



TOZALTI KAYNAK YÖNTEMİ İLE SİRAL DİKİŞLİ BORU ÜRETİMİNDE KAYNAK PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

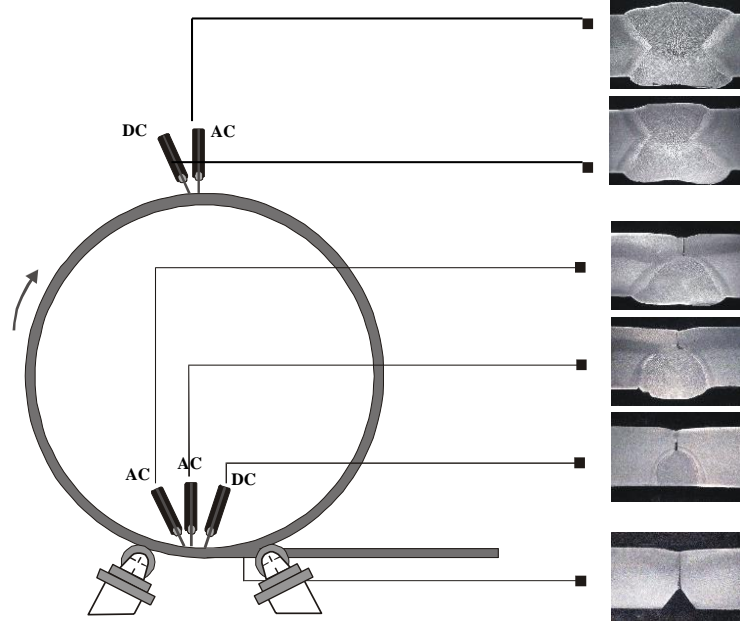
Kahraman Şirin¹, Ülkü Akın², Erol Akgüllü³

^{1,2} MANNESMANN BORU END. T.A.Ş. – İzmit
Tel : 0.262. 324 23 60

³ MANNESMANN BORU END. T.A.Ş. – İstanbul
Tel : 0.212. 251 34 10

ÖZET: Bu çalışmada, öncelikle tozaltı kaynak yöntemi ile spiral dikişli boru üretimi ve yüksek basınçlara maruz petrol ve gaz hattı borularında kaynak dikişinin sahip olması gereken kalite özellikleri ele alınmıştır. Bunun yanısıra, kaynak akımı, kaynak gerilimi, kaynak ağızı biçimi, tel çapı, akım cinsi ve kaynak hızı gibi birincil derecede önem taşıyan kaynak parametrelerinin belirlenmesi ile ilgili olarak dikkat edilmesi gereken noktalar incelenmiştir.

Anahtar sözcükler : Tozaltı kaynağı, Spiral dikişli boru, Kaynak parametreleri

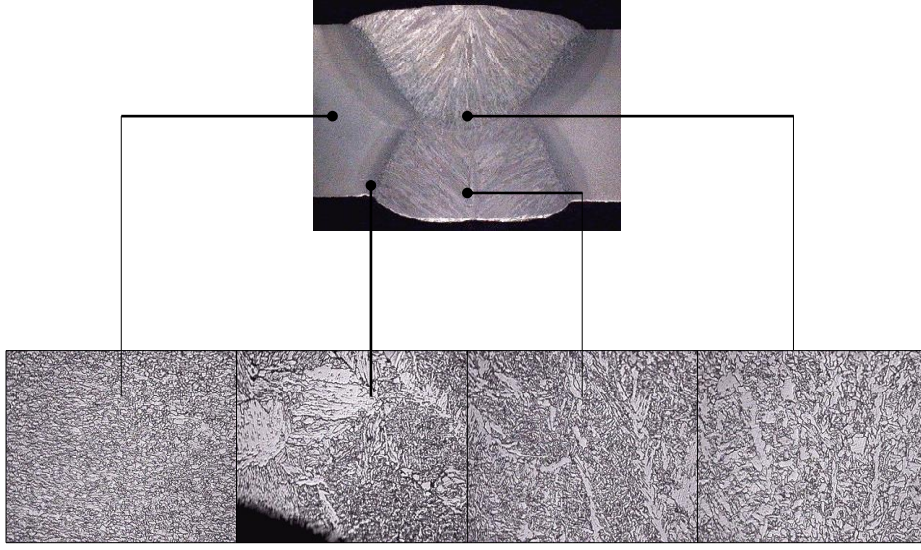


Şekil 2. Spiral dikişli boru üretiminde kaynak dikişinin oluşumu.

