

## KAYNAK HATALARI (V)

### GAZ VE PETROL BORU HATLARINDA (PIPELINE) ÇEŞİTLİ ÜLKE NORM VEYA YÖNETMELİKLERİNE GÖRE KAYNAK HATALARININ KABUL EDİLEBİLİRLİK SINIRLARI

Bu normlar arasında en yaygın olan API (American Petroleum Institute) 1104 olduğundan öbürleri buna kıyaslanarak irdelenecektir.

#### *API 1104*

##### *6.31 Yetersiz nüfuziyet*

Max. uzunluk 25,4 mm.

— 304 mm uzunlukta kaynakta, tek hataların toplam uzunluğu max. 25,4 mm.

— 304 mm den kısa bir kaynakta, hataların toplam uzunluğu, dikiş uzunluğunun %8'ini aşmayacaktır.

##### *6.32 Hiza kaçıklığından ileri gelen yetersiz nüfuziyet*

Kenarların ergitilmiş olması halinde hiza kaçıklığına müsaade edilir. Tek hatanın max. uzunluğu 50,8 mm. 304 mm uzunlukta bir kaynakta, hataların toplam uzunluğu max. 76.2 mm.

##### *6.33 İçte içbükeylik*

Bir ergimiş metal fazlasıyla telâfi edilmesi halinde kabul edilir.

- Telâfi edilmemişse:

. max. 6,35 mm veya

. 304 mm uzunlukta bir kaynakta toplam hata uzunluğu max. 12,7 mm

##### *6.34. Ergime noksanı*

- Tek hatalar için max. uzunluk 25,4 mm. 304 mm uzunlukta bir kaynakta hataların toplam uzunluğu max. 25,4 mm.

- Kaynak dikişinin 304 mm den kısa olması halinde hataların toplam uzunluğu dikiş uzunluğunun %8'ini aşmayacaktır.

##### *6. 35. Ergime noktası (yapışma)*

- Tek bir hatanın max. uzunluğu : 50,8 mm

- 304 mm uzunlukta bir kaynakta hataların toplam uzunluğu max. 50,8 mm.

##### *6.4. Aşırı nüfuziyet*

- Çap  $\geq$  60,3 mm:

. hata başına uzunluk : max 6,35 mm veya borunun kalınlığı kadar.

. 304mm uzunlukta bir kaynakta hataların toplam uzunluğu max. 12,7 mm

- çap < 60,3 mm:

. max. 6,35 mm veya borunun kalınlığı kadar.

#### 6.51. Sıralanmış cüruf girmeleri

- Paralel iki hata arasında mesafenin 0,79 mm den büyük olması halinde bunlar ayrı imişler gibi kabul edilir.

- Çap  $\geq$  60,3 mm

. bir hatanın boyutları : uzunluk max. 50,8mm; genişlik max. 1,59 mm.

. 304 mm uzunlukta bir kaynakta hataların toplam uzunluğu max. 50,8 mm.

- Çap < 60,3 mm:

. Bir hatanın boyutları: max. uzunluk 3t; max. genişlik 1,59 mm (t= borunun cidar kalınlığı)

#### 6.52 . Tek cüruf girdileri

- Çap  $\geq$  60,3 mm:

. bir hatanın max. genişliği: 3,17 mm;

. 304 mm uzunlukta bir kaynakta hataların toplam uzunluğu: max. 12,7 mm.

- Çap < 60,3 mm

. bir hatanın genişliği: boru kalınlığının %50'si

. hataların toplam uzunluğu: boru kalınlığının iki katı.

#### 6.61 Küresel hatalar

- Boyut boru kalınlığının %25'inden az ve max. 3,17 mm

- max. dağılma: 6,62'ye bkz.

#### 6.62 Hava kabarcıkları kümesi

- Nihaî paso dışında bütün pasolar için bkz. 6.61

- Nihaî paso için : tek hata max. 1,59 mm.

- Toplam yüzey : max. 126,7 mm<sup>2</sup> ve 304mm uzunlukta bir kaynakta hata max. uzunluğu: 12,8mm.

#### 6.63 Uzun hava kabarcıkları

- Max.: 3,17 mm veya t/4

- max. dağılma: 6,62'ye bkz.

#### 6.64. Çukurlaşmış dikiş

- Bireysel uzunluk: max. 12,7 mm

304 mm'lik dikiş bölümleri başına toplam uzunluk max. 50.8mm.

6,35mm'den büyük iki hata arasında 50,8mm kusursuz kaynak bulunacaktır.

#### 6.7. Çatlaklar

- Krater çatlakları için, max uzunluk 3,96 mm.

- öbür çatlaklar kabul edilmez.

