

**PE-HD BORU ve BORU  
ELEMANLARI  
KAYNAK METODLARI**

## **A. GİRİŞ**

Alın kaynak kalitesi, alın kaynakçının kabiliyeti, kullanılan ekipman ve standartların uygulanmasını sağlayan gözlemciye doğrudan bağlıdır. Alın kaynak prosesi başından sonuna kadar titizlikle gözlemlenmelidir. Bunun sağlanabilmesi için alın kaynak mahallinde bir supervisor bulundurulmalıdır. Ayrıca, alın kaynak esnasında alın kaynak dataları ekte verilen föylere kaydedilmelidir.

Alın kaynak işlemine başlamadan önce test kaynağı yapılarak alın kaynak parametrelerinin doğruluğu tespit edilmelidir.

Her bir alın kaynakçı gerekli eğitimlerden geçirilmiş ve sertifikalandırılmış olmalıdır.

## **B. ALIN KAYNAĞI**

### **B1- Alın kaynak işlemine başlamadan önce dikkat edilmesi gereken hususlar**

Alın kaynak yapılan ortamın sıcaklığı +5 °C'nin üzerinde olmalıdır. Yağışlı ve soğuk havalarda üstü kapalı bir yer seçilmelidir.

Alın kaynak esnasında vantilasyon nedeniyle hızlı soğumanın olmaması için boru uçları kapatılmalıdır.

Kangal halindeki borularda alın kaynak yapılmadan önce, kangallaşma esnasında oluşmuş olan ovaliklerinin alınmış olması gerekir.

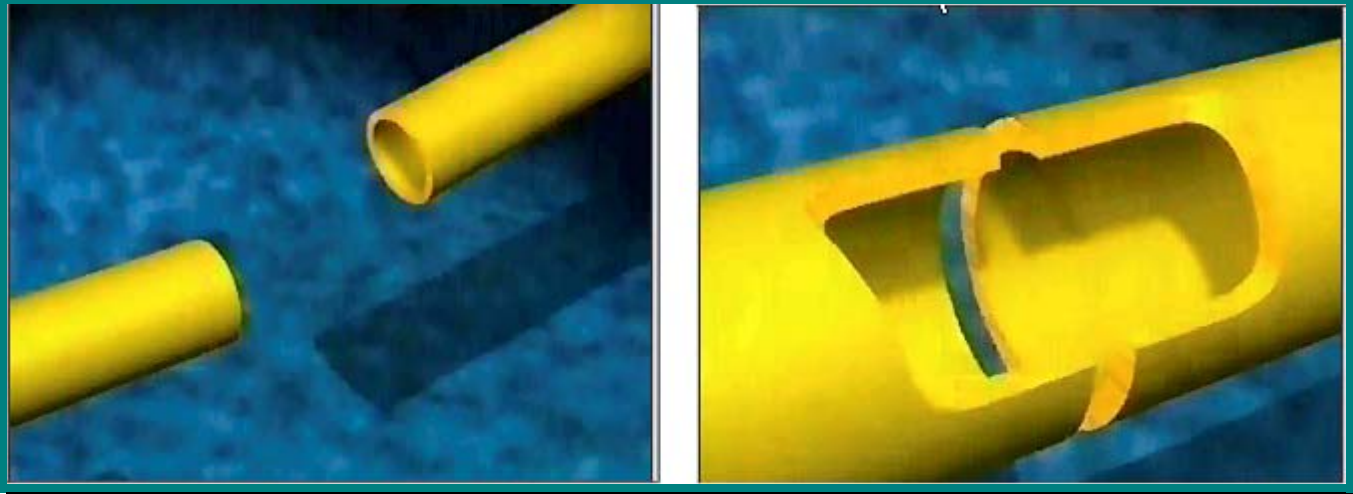
Alın kaynak bölgesi temiz ve hasarsız olmalıdır.

### **B2- Alın kaynak metodunun tarifi**

Alın kaynağı, aynı çap ve et kalınlığındaki boru ve fittinglerin basınç ve sıcaklık yardımıyla alın alına birleştirilmesi suretiyle gerçekleştirilen bir bağlantı metodudur. Alın kaynak yapılacak parçaların ağız kısımları, düzgünce tıraşlanarak erime sıcaklığına kadar ısıtılır (200-220 °C). Daha sonra da belirli bir basınçla birbirine alın alına yapıştırılır. Alın kaynak basıncı, sıcaklık ve zaman malzemenin kendi kimyasal ve fiziksel özelliklerini bozmayacak şekilde ayarlanır.

Alın kaynağı metodunda alın kaynak bölgeleri ısıtıcı üzerine belirli bir basınçla bastırılır (yanaştırma), alın kaynak sıcaklığında hemen hemen sıfır basınçta beklenir (basıncsız ısıtma) ve basınç altında birleştirilir (birleştirme).

