaz çeliklerin oda sıcaklığındaki tipik mekanik özellikleri ve PRE değerleri**

Alaşım	UNS No	EN No	Akma Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Çekme Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Uzama (%)	Çentik Darbe Direnci (J)	PRE
2304	S32304	1.4362	400	630-800	25	60	25
2205	S31803	1.4462	460	640-840	25	60	32-34
255	S32550	1.4507	490	960-890	25	60	
2507	S32750	1.4410	530	730-930	20	60	> 40
Z100	S32760	1.4501	530	730-930	25	60	

## **B. METALURJİK ÖZELLİKLERİ :**

Dupleks paslanmaz çeliklerin karbon miktarı düşük, alaşım elemanlarının dağılımı da homojen olduğu için tanelerarası korozyon dirençleri yüksektir. Malzeme içerisindeki S (kükürt) ve P (fosfor) miktarlarının düşük seviyelerde olması ferritik katılaşma sırasında ortaya çıkabilecek sıcak çatlak riskini düşürür. Dupleks paslanmaz çelikler ferritik paslanmaz çeliklerin sahip olduğu yüksek gerilim korozyon direncine ve östenitik çeliklerin yüksek süneklik, tokluk ve kaynak kabiliyetine sahiptir.

Kaynak işleminde var olan yoğun ısı girdisi ve arkasından hızlı soğuma, kaynak dikişinin özelliklerini etkileyen mikroyapısal değişikliklere ve/veya çökelmelere neden olur. Normal bir kaynak uygulamasında sigma ( $\sigma$ ) faz oluşum sıcaklıkları hızlı geçildiğinden 475°C kırılma noktasının oluşması da zordur.

Kaynak işleminde malzemedeki sıcaklık değişimleri kaynak metalinin ve ısıdan etkilenen bölgenin içerdikleri ferrit ve östenit oranını değiştirir. Bu oranların değişmesi malzemenin mekanik özelliklerinin ve korozyon direncinin değişmesine neden olur. Kaynak yöntemi, kaynak prosedürü, kullanılan ilave metal türü bu oranı dengeleyecek şekilde seçilmeli ve uygulanmalıdır. Örneğin; yüksek sıcaklıklara çıkan ısıdan etkilenen bölgelerde (HTHAZ) östenitin kolay oluşumunu sağlayabilmek için ana malzemeye azot (N) ilave edilir. Kaynak metalinde gerekli

sünekliği ve tokluğu sağlayan östeniti arttırabilmek için ise ilave metallere ana metalin nikel (Ni) içeriğinden % 2-3 oranında daha fazla nikel eklenir. Bunların yanında kaynak bölgesinin ve ısıdan etkilenen bölgenin mikroyapısı; soğuma hızına, malzemenin kalınlığına, ön tav ve pasolar arası sıcaklığa bağlıdır. Bu nedenle, metalurjik olarak istenilen özellikleri elde edebilmek için seçilen kaynak prosedürüne uyulmalıdır.

### **C. KOROZYON DİRENCİ:**

Gerilim korozyon çatlağına karşı yüksek direncin önemli olduğu yerlerde genellikle dubleks paslanmaz çelikler seçilir. Bu alaşımlar kaynak sonrasında da gerilim korozyon çatlağına karşı dirençlerini korurlar. Oyulma (pitting) direnci paslanmaz çeliğin kimyasal kompozisyonuna bağlıdır ve alaşım elemanı olarak N miktarı arttıkça oyulma direnci de artar.

Klorürlü solüsyonlarda oyulmaya karşı direnci yaklaşık olarak tespit edebilmek için aşığıdaki **oyulma direnci eşdeğeri (PRE)** formülü kullanılır.

$$\text{PRE} = \% \text{Cr} + 3.3 \times (\% \text{Mo}) + 16 \times (\% \text{N})$$

Dubleks paslanmaz çeliklerde PRE 24 ile 40 arasındadır. Süper dubleks alaşımlarda ise PRE 40'ın üzerindedir. ASTM G 48 (Practice A) testi kaynaklı test parçalarının oyulma korozyonunu değerlendirmek için kullanılır.