#### 6.8. Süreksizlik grubu

- 304 mm kaynak boyunda max. uzunluk 50 mm veya (oluklar ve hiza kaçıklığı dışında) kaynak boyunun %8'i

### 6.9. Oluklar

- 0,79 mm'den veya boru kalınlığının 0,125'inden büyük olanlar reddedilir.
- 0,4 ile 0,79 mm veya boru kalınlığının 0,06 sı ile 0,125'i arasında olanlar: hatanın max. uzunluğu 50,8mm ve her 304 mm dikiş uzunluğu başına kaynak uzunluğunun 0,17'si.
- 0,4 mm veya boru kalınlığının 0,06'sından küçükse: kabul edilir.
- Kök pasosu için: 304mm 'lik bir dikiş bölümü üzerinde 50,8mm veya kaynak uzunluğunun %17'si.

### 6.10. Boruların, üzerinde kusurlar

Kabul edilmez.

#### 7.1. Tekrarlanan tamir

Bir çatlak gibi telakki edilecektir: kaynak boyunun %8'inden büyük

*Müsaade edilen tamir ve yeniden ele alınacak birleşme*

- Kaynak uzunluğunun %8'inden kısa çatlak

*Ark darbeleri*

- API 1104'de dikkate alınmamış.
- ANSI B31.8.841.244'e göre taşlamadan sonra, kalınlığın şart koşulan minimum kalınlıktan az olması halinde, müsaade edilmez.

*Topraklamadan yanmaları ileri gelen ark*

Bir önceki gibi

## **BAŞLICA ÜLKELERİN NORMLARINA GÖRE PIPELINE LARDA BAZI HATA BOYUTLARI**

Bunları, esas olan Amerikan API 1104 ile kıyaslama örnekleri olarak seçtik.

### 6.51. Sıralanmış cüruf girmeleri

FRANSA (gaz de France). Max. uzunluk: sürekli hatalarda (SLH) 30mm ve süreksiz hatalarda (SZH) 45mm.

Boru çaplarına göre hatalar şöyle ayrılacaklardır:

- . Çap  $\leq$  114,3 mm: SLH'da 6L veya SZH'da 4L (L= hata uzunluğu)
- . 114,3çap<219mm:SLH'da 8L veya SZH'da5L
- . çap> 406,4mm: SLH'da 12L veya SZH'da 6L

FED. ALMANYA (Norm DVGW -gaz için). Max. genişlik: 1,5 mm

- 300 mm dikiş uzunluğunda toplam uzunluk 50 mm'yi aşmayacak.
- Her bir 300 mm dikiş boyunda hataların toplam uzunluğu: 50 mm.
- 150 mm ile ayrılmış hatalar;
- paralel cüruf girme çizgileri, bunlardan birinin ya da ikisini genişliğinin 0,8mm'yi geçmesi halinde, ayrı olarak görülecektir.

İTALYA (Spec. SNAM-gaz ve petrol için).

- Max. uzunluk : 50 mm
- max. genişlik: 1,5 mm; uzunluk/genişlik>3
- hataların toplam uzunluğu 304 mm kaynak boyu için 50 mm'yi geçmeyecek
- 1 mm'den fazla kalınlıkta paralel cüruf girmeleri, ayrı olarak telâkki edilecektir.

İSVİÇRE (Regles techniques N.5.10-gaz ve petrol için)

- Max.: 6 mm
- Tek hataların toplam uzunluğu: 300 mm boyunda bir dikişte max. 40 mm.
- 150 mm ile ayrılmış hatalar

İNGİLTERE (BS 4515 -gaz ve petrol için) API 1104'e göre (Spec- B.G.- gaz için)

- 3 mm küçük genişlik
- 300 mm boyunda dikişte max. uzunluk: 100 mm.

S.S.C.B (Ulusal norm-gaz ve petrol için)

- Boru kalınlığının % 10'undan az derinlik.
- hataların toplam uzunluğu toplam kaynak boyunun 1/6'sına eşit veya bundan az.

6. 52. Tek cüruf girdileri

FRANSA (Gaz de France-gaz için)

- Max. uzunluk : boru kalınlığının %33'ü
- 400 mm lik dikiş bölümü başına max. hata sayısı: 2L mesafesiyle ayrılmış 30

FED. ALM. (Norm DVGW-gaz için). Max genişlik: 3mm

- 300 mm boyunda dikiş üzerinde toplam uzunluk 12 mm yi aşmayacak ve dört tek hatadan fazlası bulunmayacak;
- max. genişlik: boru (e) kalınlığı > 6 mm ise 3 mm; e<6 mm ise 2 mm.
- hataların toplam uzunluğu : 600mm kaynak dikişinde max. 25mm
- tek cüruf girdileri 50 mm kusursuz kaynakla ayrılmış olacak.

İTALYA (Spec. SNAM - gaz ve petrol için)

- t/3 den az genişlik
- max hata sayısı: 300 mm uzunlukta dikişte 4 ve hata boyu toplamı max 13 mm.