3. KAYNAK SIRASINDA MEYDANA GELEN ISIL ÇEVİRİMLER

Bir kaynak bağlantısının özelliğine etkileyen faktörlerin en önemlisi, kaynak işlemi esnasında uygulanan sıcaklığın dağılımı ve değişimi karşısında esas metalin gösterdiği davranıştır. Kaynak edilen malzemenin kaynak dikişine bitişik kısımlarında metalin ergime sıcaklığından ortam sıcaklığına kadar değişik sıcaklık derecelerinde ısınmış, mekanik yapı ve iç yapı özellikleri itibarıyla gerek esas metalden gerekse kaynak metalinden farklı özellikler içeren bölgeler ortaya çıkar (Şekil 3).

İyi bir kaynak bağlantısının elde edilebilmesi için, ısı kaynağının yeterli enerjiyi üretebilmesi gereklidir. Isı girdisi olarak tanımlanabilecek olan bu enerji, esas metalde yeterli ergimeyi oluşturacak kadar yüksek olmalı ancak ısıdan etkilenen bölgede de (IEB) istenmeyen mikroyapı değişimlerine de yol açmamalıdır. Kaynak bölgesinde ulaşılan tepe sıcaklığı kaynak sırasında meydana gelen ısı değişimleri etkileyen en önemli parametrelerden birisidir. Kaynak işlemi sırasında malzemede ulaşılabilecek olan tepe sıcaklığı ısı girdisine ve ısı kayıplarına bağlı olarak değişir. Isı girdi hızı, ısı kayıpları hızından yüksek olduğu müddetçe malzeme sıcaklığı yükselir. Her ikisinin birbirine eşit olduğu anda malzeme tepe sıcaklığına erişmiş olur. Kaynak parametrelerinin belirlenmesi aşamasında, IEB genişliğini belirlemek ya da IEB içindeki spesifik bir bölgede ulaşılabilecek olan tepe sıcaklığını sınırlamak son derece önemlidir. Böylelikle, özellikle X-65, X-70 gibi yüksek dayanımlı düşük alaşımlı malzemeler için kaynak sırasında uygulanacak olan ısı girdisi de kontrol altına alınmış olur. Bu amaçla, C.R.Adams tarafından geliştirilmiş olan “ısıdan etkilenmiş bölgedeki sıcaklık dağılımını” veren bağıntı kullanılabilir.



Şekil 3. Kaynak sırasında meydana gelen mikroyapı değişimleri.

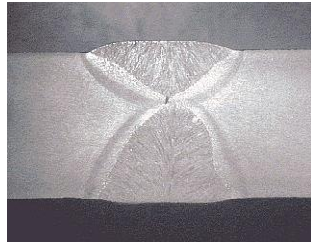
4. KAYNAK PARAMETRELERİ

Kaynak akımı, kaynak gerilimi, kaynak ağzı biçimi, tel çapı, akım cinsi ve kaynak hızı gibi kaynak parametreleri, kaynak işleminin etkinliğini ve elde edilen kaynak bağlantısının kalitesini belirleyen en önemli faktörler olup, kaynaklanan metalin türü ve parça geometrisi göz önüne alınarak saptanırlar. Tozaltı kaynak yöntemi ile spiral dikişli boru üretiminde, belirli bir kalınlığa kadar parçaya ağız açmadan kaynak yapma imkanı olmakla birlikte, özellikle 7 mm ‘den daha kalın parçalara çeşitli tipte ağızlar açılır. Ağız açısı büyüdükçe nüfuziyet artmakta ve dikişin yüksekliği azalmaktadır. Ayrıca, kaynak ağzı açısının küçülmesi halinde, erimeye iştirak eden esas metal miktarı artarken ilave metal miktarı azalmaktadır. Kaynak ağzı açısının 60° ‘den küçük olması, toz kalıntı ve çatlak riski nedeni ile tavsiye edilmemektedir.