Dubleks paslanmaz çeliklerin uygulama alanı bulduğu çalışma şartları :

- Saf veya farklı konsantrasyonlarda sülfürik asit (2205 veya 2507)
- Klorürlü sülfürik asit (AISI 316/316l yerine 2205 veya 2507)
- Konsantre nitrik asit (AISI 304/316 yerine 2304)
- Sodyum hidroksit (AISI 304/316 yerine 2205 veya 2507)
- Klorürlerin de bulunduğu kostik ortamlar (AISI 304/316 yerine 2205 veya 2507)

- Klorürlerin bulunduğu konsantre fosforik asitler (AISI 304/316 yerine 2205 veya 2507)
- Asetik asit (AISI 304/316 yerine 2205 veya 2507)
- Formik asit (AISI 316 ve titanyum yerine 2507)

#### **D. KAYNAK KABİLİYETİ :**

Dubleks paslanmaz çeliklerin kaynak kabiliyeti genellikle ferritik paslanmaz çeliklerden daha iyi, fakat östenitik paslanmaz çeliklerden daha kötüdür. Bu alaşımların kaynak dikişleri çoğu uygulamada herhangi bir ısıl işleme tabi tutulmadan dahi istenen düzeyde mekanik mukavemet ve korozyon direnci sağlarlar. Kaynak dikişi katılaştığı anda tamamen ferritiktir ancak, soğuma sırasında ferritin bir kısmı östenite dönüşür ve kaynak dikişi de dubleks olur. Isıdan etkilenen bölgede yeterli östenit oluşumu sağlayabilmek için çok hızlı soğumadan kaçınılmalıdır. Soğuma hızını etkileyen önemli faktörler; ısı girdisi, kaynak prosedüründe belirtilen minimum ve maksimum kaynak parametreleri, ön tav ve pasolar arası sıcaklıklardır. Dupleks paslanmaz çeliklerde önerilen ve en çok kullanılan kaynak yöntemleri örtülü elektrod ark kaynağı, gazaltı (MIG, özlü tel) kaynağı, TIG kaynağı, tozaltı kaynağı ve plazma ark kaynağıdır. Dupleks paslanmaz çeliklerde ısı girdisinin 5.000 – 25.000 J/ cm, süper dupleks paslanmaz çeliklerde ise 5.000 - 15.000 J/cm arasında olması tavsiye edilir. Isı girdisi aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$H = (60 \times I \times V) / S$$

H = Isı girdisi, J/ birim uzunluk

I = Akım şiddeti , A

V = Gerilim, V

S = Kaynak hızı, birim uzunluk / dak.

Dubleks paslanmaz çelik ilave metallerin ergiyikleri, 300 serisi paslanmaz çelik ilave metallere göre daha az akıcı olduğundan kaynak ağzı hazırlamada aralıkların daha geniş ve ağız açılarının daha büyük olması tercih edilir.

En çok kullanılan koruyucu gaz Ar (argon) gazıdır. Fakat, Ar kaynak bölgesinde N (azot) kaybına neden olur. Bu nedenle, Ar gazına N ilave edilebilir. Tersten ve kök korumalarda kullanılan saf N gazı dubleks paslanmaz çeliklerde tavsiye edilmez. Çünkü bu durum çok fazla östenit oluşumuna neden olur.

Koruyucu gaz olarak Ar+He (argon+helyum) karışımları da kullanılabilir. He, ergiyik kaynak metalinin akıcılığını iyileştirir.

Tek yönlü kaynak dizaynlarında en iyi sonuç kök pasonun TIG kaynağı ile arkadan gaz koruması yapılarak elde edilir. Gaz koruması kaynak bölgesindeki sıcaklık 260°C'nin altına düşene kadar yapılması gerekir.