İNGİLTERE (BS 4515 - gaz ve petrol için) :API 1104'de göre (Spec. B.G- gaz için)

- 3 mm'ye eşit ya da bundan fazla genişlik

### 6. 61. Küresel hatalar

FRANSA (Gaz de France - gaz için -)

- Max. çap: boru kalınlığının % 33'ü
- 400 mm boyunda dikiş başına max. hata sayısı 30; bunlar birbirlerinden en büyük hata uzunluğunun iki katı mesafeyle ayrılmış.

FED. ALM. (norm DVGW-gaz için) API 1104'e göre

İTALYA (Spec. SNAM - gaz ve petrol için)

Max. 3mm veya boru kalınlığının % 25'den az boyutta

- max. dağılım, API gibi (bkz. 6.61)

İSVİÇRE (Regles techniques N. 5. 10 -gaz ve petrol için)

- Max. 1,5 mm
- 10 mm aralıklı hatalar için 0,5-1,5 mm.
- cm<sup>2</sup> başına 6 hata hesabıyla max. 0,5 mm'den az.

İNGİLTERE (BS4515 - gaz ve petrol için) API 1104'e göre (spec. B.G.- gaz için) API 1104'e göre

S.S.C.B (Ulusal norm - gaz ve petrol için)

- Max. uzunluk: 2,7 mm
- Boru kalınlığına indirgenmiş max. hata boyutları:
  - . komşu iki hata arasındaki mesafenin en az boru kalınlığının 3 katı olması halinde. % 20
  - . bu mesafenin en az boru kalınlığının 2 katı olması halinde. % 15
  - . bu mesafenin boru kalınlığının 2 katına ama bir hatanın boyunun 3 katına eşit ya da bundan fazla olması halinde, %10.

### 6.62. Hava kabarcıkları kümesi

FED. ALM. (DVGW - gaz için) API 1104'e göre

İTALYA (Spec. SNAM - gaz ve petrol için)

- Boru kalınlığının %25'inden az veya max. 3 mm.
- Dağılım için bkz. API 6.61

İSVİÇRE (Regles techniques N. 5.10 -gaz ve petrol için)

- Hava kabarcık grupları 50 mm aralıkla ayrılmış olacak.

İNGİLTERE (BS4515 - gaz ve petrol için) API 1104'egöre (Spec. B.G - gaz için) AP 1104'e göre

S.S.C.B. (Ulusal norm-gaz ve petrol için) Nihâî paso için :

- Max. boy:  $L < 3d$  ama  $< 2,7$  mm olduğunda boru kalınlığının % 10'u
- 500 mm dikiş boyu başına toplam uzunluk max. 30 mm.

6.63. Uzun hava kabarcıkları

FRANSA (Gaz de France - gaz için)

- Max. uzunluk : boru kalınlığının % 33'ü.
- 400 mm kaynak boyu başına max. hata sayısı : 20; bunlar en büyük hatanın iki katından az bir mesafeyle ayrılmışlardır.
- max. uzunluk: 60 mm.

FED. ALM. (DVGW - gaz için) AP 1104'e göre

İTALYA (Spec. SNAM - gaz ve petrol için)

- Max. uzunluk : 8 mm veya  $t/2$
- Max. dağılma: bkz API 6.61

İSVİÇRE (Regles techniques N. 5.10 - gaz ve petrol için)

- Max. uzunluk: 100 mm mesafeyle ayrılmış, 5 mm.

İNGİLTERE (BS4515 - gaz ve petrol için) AP 1104'e göre (Spec B.G - gaz için)AP 1104'e göre

6.64. Çukurlaşmış dikiş

FRANSA (Gaz ve France - gaz için) Dikkat nazara alınmamış

FED. ALM. (DVGW gaz için) IIS/IIW 'nin radyografilerine göre (yeşil ya da mavi kalite)

İTALYA (Spec SNAM - gaz ve petrol için)

- Uzunluk  $< 13$  mm
- 300 mm dikiş boyu başına max. 50 mm

İSVİÇRE (Regles techniques N. 5. 10 -gaz ve petrol için)

- Max. uzunluk: 13 mm
- 300 mm dikiş boyu başına max. 50 mm.

İNGİLTERE (BS4515 - gaz ve petrol için) API 1104'egöre (Spec. B. G - gaz için) 300 mm dikiş boyunda max. uzunluk : 100 mm

#### 6.7. Çatlaklar

FRANSA (Gaz de France - gaz için) Red; birleşme yeri tamir edilecek

FED. ALM. (DVGW - gaz için) Red.

İTALYA (Spec. SNAM - gaz ve petrol için) Red.

İSVİÇRE (Regles techniques N. 5.10-gaz ve petrol için)

- Krater çatlakları, max. uzunluk: 4 mm
- 300 mm dikiş boyu üzerinde hataların max. uzunluğu :150 mm kusursuz kaynakla ayrılmış 10 mm.
- Sair çatlakları : red.