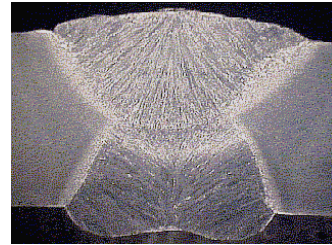
Akım şiddeti, dikişin şekli üzerinde etkinliği en fazla olan parametrelerin başında gelir. Kaynak akımı, kaynak telinin ergime hızı ve miktarını kontrol eder. Bunun yanı sıra, ergiyen esas metal miktarını ve nüfuziyet derinliğini etkiler. Akımın artması ile ergime hızı artar ve nüfuziyet büyür. Akımın aşırı fazla olması halinde ise, düzensiz bir ark oluşur ve aşırı dar bir dikiş meydana gelir. Seçilen kaynak hızına göre akımın aşırı düşük olması ise nüfuziyet yetersizliğine sebep olur. Ark geriliminin değişimi, dikişin genişliği ile yüksekliğini etkiler. Ark geriliminin artması ile birlikte, nüfuziyet azalır ve kaynak kepi daha geniş ve düz bir şekil alır. Ark geriliminin kaynak akımına göre düşük kalması halinde, esas metaldeki ergime iyi bir kaynak dikişi oluşturmaya yetmez. Kaynak hızı, kaynak dikişinin metalurjik açıdan kalitesini belirleyen en önemli parametrelerinden birisidir. Kaynak hızı ayrıca kaynak bağlantısının mekanik ve tokluk özellikleri üzerinde son derece etkili olan ısı girdisini de etkilemektedir. Düşük bir hızla yapılan kaynakta eriyen ilave metal miktarı artar dolayısıyla da kaynak banyosu büyür. Diğer bir deyişle, ısı girdisi artar ve normal kaynak hızlarında delinmemesi gereken parçalarda, delinme tehlikesi ortaya çıkar. Aşırı hız düşümü halinde ise,

çatlama riskinin çok yüksek olduğu şapkalı kaynak kepi oluşur. Kaynak hızı yükseldikçe, nüfuziyet ile dikiş genişliğinin azaldığı görülür. Kaynak hızının aşırı yüksek olması halinde nüfuziyet azalır, yanma oluğu, gözenek ve düzensiz bir dikiş oluşum riski artar. Kaynak tel çapı ve kullanılacak olan kafa sayısı ise malzeme kalınlığına, kaynak ağız biçimine ve seçilen kaynak hızına bağlı olarak belirlenir. Tel çapı arttıkça, telin yüklenebileceği akım seviyesi artar ancak aynı akım değerinde daha ince tel çapına kıyasla erime miktarı dolayısıyla nüfuziyet azalır.

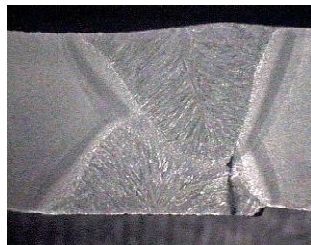
Kaynak parametrelerinin uygun seçilmemesi, uygun olmayan ek kaynak metali-kaynak tozu kullanımı ya da kötü bir kaynak tekniğinin uygulanması sonucunda istenmeyen bir dizi kaynak hatası ile karşılaşılması olasıdır. Tüm kaynak hataları kaynak dikişinde bir zayıflama ve süreksizlik oluşturarak bağlantının kullanımı sırasında geri dönüşü olanaksız çatlak, kırılma ya da performans eksikliğine sebebiyet verebilir. Uygulamada sıkça karşılaşılan hata türleri nüfuziyet yetersizliği, yanma oluğu, kalıntılar, çatlaklar, gözenek ve dikişteki şekil bozukluklardır. Nüfuziyet noksanlığı (Şekil 4a), özellikle dikişin yorulma dayanımını ciddi bir şekilde düşürür. Dikiş bükülmeye zorlandığında kökteki oyuk ve çentikler kırılma eğilimini artırarak bağlantının bu kısımdan çatlmasına ve sonrasında kırılmasına yol açar. Yanma olukları ise (Şekil 4b), çentik etkisi yarattıklarından dolayı özellikle dinamik zorlanmalara maruz bağlantılarda istenmezler. Kaynak metalinde ve ısıdan etkilenen bölgede ortaya çıkan çatlaklar ise, diğer hatalara kıyasla en tehlikeli olanıdır (Şekil 4c). Dış zorlamaların türü ne olursa olsun çatlaklar daima bağlantının mukavemet değerini düşürür; bu nedenle, kaynak dikişinde çatlığa hiçbir şekilde müsaade edilmez. Bir kaynak dikişinin içinde bulunan gözenekler, dikişin taşıyıcıyı kesitinin azalmasına ve lokal gerilme birikimlerine yol açar (Şekil 4d). Bu durumda bağlantının mekanik özelliklerinin kötüleşmesine özellikle yorulma dayanımının azalmasına neden olur.