Dubleks paslanmaz çeliklerin kaynağında hızlı soğumaya neden olduğu için bakır altlık kullanımından kaçınılmalıdır. Ark başlangıçları, kaynak ağzının dışında yapılmamalıdır. Temizlik esnasında döner fırça kullanılmamalı, çok az salımlı veya hareketsiz düz kaynak uygulamaları yapılmalıdır. Fazla salınım ısı girdisinin lokal olarak artmasına ve aşırı çarpılmaya neden olur.

Dubleks paslanmaz çeliklerin kaynağında kaynaktan sonra ısıl işlem yapılmayacaksa; kullanılan ilave metal, ana malzemedan daha fazla nikel içermelidir. Ancak kaynaktan sonra çözündürme tavı ısıl işlemi yapılacaksa ana malzeme ile aynı kompozisyonda bir ilave metal kullanılabilir.

Dubleks paslanmaz çeliklerin östenitik paslanmaz çeliklerle ve karbonlu veya düşük alaşımlı çeliklerle kaynağında dubleks paslanmaz çelik ilave metal kullanımı tercih edilir. Dubleks ilave metaller ısıdan etkilenen bölgelerde ferrit / östenit oranını dengeleyebilmek için N içermelidirler. Bazı uygulamalarda 309L, 309LMO gibi östenitik paslanmaz çelik ilave metaller önerilebilir ancak, bunlar yüksek sıcaklıktaki ısıdan etkilenen bölgede N azalmasına ve ferritik yapının artmasına neden olur.



## **E. KAYNAĞA HAZIRLIK :**

Dubleks paslanmaz çeliklerin kaynağa hazırlığı östenitik paslanmaz çeliklerinki ile aynıdır. Bu hazırlıklar kaynak dizaynını, kaynak ağzının ve bölgesinin hazırlığını ve temizliğini içerir. Ağız hazırlamada plazma kesme yöntemi kullanılabilir, fakat kesme yüzeylerinde oluşan oksitler ve ısıdan etkilenen bölgeler 1-2 mm işlenerek veya taşlanarak temizlenmelidir. Kaynağa hazırlıkta normal kesme yöntemleri ve dikkatli yapılan elle taşlama iyi sonuç verir. Kaynak edilecek yüzeylerde kaynak hatalarının oluşmasına neden olan kir, yağ, boya v.b. bırakılmamalıdır. Bu tü kirlilikler, aseton ve tiner kullanılarak temizlenebilir. Markalamada kullanılacak kalemler korozyona neden olmayacağına dair onaylı olmalıdır. Kaynak edilecek bölgelerde ve kullanılan kaynak malzemelerinde nem olmamalıdır. Aksi halde kaynak dikişinde gözenek oluşumu kaçınılmazdır.

Dubleks paslanmaz çelikler çalışma ortamında hiçbir şekilde karbonlu çeliklerle temas ettirilmemelidir. Temizleme fırçaları özel paslanmaz çelikten yapılmış olmalı, kullanılan taşlar bu iş için uygun seçilip başka malzemelerde kullanılmamalıdır.

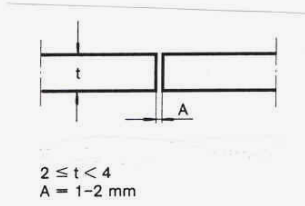
Dubleks paslanmaz çeliklerin ısıl genleşme katsayıları ferritik çeliklerden daha yüksek östenitik çeliklerden % 30 oranında daha düşüktür. Bu nedenle oluşacak çarpılma, ferritik çeliklerden daha fazla, östenitik çeliklerden azdır. Bu konu, kaynak dizaynında ve imalat sırasında dikkate alınmalıdır.