İNGİLTERE (BS 4515 - gaz ve petrol için) API 1104'egöre (Spec. B. G. gaz için)

- Krater çatlakları, max. uzunluk: 5 mm.
- Sair çatlaklar : red.

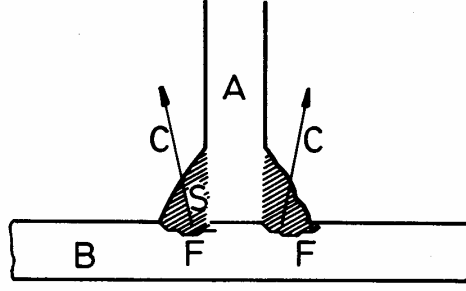
S.S.C.B. (Ulusal norm - gaz ve petrol için) : red.

Buraya kadar, meydana gelen kaynak hatalarının mahiyet ve nedenlerini özetlemeye çalıştık.

Kaynak hatalarından meydana gelen kazalar arasında en yaygın tipler şunlar olmaktadır : yorulmadan ötürü tedrici çatlamlar, gevrek denilen kırılmalar, ve nihayet kaynaklı saçlarda lameller kopmalar.

Prensiplerini daha önce izah etmiş olduğumuz olayın, kaynaklı konstrüksiyonun baş döndürücü gelişmesi içinde nedenlerinin bilinmesinin önemi itibariyle üzerinde biraz daha duracağız. İşe iki örnek zikretmekle başlayacağız.

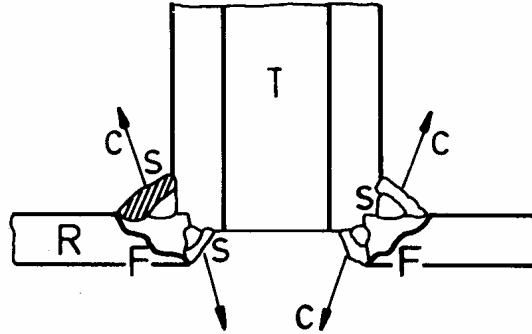
Örnek 1. - İki A ve B saçı Şek. 1 'de görüldüğü gibi S kaynaklarıyla birleştirilmişler; kaynak ilâve metalinin katılması, bu metalin bir büzülmesiyle sonuçlandığından, B saçma az çok dikey C gerilmeleri hasıl olur.



Şek 1

O ise ki bir çelik hiçbir zaman tam saf değildir; çeliğin kalitesine göre az ya da çok, saflığı bozan maddeler içerir, ingotun katılaşmasından sonra bunlar çelik içinde girme ya da girme kümeleri halinde kendilerini gösterirler; haddeleme bunları yüzeylere paralel olarak yassıtır; bu yassılmış kümeler, onları çevreleyen metalinkinden farklı plastikliği haizdirler. Bunlar C zorlamalarının etkisi altında kendilerini bırakırlar ve F'de çatlamlar meydana gelir. Bu, lameller kopmaz; terim, girmelerin yassılmış düzlemini ifade eder. Bu tip birleşme, basitliğiyle ne kadar çekici olursa olsun, en tehlikelilerinden biridir.

örnek 2. Bir boru, bir rondeleye dikey olarak kaynak edilmiştir (Şek. 2). Kaynak iki pasoludur: bundan birbirine ters yönde iki C gerilimi hasil olur, bunlar rondele kalınlığının eni yönünde etki yaparlar ve böylece de F'de merdiven şeklinde kopma meydana gelir. İlerde bunların ayrıntılarına döneceğiz.



Şek 2

Bu kopma olayı, çalışma sırasındaki zorlamalar, titreşimler vb.'den hasil olur veya bunlar kaynaktan hasil olmuş zorlamalara yardımcı olurlar . Bu ikinci örnekte T borusunun etrafında ani duruş ve kalkışlı almaşıklı rotasyonlar, rondeleye etki yapan zorlama ve darbeler, lameller kopmaya yatkınlığı önemli miktarda artırabilir.

Sayısız denecek kadar çok değişik tipte olan dış zorlamalar bir yana bırakarak olayın başlıca etmenlerinin iki olduğunu söyleyebiliriz:

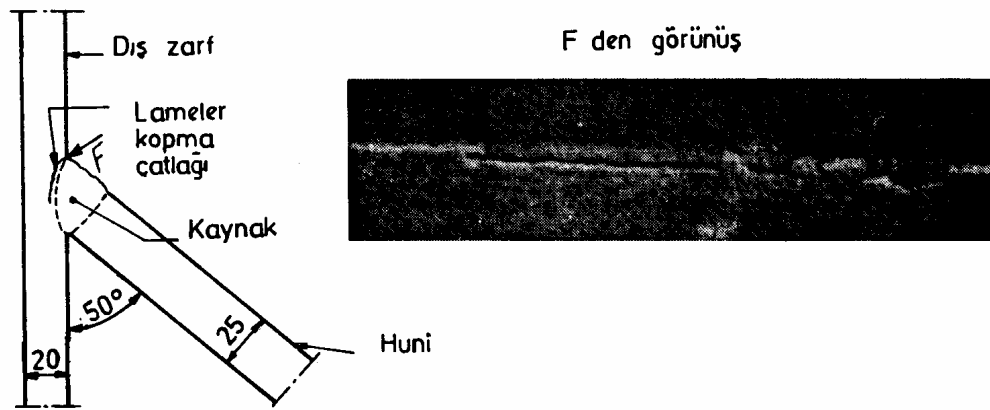


. Çeliğin kalitesi : içerdiği safiyeti bozucu element miktarı;

. Kaynak zorlamalarının nasıl olması, bunların yönü, şiddeti; bunlar bir yandan birleşmenin mekanik tasarımı, öbür yandan da birleşmelerin hazırlanma ve kaynağın uygulanma şekillerine yakından bağlıdır.

Şimdi, lameller kopmalardan kaçınmak için saçlar üzerinde yapılan deney ve kontrolleri özetleyelim.

Bu konuda çok karakteristik bir olay, 1960'da bir kalsiyum karbürü (karpit) stokaj silosunda vaki olmuştu. Malzeme, hafif bir fazla basınçlı azot atmosferi altında stok edilmişti. Başlarda sızdırmaz olarak saptanmış olan silo, doldurulmadan birkaç hafta sonra sızdırmaya başlamış. Kaçak o denli artmış ki artık azot fazla basıncını tutmak mümkün olmamış; 20 mm kalınlıkta saçlar üzerinde yapılmış açılı kaynaklarının çevre (borda) çatlaklar arzettiği ve dikişlerin "çözülme" olduğu görülmüştür. (Şek. 3) O ise ki kaynaklar, kaynak sırasında ve işlem sonrasında ciddi kontrolden geçmişti. Ama metalla kaynak malzemesi her türlü kuşkudan uzak bulunuyordu.



Şek.3.- Bir kalsiyum karbür silosunun dış zarf - huni birleşmesinde lameller kopma

Kopmalar, birleşme bölgesinin altında, IEB'de vaki olmuştu ve mikroskopta tetkik edilmiş kırıklar, lameller kopma ile kırılmanın karakteristik "merdivenli" görünümünü arz ediyordu.

Böylece ultrasonik muayene "olaydan sonra" bununla ilgili hasarları belirtmek için ilk aracı olmuştu. Sonradan ona, "önleyici" yöntemlerin saptanması için de başvurulacaktı.

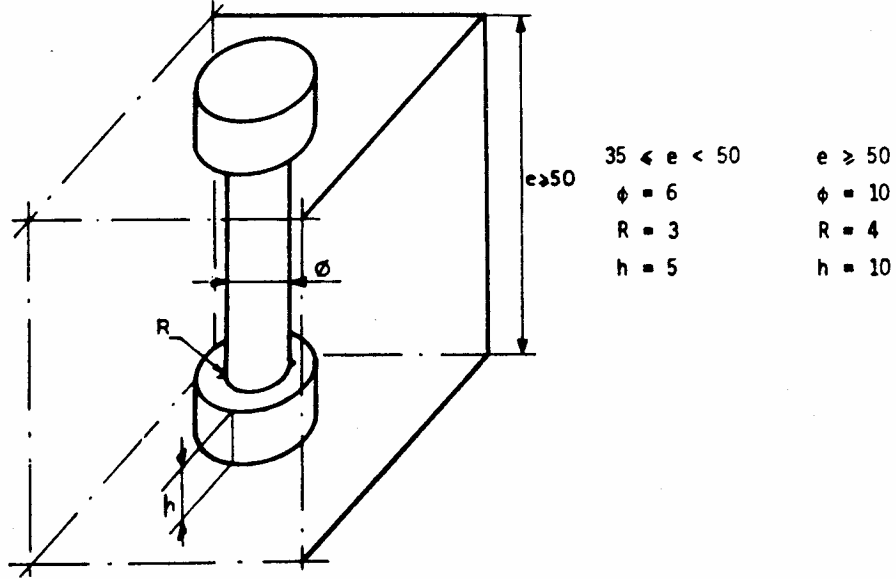
#### TAHRİBATLI DENEYLER

##### Sınıflandırma

Genellikle kısa-en yönünde vaki olayların izahı için başlarda tasarlanmış deneylerin hemen hepsi, deney parçalarının imali için kaynağa başvurmuş. Bununla birlikte birçok laboratuvar da kaynaksız parça kullanmış. Bu itibarla biz burada sırasıyla, kaynaksız deney parçalarıyla kaynağın bir zorlama unsuru olarak kullanıldığı deney parçalarını tefrik edeceğiz. Ve nihayet kaynağın, uygun geometride deney parçası imalinde kullanıldığı parçaları irdeleyeceğiz.