Kaliteli bir alın kaynağında bağlantı en az orijinal borunun sahip olduğu dayanıma sahiptir. Kaliteli bir alın kaynağı elde edebilmek için alın kaynak basıncı, sıcaklık ve zaman parametreleri titizlikle ayarlanmalıdır.



**Şekil 1:** Alın Kaynağı yapılacak borular

### **B3- Alın kaynak hazırlığı**

Alın kaynak işlemine başlamadan hemen önce alın kaynak makinası üzerinde görülen set sıcaklığının kontrol edilmesi gerekir. Bu işlem infrared termometre ile yapılmalıdır. Set sıcaklığına ulaşıldıktan en az 10 dak. sonra alın kaynak işlemine başlanmalıdır.

Alın kaynak kalitesinin iyi olabilmesi için ısıtıcı yüzeylerinin her alın kaynaktan önce temizlenmesi gerekir. Temizleme aşındırıcı olmayan yumuşak malzemelerle, alkol vs. yardımıyla yapılabilir. Isıtıcı yüzeyleri çizik veya hasarlı olmamalıdır.

Birleştirme kuvvetleri ve birleştirme basınçları kullanılan makinanın speklerinde gösterildiği gibi olmalıdır. Bunlar alın kaynak makinasını üreten firmanın verdiği bilgilere, hesaplamalara veya ölçüm değerlerine göre belirlenmelidir. Hareket basıncı, kaynatılacak parçaların makinada montajlı iken hafifçe hareket ettirilmesi ile cihazın basınç göstergesinde görülen değerdir. Bu değer belirlenen birleştirme basıncının üzerine eklenmelidir. Hareket basıncı makinadan makinaya değiştiği gibi, kaynatılacak borunun çapına ve boyuna göre de değişir. Bu nedenle her bir alın kaynak işleminden önce hareket basıncı okunarak birleştirme basıncına eklenmelidir.

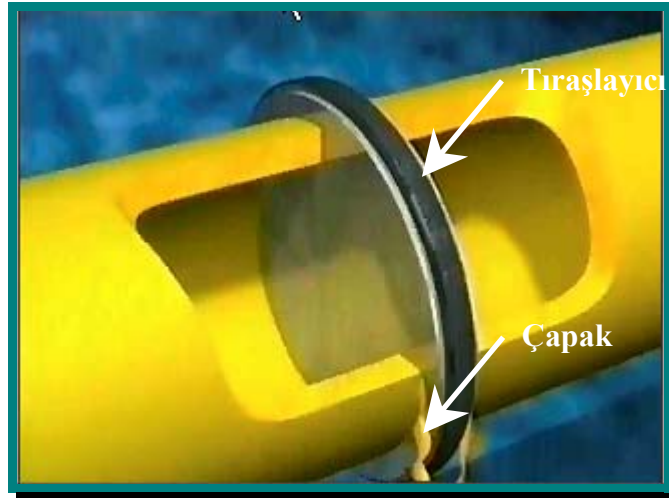
Birleştirilecek bölgeler alın kaynak yapılmadan önce tıraşlanmalıdır (Şekil 2). Bu şekilde borular tam olarak alına yerleştirilebilir ve yüzeylerdeki kirli bölgeler atılmış olur. Tıraşlanan iki yüzey birbirine örtüştürülünce çevre boyunca oluşan boşluğun izin verilen maksimum genişlik değeri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1:** İzin verilen maksimum boşluk genişlikleri

Boru dış çapı ΦD mm	Boşluk genişliği mm
≤ 355	0.5
400 ... < 630	1.0
630 ... < 800	1.3
800 ... ≤ 1000	1.5
> 1000	2.0

Boşluk genişliği ve hatalı merkezleme (kaçıklık) olup olmadığı kontrol edilmelidir. Kaçıklık mümkün olduğu kadar sıfırlanmalıdır. En kötü durumda birleştirme bölgelerinin kaçıklığı **0,1\*Cidar kalınlığı**'nı geçmemelidir.