## **F. KAYNAK AĞZI DİZAYNI :**

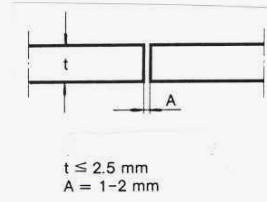
Dubleks paslanmaz çeliklerde kaynak ağzı dizaynı malzemede hiçbir yanma olmayacak ve kaynak kesitinde tam nüfuziyet sağlayacak şekilde olmalıdır. Kaynak ağzı şekilleri Şekil 1-8'de verilmiştir. Malzeme kalınlığı 12 mm'den büyük ise çift taraflı simetrik kaynak ağzı dizaynı kullanılabilir. Kök pasolar TIG veya örtülü elektrod ark kaynağı ile yapılır ve diğer pasolar uygun kaynak yöntemi

seçilerek gerçekleştirilebilir. TIG kaynağı ile punto veya kök paso kaynağı yaparken tersten gaz koruması yapılmalıdır. Kök kaynağı veya puntalama örtülü elektrod ile yapılıyorsa, kaynaktan sonra kaynağın kök pasosu veya puntalar tersten temizlenmelidir.

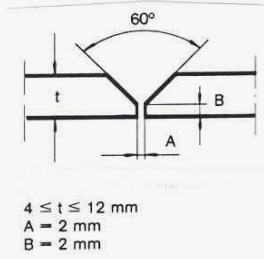
**Şekil 1. Alın Kaynağı**  
(Örtülü elektrod veya gazaltı kaynağı)



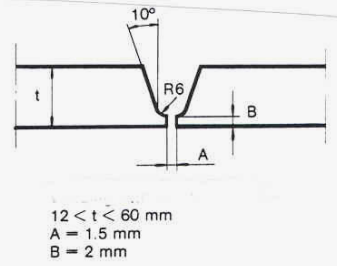
**Şekil 2. Alın kaynağı (TIG Kaynağı)**



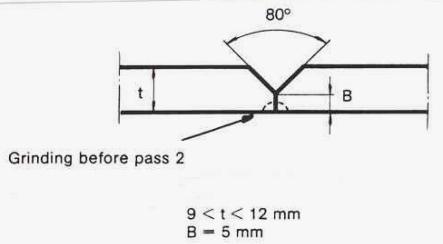
**Şekil 3. V- Kaynak ağzı**  
(Örtülü elektrod veya gazaltı kaynağı)



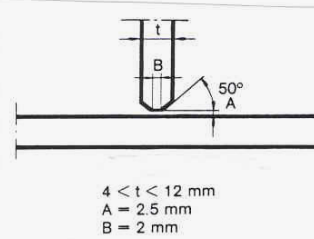
**Şekil 4. U- Kaynak ağzı**  
(Örtülü elektrod veya gazaltı kaynağı)



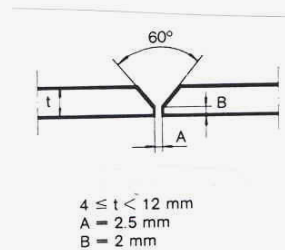
**Şekil 5. V- Kaynak ağzı**  
(Tozaltı Kaynağı)



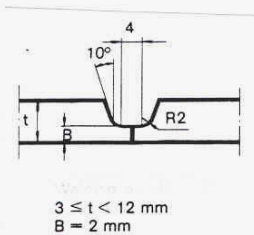
**Şekil 6. İç köşe kaynağı**  
(Örtülü elektrod kaynağı)



**Şekil 7. Tek yönlü V- kaynak ağzı**  
(Örtülü elektrod k.-Boru ve tüp kaynağı)



**Şekil 8. Tek yönlü U- kaynak ağzı**  
(TIG kaynağı - Boru ve tüp kaynağı)



## **G. ÖN ISITMA VE PASOLAR ARASI SICAKLIKLAR :**

Dubleks paslanmaz çeliklerin kaynağında genellikle ön ısıtma gerekli değildir. Bununla birlikte kaynak yapılacak bölgelerde mevcut olan nemi ve dolayısı ile neden olacağı kaynak hatalarını ortadan kaldırmak için özellikle soğuk ortamlarda ve dışarıda kaynak yaparken malzeme oda sıcaklığına kadar ısıtılmalıdır. Malzeme kalınlığının 15 mm'den büyük olduğu hallerde kaynak sonrası hızlı soğumayı ve sonucunda doğacak problemleri engellemek için bazı konstrüksiyonlarda 100-150°C arasında ön ısıtma önerilebilir. Ancak ön ısıtmanın homojen yapılmasına dikkat edilmeli ve lokal ısı girdisinden kaçınılmalıdır.