### Kaynaksız deney parçaları üzerinde deneyler

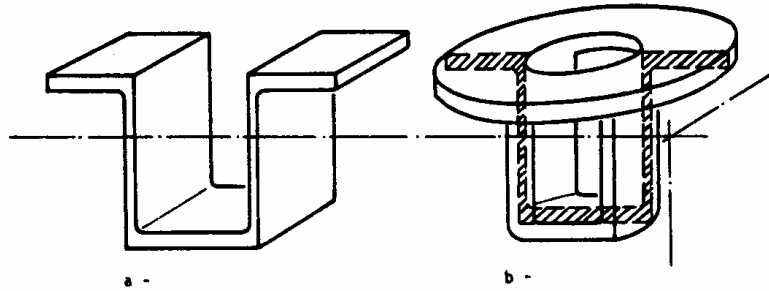
Burada da bir ayırım yapmak zorunluğu ortaya çıkıyor : 50 mm'den fazla kalınlıkta saçlarda çekme deneyi çubuklarının imali kolay olmaktadır (Şek. 4)



Şek. 4.- Fransız NF A36-302 normuna göre kısa-en yönünde çekme deneyi parçası

### Özel deney parçaları üzerinde deneyler

Haddelenmiş ürünlerin davranışlarının etüdü için Brodeau tarafından bir özgül deney tipi meydana getirilmiştir (Şek. 5a ve 5b).



Şek 5.- Brodeau deneyleri için deney parçaları.  
a= normal;  
b= değişik

Çekme deneyleri, özel tasarımının dış kabuklara çok yakın bölgeleri dikkat nazara alma olanağını verdiği deney parçaları (numuneleri) üzerinde yapılır ki bu, son derece ilginç olmaktadır. Bu deneyler kopma mukavemeti, elastikiyet sınırı, kopma uzaması ve büzülmesini

saptamak ve bu değerleri uzunlamasına ve uzun - en yönlerinde aynı koşullar altında saptanmış olanlarla kıyaslama olanağını verirler. Gerçekten bunların arasında en anlamlısı yanal büzülme değeri olmaktadır.

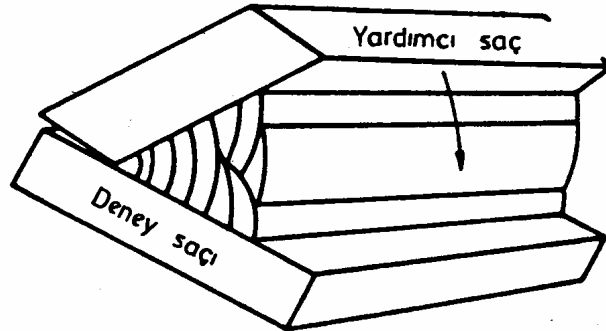
#### *Kaynaklı numuneler üzerinde deneyler*

Bu numune ailesi iki alt gruba ayrılır: kaynak bunlarda ya tek başına, ısıl-zorlama aracı olarak; ya da, uygun eklentiler sayesinde, metalin bütün kalınlığınca zorlanmasını sağlayan bir yardımcı olarak iş görür.

Bu tipe ait deneyler çok sayıda mevcut olup aşağıda bir genel görünümü vermekle yetişeceğiz.

#### *a. Kaynağın tek başına işe karıştığı deneyler*

Bunların en anlamlısı Helliott tarafından teklif edilmiş olup bu, metali zorlamak için enine çekmeden hasıl olan "menteşe etkisi" ni kullanmaktan ibarettir. Her ne kadar ele alınan kriter nicel (kopmayı hasıl etmek için gerekli kaynak kenarı uzunluğu) ise de elde edilen sonuçlar daha çok nitel olmaktadır; bununla birlikte bunlar denenen ürünlerin iyi bir sınıflandırılmasına imkân verirler.



**şek. 6.- Helliott (Cranfield) deneyi**

#### *b Kaynağın mekanik olarak zorlanmış numune imali aracı olarak işe karıştığı deneyler*

Aşağıdaki şek. 6 serisi, kullanılan başlıca numuneler hakkında genel fikir verir. İzahat arasındaki

- (1)  $R_m$  = Kopma muk.;  $R_e$  = elastik sınır;  $\%A$ =uzama  
Zl = yanal ya da enine büzülme (prismatik numune)  
Zd = çapta büzülme (silindirik numune)  
X = haddeleme yönü; Y= uzun-en yönü; Z = kısa-en yönü (rnn kalınlığının)  
e = kalınlık  
 $0^\circ C$  = deney sıcaklığı; TT. = ısıl işlem; S% = kükürt oranı
- (2) lcr = çentikler arasındaki mesafenin kritik değeri, şöyle ki bu değerin üstünde

kopmanın yayılması artık merkezden kaçmış çentik yönünde olmayacaktır.