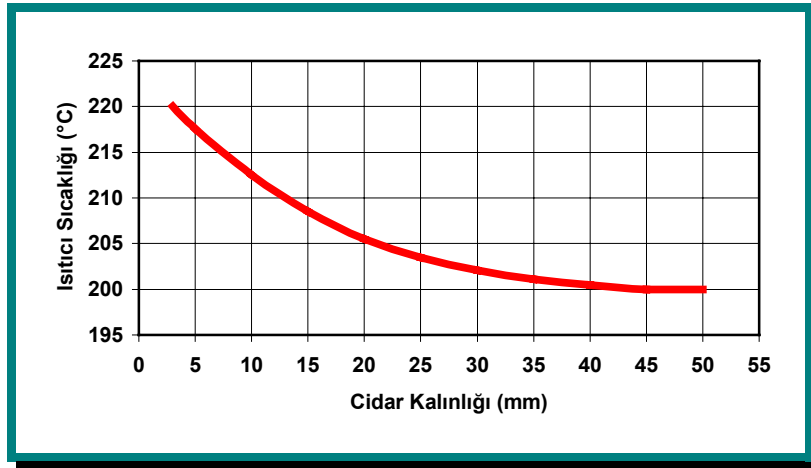
Tıraşlanan alın kaynak bölgeleri kirletilmemeli, el ile dokunulmamalıdır. Aksi takdirde tekrar tıraşlama yapmak şarttır. Alın kaynak bölgesinde tıraşlama sonucunda ortaya çıkan çapaklar birleşme yüzeylerinden el değmeden temizlenmelidir.



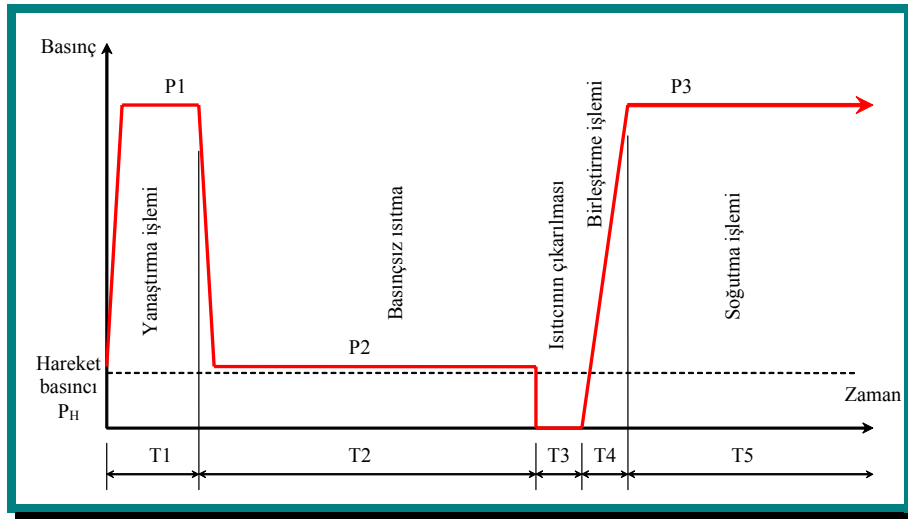
**Şekil 2:** Boru ağzlarının tıraşlanması

#### **B4- Alın kaynak prosedürü**

Alın kaynağı prosesinde alın kaynak bölgeleri bir ısıtıcı yardımıyla alın kaynak sıcaklığına kadar ısıtılır ve ısıtıcı çıkarıldıktan sonra basınç altında birleştirme işlemi yapılır. Isıtıcı sıcaklığı 200-220 °C arasında olmalıdır. Yüksek sıcaklık daha ince et kalınlığı için geçerli iken düşük sıcaklık büyük et kalınlıkları için geçerli olur (Grafik 1).



**Grafik 1:** Cidar Kalınlığına Göre Isıtıcı Sıcaklığı Değerleri



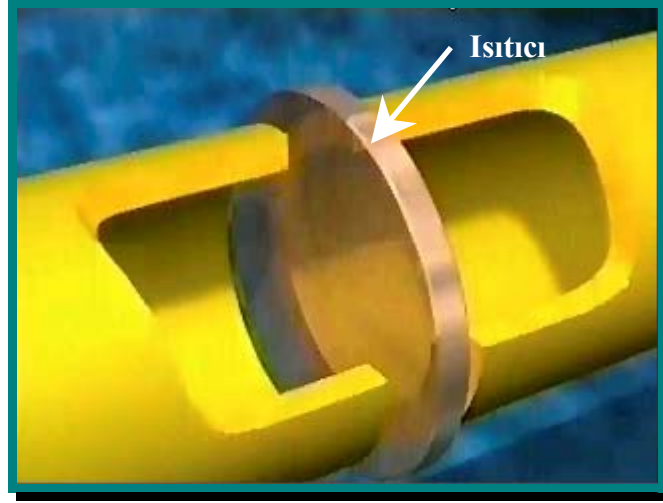
**Grafik 2:** Alın Alın kaynak İşleminin Grafikle Gösterimi