Kaynak işlemi esnasında pasolar arası sıcaklık, malzemenin alaşım içeriğine göre üretici tarafında tavsiye edilen değerlerde tutulmalıdır. Ancak dubleks paslanmaz çeliklerde pasolar arası sıcaklık 150°C'yi geçmemelidir. Kaynak sonrası çözündürme tavlama yapılacak ise pasolar arası sıcaklıkta bir sınırlama yoktur.

## **H. KAYNAK SONRASI ISIL İŞLEM :**

Dubleks paslanmaz çeliklerde kaynak sonrası ısıl işlem genellikle gerekli değildir ve önerilmez. Ancak, doğru kaynak prosedürüne uyulmadığı durumlarda, kaynakta ve ısıdan etkilenen bölgelerde yüksek gerilimler ve istenmeyen çökelmeler oluşur. Bu durum, malzemenin sünekliğinin ve korozyon direncinin düşmesine neden olur. İstenen özellikleri tekrar kazanabilmek için kaynaktan sonra çözündürme tavlama yapılır. Çözündürme tavlama malzeme 1050-1100°C'de tavlama ve ardından hızlı soğutulur. Malzemeyi 950-1000°C arasında tavlama sigma ( $\sigma$ ) fazının oluşumuna neden olduğu için sakıncalıdır.

## **I. KAYNAK YÖNTEMLERİ :**

### **1. TIG KAYNAĞI :**

Bu yöntem genellikle 4 mm'den ince kesitli parçaların kaynağında, tek taraflı kaynakların kök pasolarında, boru kaynaklarında ve puntalama işlerinde tercih edilir. Koruyucu gaz genellikle Ar'dur. Dupleks paslanmaz çeliklerde N eksilmesine neden olmamak için Ar içine bir miktar N ilave edilmelidir. Kök kaynaklarında ve puntalama işlemlerinde arka yüzey aynı özellikteki koruyucu gaz ile korunmalıdır. Dupleks paslanmaz çeliklerin kaynağında yüksek frekans (HF) devresi olan doğru akım (DC) kaynak makinaları kullanılır. Makinaların çok iyi akım ayar hassasiyetine ve öngaz-songaz, krater kapatma opsiyonlarına sahip olması gereklidir. Uygulamada tungsten elektrod negatif (-) kutupta olmalıdır. Pozitif (+) kutuplama elektrod ucunun ergiyip bozulmasına neden olur. Çoğunlukla AWS A 5.12 EW Th-2 standardında %2 toryum içeren tungsten elektrodlar kullanılır.

### **2. ÖRTÜLÜ ELEKTROD ARK KAYNAĞI :**

Dupleks paslanmaz çelikler doğru akım (DC) kaynak makinaları ile elektrod pozitif (+) kutupta kaynak edilir. Kaynak edilecek malzemenin kimyasal kompozisyonu ve kaynak pozisyonları dikkate alınarak elektrod seçimi yapılır. Elektrodlar ana malzemelere göre daha yüksek Ni ihtiva etmeli ve istenilen ferrit/östenit dengesini koruyabilmelidir.

Elektrod örtüleri rutil, bazik veya karma (bazik-rutil) karakterli olabilir. Bazik örtü karakteri yüksek tokluk değerleri verir. Bazik elektrodlar, her pozisyonda kaynak yapmaya elverişlidir fakat, rutil elektrodlara göre kullanımları zordur. Karma örtülülere göre de curufları hızlı katılaştığından curuf temizliği daha zor ve kaynak dikişleri konvektir. Bu nedenle uygulamada daha az tercih edilirler. Rutil elektrodlar her pozisyonda kaynağa elverişli olup, uygulamada kullanımı kolaydır, düz kaynak dikişleri verirler ve curufları kolay temizlenir. Karma örtülü elektrodlar

daha ziyade düz ve yatay iç köşe kaynaklarına uygundur, kullanımları kolaydır ve curufu kolay temizlenir.