$l_0$  = bir homogen ve ideal isotrop (eşyönlü) malzeme için  $l_{cr}$ 'in değeri

(3)  $A_m$  = ana metalda kopmuş kesit  $A_w$  = ergimiş metalda kopmuş kesit

(4) Bu deney Fransız NF A 36-202 normuna ithal edilmiştir. Sürtünme ya da elektron huzme kaynakları gibi "az karışmalı" kaynak süreçlerinin kullanılması bir yandan ısıl sayıklı, öbür yandan da deney sırasında dikkat nazara alınmamış olan yüzeysel bölgenin önemini azaltmak olanağını sağlar.

### *ÇEKME*

Farrar - Dolby deneyi (şek. 6a), denenecek saçtan bir örneklikten; buna kaynaklı, kaynak ağzı açılmış bir yardımcı saç ve kaynakla birleştirilmiş iki uzatmadan, ibarettir.

Deney parçanın (numunesinin) özel geometrisi, zorlamaların dikişin kökünde toplanmalarına götürür, bu toplanma da, kopma başlamasının deney saçının kalınlığında vaki olmasına yardımcı olur.

Bunların dışında Farrar- Dolby numunesi zorlama - şekil değiştirme eğrilerinin çizilmesi, dokunun tetkikine imkân verir. Böylece de bütün kalınlık tetkik edilmiş olur, kaynağın etkisi saptanır.

Meyer numunesi (Şek. 6b) de çekme ile kırılır. Bunda Z boyunca  $R_m$  saptanır, doku değerlendirilir.  $R_m$  ile lameller kopma arasında farzedilecek ilişki devreye girer.

Prismatik veya silindirik numune (Şek. 6c), X, Y, Z boyunca  $R_m$ ,  $R_e$ , %A, %Zl veya Zd'nin saptanmasını; girmelerin, %S'ün ve T.T. nin etkilerinin değerlendirilmesini sağlar, dokunun görünümü belli olur. Ayrıca önemli olanaklar sağlar (4). Ancak bunda kaynak yüzey tabakalarını etkiler.

### *ÇENTİK DARBE*

Prismatik numuneler (Şek. 6d), çentik darbe mukavemeti (ve şekil değiştirme) ile X,Y,Z,e, 6°C. T.T., %S arasındaki ilişkiyi verir.  $l_{cr}/l_0$  (2) lameller kopmaya hassasiyetinin saptanmasını sağlar. Ancak burada da yüzeysel tabakalar kaynaktan etkilenirler.

### *EĞME*

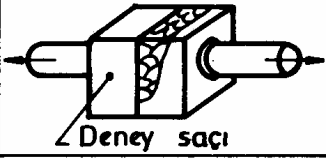
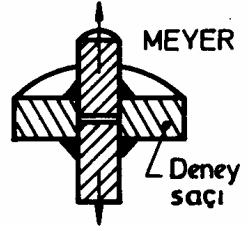
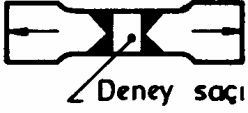
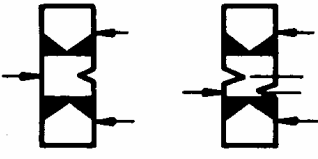
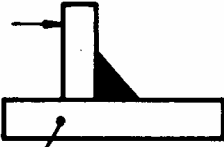
Bu deneyde (Şek 6e) lameller kopma ile  $\frac{A_m}{A_w + A_m} \times 100\%$  (3) kırılma yüzey yüzdesi değerlendirilir.

Bunda dış tespit olmadıkça çekme serbesttir. Ancak  $A_w$  ve  $A_m$  'in değerlendirilmesi güç olmaktadır.

### *KRİTERLERİN SEÇİMİ*

Genel olarak kaynaksız numuler (deney parçalan) malzemenin özünü nitelik lerini nicel olarak tanımlamak olanağını verirler ama saçların dış kabuklara çok yakın bölgelerin davranışlarını değerlendiremezler; o ise ki bu husus kaynakçılarının işine gelmez şöyle ki gözlenen kazaların çoğunluğu hep bu bölgelerden kaynaklanır.

Kaynaklı numuneler ise, yüzeysel bölgelerin davranışlarını açığa çıkarmak imkânını verir ancak bir kaynak işlemini devreye soktuğundan deney "safiyet" inden kaybeder. Gerçekten, etkisinin nicel olarak değerlendirilmesi güç olan çok sayıda etmen, ezcümle ısıl sayıklın işleyişi, eğer kullanılmışsa ilâve kaynak metalinin nitelikleri, hidrojenin muhtemel yayılması (difüzyonu) vb..., işe karışır.