### **Yanıştırma:**

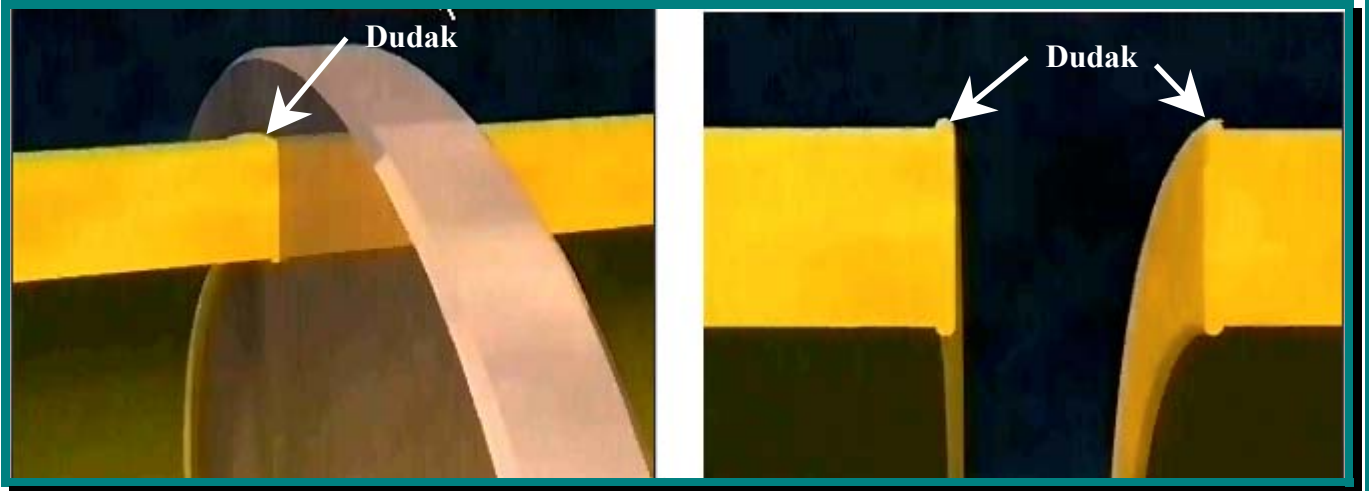
Kaynatılacak borular birleşme yüzeyleri ısıtıcıya paralel olacak şekilde ısıtıcıya yanıştırılır. Paralelliğin tam olarak sağlanıp sağlanmadığı oluşan dudak yüksekliğinin tipine bağlı olarak belirlenebilir. Eğer tam paralellik sağlanamamışsa çap boyunca homojen dudak yüksekliği oluşmayacaktır. Yanıştırma işlemi  $P_1$  basıncı altında  $T_1$  süresi boyunca yapılır (Grafik 2).  $T_1$  süresi oluşan dudak yüksekliğine göre belirlenir. Olması gereken minimum dudak yükseklikleri Tablo 2'de 2. kolonda gösterilmiştir. Isıtıcının yerleştirilmesi ve dudak oluşumu işlemleri Şekil 3 ve Şekil 4'ten görülebilir.

**$P_1$  ara yüzey basıncı  $0,15 \text{ N/mm}^2$  dir. Ancak bu basınç alın kaynak cihazının manometresinde okunan basınç değildir.** Kullanıcı ara yüzeyde bu basıncı sağlamak için

alın kaynak makinasını hangi değere ayarlayacağını alın kaynak makinası üreticisini verdiği bilgilere göre belirlemelidir.