Örtülü elektrod ile kaynak yaparken mümkün ise kaynağın arka tarafından gaz koruması yapılmalıdır. Eğer gaz koruması yapılmıyorsa, kaynak işlemi tamamlanınca arka taraftan kök kaynağı taşlanarak, yeniden kaynak edilir. Kaynak işleminde ark başlangıçları daima kaynak ağzının içinde yapılır. Kaynak, kısa ark boyuyla yapılmalı, kaynak başlangıç ve bitişleri taşlanmalıdır. İyi birleştirme sağlayacak minimum akım ayarı tercih edilerek, pasolar arası sıcaklık 150°C'nin altında tutulmalı ve çok sıralı kaynaklarda curuf ve sıçramalar iyice temizlendikten sonra kaynağa devam edilmelidir. Kök kaynaklarında, ince çaplı elektrodlar, dolgu pasolarında ise kalın çaplı elektrodlar kullanılır. Salınım hareketi yapılacaksa salınım genişliği elektrod çapının iki katını geçmemelidir. Elektrodlar kuru ve nemsiz olmalıdır, gerekirse elektrodlar kullanılmadan önce kurutularak, 100°C'lik termoslarda tutulmalıdır. Kaynak sonrası temizlikte kullanılacak fırçalar paslanmaz çelik olmalı, kaynak dikişinde ve kenarlarda oluşan yanmalar ince zımpara ile veya INOX PAST kullanarak iyice temizlenmeli daha sonra yüzey bu pastadan arındırılmalıdır.

### **3. GAZALTI (MIG ve ÖZLÜ TEL) KAYNAĞI :**

Dubleks paslanmaz çeliklerde kaynak ekonomisi ve yüksek metal yığılma hızının istendiği yerlerde gazaltı kaynak yöntemi tercih edilir. Sistem otomatik veya mekanize hale getirilebilir. Kullanılan kaynak makinaları sabit gerilimli olup elektrod (tel) doğru akım pozitif (+) kutba bağlanır. Gazaltı kaynağında üç çeşit metal damla geçişi vardır, bunlar ;

1. Kısa devre damla geçişi,
2. Sprey ark geçişi
3. Darbeli damla geçişi

Gazaltı kaynağında kullanılan masif teller makaralara sarılı haldedir ve tel sürme sistemi ile sürekli olarak kaynak bölgesine sürülür. Kaynak metalinde ferrit/östenit dengesini sağlayabilmek için tel elektrodlar içerisindeki nikel miktarı da ana metale göre yüksektir.

Gazaltı kaynağı daima kapalı ortamda yapılır. Koruyucu gazlar %100 Ar veya % 69 Ar+% 30 He + % 1 O<sub>2</sub> olabilir. Helyum (He) ilavesi, ergiyik kaynak metalinin akışkanlığını iyileştirir, N (azot) ilavesi ise daha önce belirtildiği gibi ferrit/östenit dengesini sağlamakta faydalıdır. Kök kaynaklarında ve puntalama esnasında alttan gaz koruması yapılır.

Ark başlangıçları daima kaynak ağzının içinde yapılmalıdır. Ark başlangıçları ve sıçrantılar yüksek ferrit içerdiğinden çatlama ve korozyona hassastır, bu nedenle bunlar uygun bir şekilde temizlenmelidir. Kök kaynakları yapılırken şartlar uygun ise seramik altlık kullanılabilir. Pasolar arası sıcaklık, 150°C'yi aşmamalı ve kaynak bitiş noktaları taşlanmalıdır. Gazaltı kaynağı çoğunlukla yatay pozisyonda en iyi sonucu verir, gerekli olduğu durumlarda dik pozisyonda da başarı ile uygulanabilir.

Kaynak yaparken torç malzeme ile dike yakın bir açı yapacak şekilde tutulur. Tel ve tel sürme kılavuzları her zaman temiz olmalı, kaynak telleri kullanılmadığı zaman kapalı kutularda ve rutubetsiz ortamlarda muhafaza edilmelidir. Kaynak sonrası temizlik örtülü elektrodarda olduğu gibi yapılabilir.