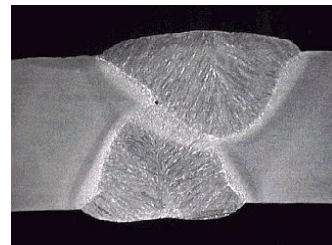
(a)



(b)

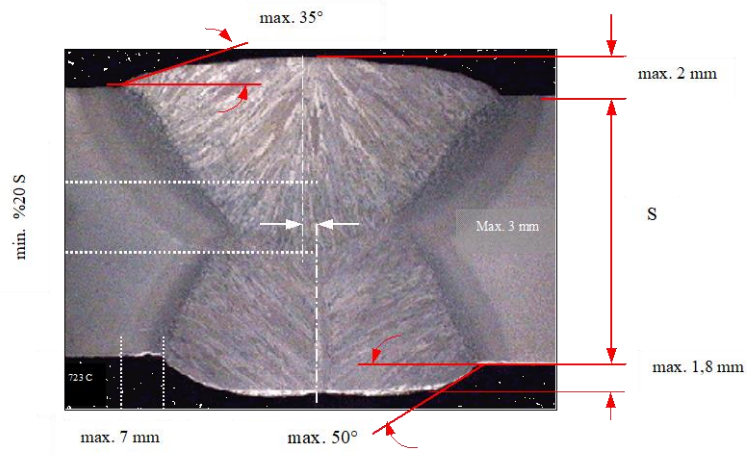


(c)



(d)

Şekil 4. Çeşitli kaynak hatalarına ait görüntüler.



Şekil 5. Spiral dikişli boruda ideal bir kaynak dikişi.

Yüksek basınçlara maruz boru hatlarında kaynak yetersizliğinden çıkan problemlerle karşılaşmamak için, kaynak geometrisinin de mutlaka kontrol altına alınması gerekir. Şekil 5 'de gaz boruları için geometrik açıdan ideal bir kaynak dikişi görülmektedir. Kaynak geometrisindeki (dikiş kaçıklığı, bindirme, işlerlik, genişlik/derinlik oranı, kep yüksekliği ve açısı gibi) düzensizlikler yük altında bağlantının tokluk davranışını olumsuz yönde etkilemektedir.

Dikiş genişliği, gerek kaynak ağzı açılmış kısmı tam olarak kapatarak yanma oluşuna sebebiyet vermeyecek gerekse gazların kaynak banyosundan dışarıya rahatça çıkmasına imkan sağlayacak genişlikte olmalıdır. Her bir dikişin nüfuziyet derinliği işlerlik problemi yaratmayacak düzeyde olmalıdır. İşlerlik iç ve dış dikişin birbirine geçme miktarı olarak tanımlanabilir. İç ve dış dikişin eksenleri arasındaki kaçıklık miktarı, gerek nüfuziyet gerekse işlerlik açısından son derece önemlidir. Bu nedenle, eksenel kaçıklık miktarı kontrol altında tutulmalıdır.

Kaynak kepi, ergiyen telin gerek iç gerekse dış dikişte oluşturduğu çıkıntı kısmıdır. Kaynak kep yüksekliği ve şapka açısı çentik etkisi nedeni ile belirli değerler içinde tutulmalıdır. Dikiş genişliği ve kaynak ağzı şekli değişmediği müddetçe kaynak kep yüksekliğinin artması ile birlikte şapka açısı da artar. Müsaade edilebilir kaynak kep yüksekliğini, API 5L standardı 12,7 mm 'den daha ince malzemelerde max. 3,17 mm ve 12,7 mm 'den kalın malzemelerde ise max. 4,76 mm olarak vermiştir. Ancak, şapka açısında göz önüne alınması halinde, kep yüksekliğinin max. 2 mm olarak sınırlandırılmasında fayda vardır. Şapka açısı da 30° ile 50° arasında olmalıdır.