**Şekil 3:** Isıtıcının yerleştirilmesi



**Şekil 4:** Basıncılı ısıtma (yanaştırma) sırasında (sol) ve sonrasında boru ağzlarının yaptığı dudak

#### **Basıncısız ısıtma:**

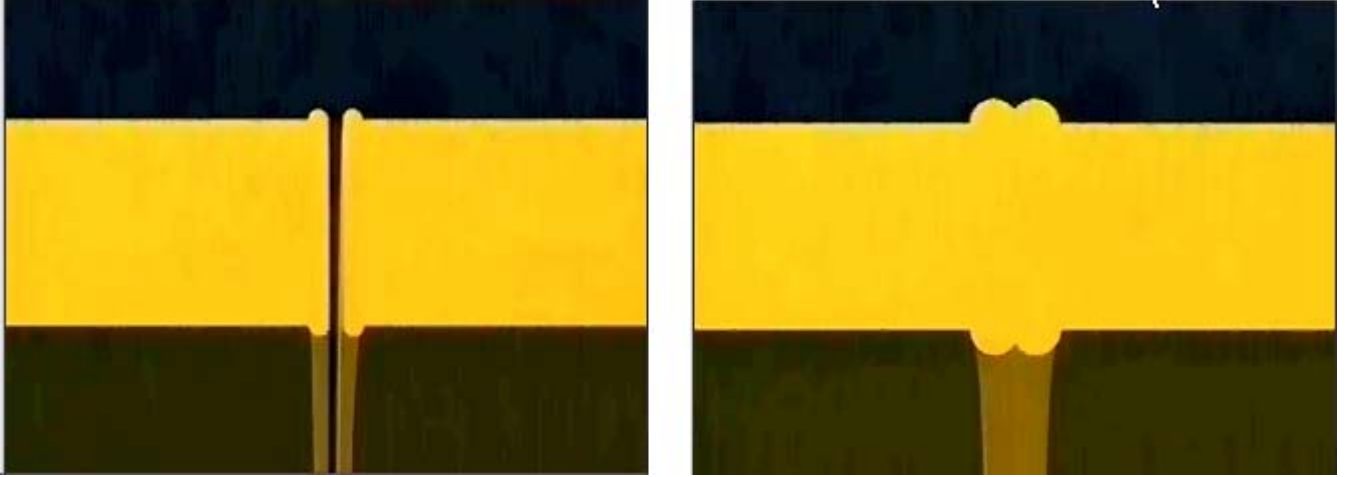
Bu işlem için yanaştırma basıncından çok kısa bir süre içerisinde alın kaynak yüzeylerini ısıtıcıdan ayırmadan basınç düşürülür. Bu aşamada birleşme bölgeleri ısıtıcı ile hemen hemen sıfır basınçta (ara yüzey basıncı) temastadır ( $P_2 \leq 0,02 \text{ N/mm}^2$ ). Bu esnada ısı boru ekseninde doğrultusunda ilerler. Isıtma süresi  $T_2$  Tablo 2'de 3. kolonda verilmiştir. Bu sürenin gerekenden kısa tutulması halinde, erimiş plastik kısmın derinliği alın kaynak için gerekli olan derinlikten daha kısa olur. Isıtma süresinin gerekenden uzun tutulması halinde de alın kaynak bölgesi aşırı eriyecek veya bozunacaktır.

### **Isıtıcının çıkarılması:**

Basıncsız ısıtma işleminden sonra birleşme bölgeleri ısıtıcudan ayrılır. Isıtıcı çıkarılırken birleşme bölgelerine zarar verilmemeli ve/veya pislik bulaştırılmamalıdır. Isıtıcı çıkarıldıktan sonra çok çabuk bir şekilde birleştirme işlemi gerçekleştirilmelidir. Eğer gecikilirse soğuma ve oksitlenme nedeniyle alın kaynak kalitesi bozular. Bu aşama için maksimum süre  $T_3$  Tablo 2'de 4. kolonda verilmiştir.

### **Birleştirme:**

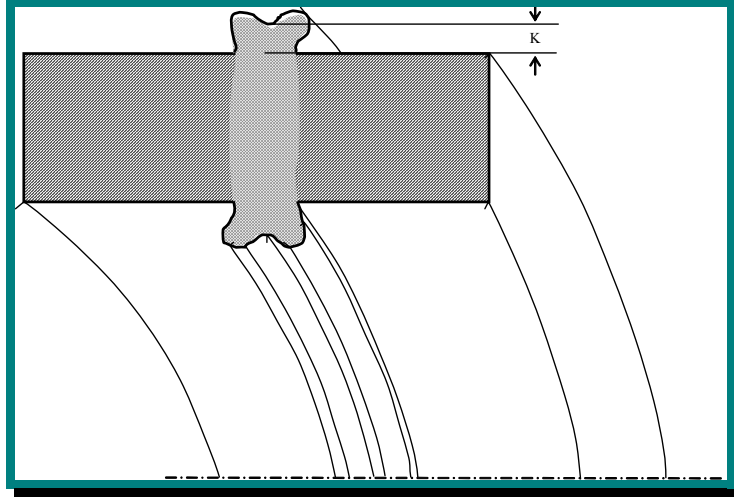
Isıtıcı çıkarıldıktan sonra borular birbirine yanaştırılır. Yanaştırma kesinlikle ısıtılmış yüzeylerin birbirine çarpması şeklinde olmamalıdır. İstenilen  $P_3$  basınç değerine (ara yüzey basıncı) lineer bir şekilde çıkılmalıdır (Grafik 2). Gerekli süre  $T_4$  Tablo 2'de 5. kolonda verilmiştir. Birleştirme basıncı  $P_3 0,15 \pm 0,01 \text{ N/mm}^2$  olmalıdır.