Dubleks paslanmaz çeliklerin kaynağında gaz korumalı ve gaz korumasız özlü teller kullanılarak özlü tel kaynağı yapılabilir. Özlü tel kullanımı pozisyon kaynaklarında ve kalın kesitli malzemelerde metal yığılma oranının yüksek olması nedeniyle avantajlıdır. Ayrıca, masif tellere göre sıçramanın düşük oluşu, arkın kararlılığı, curufun kolay temizlenmesi ve kaynak formunun düzgün olması özlü tellerin diğer üstünlükleridir. Özlü tellerle kaynak yaparken üreticinin önerdiği kaynak parametreleri ve koruyucu gaz kullanılmalıdır.

#### **4. TOZALTI KAYNAĞI :**

Kalın kesitli dubleks paslanmaz çeliklerde tozaltı kaynak yöntemi ile de kaynak yapılabilir. Kaynak ağzı dizaynı ve kaynak parametreleri diğer yöntemlerde olduğu gibi tam nüfuziyet sağlayacak şekilde olmalıdır. Kullanılan tozaltı kaynak telleri ana metale göre daha yüksek alaşıma sahiptir ve bu tellerle bazik karakterli nötr (alaşımsız) kaynak tozları kullanılarak yüksek mekanik özellikler elde edilebilir. Kullanılan kaynak telinin ve tozunun rutubetsiz ve kuru olmasına özellikle dikkat edilmelidir. Kaynak hazırlığı ve kaynak sonrası temizlik diğer yöntemlerde anlatıldığı gibi yapılmalıdır.

#### **J. KAYNAK HATALARI VE ÖNLENMESİ :**

Dubleks paslanmaz çeliklerin kaynağında birinci kural ; hatalarda kaçınmaktır. Eğer önerilen kaynak prosedürüne uyularak kaynak yapılırsa, hata riski de minimuma iner. Kaynağa başlamadan önce kaynak ağzının temizlendiğinden emin olunmalıdır. Sıcak çatlığa neden olabilecek yağ, boya ve diğer kirlilikler kaynak bölgesinden temizlenmelidir. Kaynak prosedüründe belirtilen kaynak parametreleri ile çalışılmalı ve kaynak esnasında bu parametreler sürekli kontrol edilmelidir. Böylece yüksek ısı girdisi engellenerek sıcak çatlak riski ortadan kaldırılır. Ayrıca, seyrelme istenilen oran da tutularak malzemenin sünekliğinin düşmesi ve olası çatlamlar da engellenmiş olur. Kullanılan kaynak malzemelerini ve kaynak yapılacak yüzeylerin nemli olması, kaynak dikişinde gözenek oluşumuna neden olur fakat, hidrojen çatlığına neden olmaz, çünkü hidrojen östenit içinde çözünür.

- Kaynak dikişleri temizlendikten sonra gözle ve uygun tahribatsız test yöntemleri ile kontroller yapılır. Eğer hata tespit edilmiş ise hatanın yeri ve boyutu belirlenerek markalama yapılır.
- Tespit edilen hata uygun yöntemle açılır.
- Hatanın bulunduğu bölge penetrant testine tabi tutulur

- Tamir kaynağı, prosedürüne uygun olarak tercihen yatayda yapılarak hata giderilir.
- Tamir kaynağı yapılan bölge tekrar gözle ve tahribatsız test yöntemleri ile kontrol edilir.

Sonuç olarak dubleks paslanmaz çeliklerin kaynağı diğer malzemelerin kaynağına göre daha fazla özen istediği için, malzeme seçiminde, kaynağa hazırlıkta, kaynak malzemesi seçiminde, ve kaynak prosedürü hazırlığında daha dikkatli davranılmalıdır. Kaynak ile ilgili tüm personel, konu üzerinde eğitime ve kualifikasyona sahip olmalı, kaynak uygulamalarını prosedürlere bağlı kalarak kaynak işlemlerini yerine getirmelidir.

\*\*\*