5. SONUÇ

Tozaltı kaynak yöntemi ile spiral dikişli boru üretiminde, kaynak dikiş kalitesi üzerinde oldukça etkili olan kaynak parametrelerinin iyi bilinmesi ve kontrol altında tutulması yüksek kaynak güvenilirliği açısından son derece önemlidir. Yüksek basınçlara güvenle cevap verebilecek kalite seviyesini yakalayabilmek için söz konusu bu parametrelerin uygun bir şekilde bir araya getirilmesi gereklidir.

Kaynak akımı, kaynak gerilimi, kaynak ağzı biçimi, tel çapı, kafa sayısı, akım cinsi ve kaynak hızı gibi kaynak parametrelerinin seçiminin belirli kriterlerin ışığı altında ve belirli bir yöntem dahilinde yapılması, hatasız ve güvenilir bir kaynak bağlantısı için zorunludur. Tüm bu değerlendirmelerin ışığı altında, tozaltı kaynak yöntemi ile spiral dikişli boru üretiminde kaynak akımı, kaynak gerilimi, kaynak ağzı biçimi, tel çapı, kafa sayısı, akım cinsi ve kaynak hızı gibi elektriksel kaynak parametrelerinin belirleme yöntemi aşağıdaki gibi yapılabilir;

Öncelikle, üretilecek olan borunun et kalınlığına bağlı olarak açılması gereken kaynak ağzı şekli belirlenir. Burada önem taşıyan hususlar, kaynak ağzı derinliği ve açısıdır. Daha sonra, malzeme et kalınlığına bağlı olarak, kaynak kep yüksekliği ve genişliği belirlenir. Seçilen kaynak ağzı şekli ve kaynak kep geometrisine bağlı olarak, bir metrelik dikiş uzunluğu boyunca gerekli olan tel miktarı hesaplanır. Bundan sonraki aşamada ise kaynak hızı seçilir ve seçilen bu hıza ve bir metre dikiş uzunluğu boyunca ihtiyaç duyulan tel miktarına bağlı olarak, birim zamanda kaynak noktasına sevk edilmesi gereken tel ihtiyacı belirlenir. İhtiyaç duyulan tel miktarını karşılayacak şekilde sırasıyla kafa sayısı, her bir kafada kullanılacak olan tel çapları, akım seviyeleri ve gerilim belirlenir. İç kaynak 1. kafada ki kaynak akımı belirlenirken, malzemenin delinme riski mutlaka göz önüne alınmalıdır. Dış kaynak 1. kafanın akım seviyesinin belirlenmesi sırasında ise işlerlik (diğer bir deyişle nüfuziyet) dikkate alınmalıdır.

Son aşamada ise, seçilen kaynak akım değerleri, gerilim ve kaynak hızına bağlı olarak ısı girdisi hesaplanır. Kaynak sırasında malzemeye uygulanan ısı girdisine bağlı olarak ta ısıdan etkilenen bölgedeki ısı yayılımı hesaplanır. Öngörülen değerlerin dışına çıkılması halinde, seçilen kaynak hızı ya da akım değerleri tekrar gözden geçirilir.

6. REFERANSLAR

- [1] G.E.Linnert, "Welding Metallurgy" Volume 1, Chapter 7.
- [2] F.J.Weisweiler, "Non-Destructive Testing of Large-Diameter Pipe for Oil and Gas Transmission Lines" VCH, Page 31-64.
- [3] P.A.Peters, H.G.Frackmann, "The Manufacture of Spiral Welded Pipe with Integrating Quality Assurance" Mannesmann-Röhrenwerke.
- [4] ASM Handbook Committee, "Welding, Brazing and Soldering", Metals Handbook, Volume 6, Page 115-152.
- [5] Lincoln Electric Company, "The Procedure Handbook of Arc Welding", Thirteenth Edition, Section 6, 1994.
- [6] S.Anık, K.Tülbentçi, E.Kaluç, "Örtülü Elektrot ile Elektrik Ark Kaynağı", Gedik Holding Yayını, İst-1991.