**Şekil 5:.** Basıncılı ısıtma sonrasında ısıtıcının çekilip, boruların ağız ağıza getirilmesi (sol) ve basınç altında birleştirilmesi (sağ)

### **Soğutma:**

Soğutma esnasında birleştirme basıncı  $P_3$  (ara yüzey basıncı) sabit tutulmalıdır. Birleştirme işleminden sonra düzgün ikili dudak oluşmalıdır. Dudak boyutları ve şekli kaynağın düzgünlüğünü gösterir. Birleştirilen boruların melt-flow'una bağlı olarak farklı dudak şekilleri oluşabilir. Şekil 6'da gösterilen **K** değeri her zaman sıfırdan büyük olmalıdır. Bu aşama için gerekli minimum süre  $T_5$  Tablo 2'de 5. kolonda verilmiştir.



**Şekil 6:**Dudak detayı

**Tablo 2:** Alın kaynağı prosesinde önerilen alın kaynak parametreleri

1	2		3		4		5	
	Yanaştırma		Basıncsız ısıtma		Isıtıcının çıkarılması		Birleştirme	
Cidar kalınlığı	Isıtıcı üzerinde gözlenen borunun dudak yüksekliği		Isıtma süresi = 10xCidar kalınlığı				Birleştirme süresi	Soğutma süresi
mm	mm (minimum )		s		s (maksimum)		s	min (minimum)
4,5	0,5		45		5		5	6
4,5 ... 7	1,0		45 ... 70		5 ... 6		5 ... 6	6 ... 10
7 ... 12	1,5		70 ... 120		6 ... 8		6 ... 8	10 ... 16
12 ... 19	2,0		120 ... 190		8 ... 10		8 ... 11	16 ... 24
19 ... 26	2,5		190 ... 260		10 ... 12		11 ... 14	24 ... 32
26 ... 37	3,0		260 ... 370		12 ... 16		14 ... 19	32 ... 45
37 ... 50	3,5		370 ... 500		16 ... 20		19 ... 25	45 ... 60
50 ... 70	4,0		500 ... 700		20 ... 25		25 ... 35	60 ... 80

**Not:** Tabloda verilen alın kaynak parametrelerinden herhangi birinin dışına çıkıldığında veya anlatılan prosedürlerden birine uyulmadığı zaman tüm alın kaynak işlemi tekrar yapılmalıdır.

#### **B4- Adım adım alın kaynak işlemi**

1. Gerekli alın kaynak koşullarını sağla, ör. alın kaynak mahallinin üstünün kapatılması.
2. Alın kaynak makinasını jeneratöre veya elektrik hattına bağlayarak çalışıp çalışmadığını kontrol et.
3. Alın kaynak yapılacak boruları makinaya yerleştir ve boruların aksiyel yönde kolay hareket edebilmesini sağla.



4. Birleşme bölgelerini tıraşla.
5. Tıraşlama aparatını makinadan çıkar.
6. Alın kaynak bölgesinden çapakları temizle (fırça veya kağıt havlu)
7. Hava sirkülasyonuna karşı boru uçlarını kapat.
8. Birleşme yüzeylerinin birbirine paralellliğini yüzeyleri birbirine değdirerek kontrol et (en kötü durumdaki boşluk genişliği Tablo 1'deki değerleri geçmemeli).
9. Kaçıklıkları kontrol et (en kötü durumda maksimum 0,1xCidar kalınlığı).
10. Isıtıcı yüzey sıcaklığını kontrol et (Grafik 1).
11. Isıtıcı yüzeylerini aşındırıcı olmayan ve tüy bırakmayan bez veya kağıt havluyla temizle.
12. Hareket basıncını alın kaynak makinasının manometresinden oku ve bu değeri ekte verilen alın kaynak föyüne yaz.
13. Alın kaynak makinası üreticisinin verdiği hesaplamalara veya tablolara göre yanaştırma, basınçsız ısıtma ve birleştirme basınçlarını belirle.
14. Tablo 2'deki değerleri alın kaynak makinası üzerinde uygula.
15. Isıtıcıyı alın kaynak pozisyonuna getir.
16. Birleşme bölgelerini ısıtıcıya çabuk bir şekilde yanaştır ve yanaştırma basıncında Tablo 2'de 2. kolonda verilen minimum dudak yüksekliklerinin oluşmasını bekle.
17. Basıncı  $P_2$  basıncına düşür. Bu basınç sıfıra yakındır  $\leq 0,02 \text{ N/mm}^2$ .  $P_2$  basıncında Tablo 2'de 3. kolonda verilen süre kadar bekle.
18. Boruları birleşme bölgelerine zarar vermeden ısıtııcıdan ayır ve ısıtıcıyı al.
19. Birleşme yüzeylerini Tablo 2'de 4. kolonda verilen süre içerisinde hemen hemen değecek kadar birbirine yanaştır. Daha sonra %100 teması yaklaşık sıfır hızda gerçekleştir ve hemen sonra Tablo 2'de 5. kolonda verilen süre içerisinde birleştirme basıncı  $P_3$ 'e lineer bir şekilde çık.
20.  $0,15 \text{ N/mm}^2$ 'lik birleştirme basıncından sonra dudak oluşmuş olmalıdır. Şekil 6'ya göre K değeri her kesitte sıfırdan büyük olmalıdır.
21. Birleştirme basıncı altında Tablo 2'de 5. kolonda verilen süre boyunca soğuma için bekle.
22. Soğuma sonunda kaynatılmış parçaları makinadan demonte et.
23. Ekte verilen alın kaynak föyünü tamamla.

## EKLER

### **EK1- Alın Kaynağı alın kaynak kalitesiyle ilgili dikkat edilecek hususlar**

Başarılı bir alın kaynak elde edebilmek için yukarıda belirtilen parametrelerin dışında;

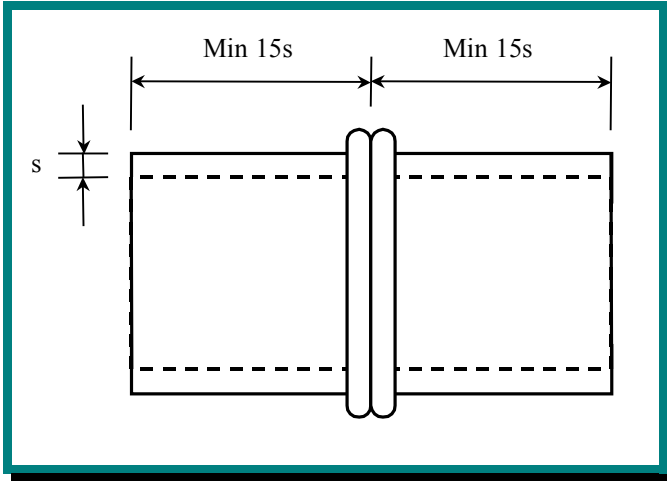
- i) Alın kaynak yapılacak malzemelerin birbiriyle şeklen uyumlu olmasına dikkat edilmelidir.
- ii) Nem, rüzgar veya düşük sıcaklıktaki ortamlarda , alın kaynak parametrelerinin etkilenmemesi için makine çalışma alanı bu etkilerden korunmalıdır.
- iii) Alın kaynak yapılacak boruların alınlarının ısıtma süresi sonunda aynı sıcaklıkta olmasını garanti edebilmek için alın kaynak bölgesi direkt gün ışığı vb. etkilerden korunmalıdır.
- iv) Alın kaynak işlemi öncesinde kaynatılacak boruların alınları toz, çapak.vs olmaması için temizlenmelidir.
- v) Borular, alın kaynak işlemine başlanmadan önce kafalara sağlam olarak bağlanmalıdır. Bu hem parçaların tam olarak merkezlenip doğru bir alın kaynak elde edilebilmesi için gereklidir, hem de parçaların tıraşlama sırasında kafadan kurtulup, operatöre zarar vermesini önlemek açısından önemlidir.
- vi) Alın kaynak işlemi sırasında (soğuma süresi dahil) alın kaynak yapılan parçalar hiçbir şekilde mekanik bir kuvvete ve zorlamaya maruz bırakılmamalıdır. Alın kaynak yapılan borunun diğer kısmı, kolay hareket edebileceği kayıcı bir zemin üzerinde bulunmalıdır. Bu, alın kaynak bölgesine kuvvet uygulanmadan ileri-geri beslemenin sağlanabilmesi açısından gereklidir.
- vii) Tıraşlayıcı bıçağının gerekli keskinlikte olduğundan emin olunmalıdır. Belirli zaman aralıklarında bıçak bilenmeli yada değiştirilmelidir.
- viii) Isıtıcının teflon kaplamasında derin çizik, çentik.vb. olmamalıdır. Bunun için belirli aralıklarla ısıtıcı yüzeyi kontrol edilmelidir.

## EK2- Alın Kaynağı alın kaynak problemleri ve muhtemel nedenleri

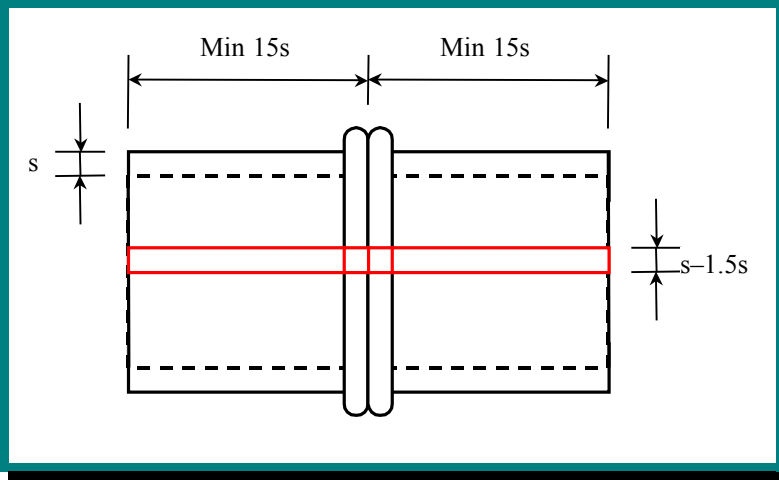
Fazla dudak genişliği	Aşırı ısıtma; fazla birleştirme kuvveti
Dudak orta kısmında oluşan boşluk yüksekliği çok fazla	Fazla birleştirme kuvveti; Yetersiz ısıtma; Isıtma esnasında basınç
Dudak üst kısmı düz	Fazla birleştirme kuvveti; Aşırı ısıtma
Boru etrafında üniform olmayan dudak	Hatalı yerleştirme (merkezleme); Arızalı ısıtma aparatı; Yalıtım ekipman; Yetersiz tıraşlama
Dudaklar çok küçük	Yetersiz ısıtma; Yetersiz birleştirme kuvveti
Dudaklar boru dış yüzeyi üzerine dönmemiş (overlap)	Dudak orta kısmında oluşan boşluk az: Yetersiz ısıtma ve yetersiz birleştirme basıncı Dudak orta kısmında oluşan boşluk çok: Yetersiz ısıtma ve fazla birleştirme kuvveti
Dudaklar çok büyük	Fazla ısıtma süresi
Dudak dış kenarı kare şeklinde	Isıtma esnasında basınç uygulanmış
Pürüzlü dudak yüzeyi	Alın kaynak bölgesine alın kaynak esnasında hidrokarbon bulaşmış

## EK3- Alın Kaynağı alın kaynak kalitesinin kontrol edilmesi

i) Örnek bir birleştirme hazırlanır.



- ii) Görsel olarak birleştirme bölgesi incelenerek aşağıda verilen kabul edilen birleştirme resimleriyle kıyaslanır.
- iii) Örnek birleştirmenin tamamen soğumasına izin verilir.
- iv) Örnek üzerinden şekilde belirtildiği gibi 8 adet parça kesilir.



- v) Kesilen parçanın birleştirme bölgesi görsel olarak aşağıda verilen kabul edilen birleştirme resimleriyle karşılaştırılır. Herhangi bir boşluk, hatalı yanaşma, kaynamamış bölge olmamalı.
- vi) Numune parça uç kısımları birbirine değecek şekilde bükülür.  
Resim var
- vii) Alın kaynak bölgesinde deformasyon gözlemlenmemeli. Sonuç, kabul edilmeyen (aşağıdaki şekillerde gösterilen) bağlantı resimleriyle kıyaslanır. Eğer bir sorun varsa yeni numune hazırlanarak aynı işlemler tekrar edilir.

# Boru ve Boru Elemanlarının Alın Kaynağı Protokol Föyü

- Yerin üstünde  
 Yerin altında

Malzeme

Sayfa

Müşteri	Yürütücü firma	Kaynak Makinası	Hava şartları	Alınan önlemler
Sipariş adı	Kaynakçının adı No	Adı : Tipi : Makina no : İmal yılı :	1 = güneşli 2 = kuru 3 = yağmurlu veya karlı 4 = rüzgarlı	1 = hiç bir şey 2 = şemsiye 3 = tente 4 = ısıtma
Sipariş no.	Supervisorun adı ve şirket bilgisi		Brden fazla durum sö konusu olunca numaraları sırala (ör: 34 = yağmurlu ve rüzgarlı)	

Kaynak no	Tarih	Boru ölçüleri Φdxs mm	Kontrol edilen ısıtıcı sıcaklığı <sup>1)</sup> °C min/maks	Hareket basıncı bar	Birleştirme basıncı (üretici firmanın datası) bar	Set değerleri <sup>2)</sup>		Basıncsız ısıtma süresi <sup>3)</sup> s	Birleştirme süresi <sup>3)</sup> s	Isıtıcının çıkarılması süresi s	Soğuma süresi <sup>3)</sup> s	Ortam sıcaklığı °C	Kod-no		Notlar	
						Basıncsız ısıtma bar	Birleştirme basıncı bar						Hava	Alınan önlemler		

Kaynakçının İmzası:

Tarih ve supervisor imzası:

<sup>1)</sup> İnfrared termometre ile ölçülmeli

<sup>2)</sup> Kaynak makinasının üreticisinin vermiş olduğu tablolara veya hesaplara göre belirlenmelidir. Bu değere hareket basıncı da eklenir.

<sup>3)</sup> Kaynak esnasında gerçekleşen değerleri gir.