Deneş Şekli	Deneş Parçası Tipi
ÇEKME	FARRAR DOLBY  Deneş saçı
	MEYER  Deneş saçı
	PRİSMATİK VEYA SİLİNDİRİK  Deneş saçı
ÇENTİK DARBE	PRİSMATİK  1. Basit çentik      2. Çentik
EĞME	CLIP - TEST  Deneş saçı

Şek. 6a, b, c, d, e

Herhangi bir deney tipinin seçimi bir yandan varılacak amaç, öbür yandan da ekonomik kriterlere bağlıdır.

#### YARI-TAHRİBATLI DENEYLER

H. Gerbeaux ve P. Berthet işin üzerinde, yani imalât sırasında, bir mamulün kalitesini saptamaya ve böylece de gerekli kararları almaya imkân veren bir özel teknik geliştirmişlerdir.

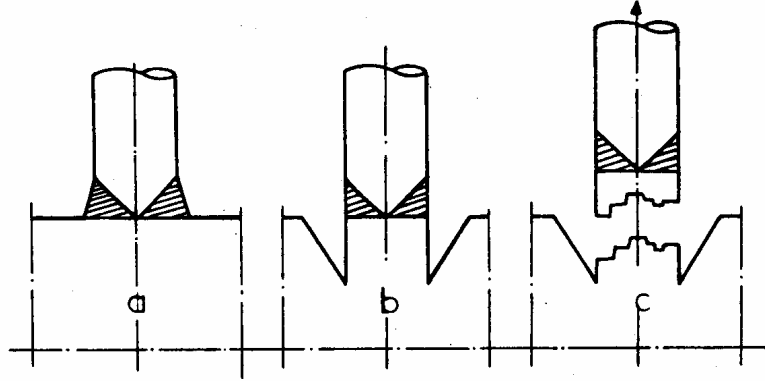
Bu "travers-test" (Şek. 7), kendisinden şüphelenilen saçın kabuğuna bir silindirik çubuğu ark kaynağı ile birleştirmek; ortası delikli özel uç profilli bir freze bıçağı ile çubuğun dibini oyarak mamulün kabuğundan uygun bir kalınlığı çıkarmak ve krikolu bir sistemle bir çekme zorlaması uygulayarak koparmaktan ibarettir.

Şek. 7.- "Travers-test" yarı-tahrifatlı deney.

a- Deney çubuğunun kaynağı

b-Tetkik edilecek bölgenin tornada açılması

c -Denenen kısmın kopması



Bu deney mamulün kopma mukavemetini ve kısa-en yönünde kopma büzülmesini tanımlamak olanağını sağlar. Ancak bununla kalmayıp ayrıca araştırılan bölge iç yapısının ilginç bir nitel değerlendirilmesine imkân verir. Deney her pozisyonda basitçe ve çabuk uygulanabilir ve konstrüksiyon üzerinde dolgu ile kolayca tamir edilebilen bir yara bırakır.

#### TAHRİBATSIZ DENEYLER

Bunların başında ultrasonik muayene gelmekte olup bunların ayrıntılarına burada girmeyeceğiz.

#### SONUÇLAR - EĞİLİMLER -PERSPEKTİFLER

#### TAHRİBATLI DENEYLER

Kısa-en yönünde çıkarılmış silindirik numuneler üzerinde çekme deneylerinden elde edilen büzülme değerleri, halen lameller kopma tehlikesine karşı mamulleri nitelendirmek için, en genel olarak kabul edilmiş kriter olmaktadır. Bu eğilim çeşitli ülkelerde yürürlükte olan birçok norm tarafından onaylanmaktadır. Bu arada Fransız NFA 36-102 normu, sırasıyla % 10-15 ve 25'e eşit büzülme garantisi edildiği üç mamul tipini tanımlamaktadır.

Bununla birlikte işbu deney yöntemi bir çare olarak uygunsuz da daha tatmin edici ve daha pahalı yöntemleri gerektiren etüdler için uygun olmayabilir

Özellikle kaynağa başvurmadan ince ürünlerin kabuklarının yakınına kadar kısa-en büzülmesini değerlendirmek olanağını sağlayan Brodeau deneyi büyük hizmetler görebilir.

Ve nihayet bir mekanik deneyin sağladığı verilerin yerel mahiyette olduğu (yani sadece deneyin uygulandığı yerin karakterini belirttiği) gözden uzak tutulmayacaktır; o ise ki lameller kopmadan sorumlu girme alanları rastlantıya bağlı olarak dağılmışlardır.

#### *YARI - TAHRİBATLI DENEYLER*

Bunlar, verebilecekleri hizmet ölçüsünde değerlendirilirler ve örneğin lameller kopmadan doğan olayların yerel olarak belirlediği bir konstrüksiyon çerçevesinde uygulanabilirler.

#### *TAHRİBATSIZ DENEYLER*

Haddelenmiş mamullerde girmelerin durumunun saptanmasıyla lameller kopmanın önlenmesine imkân vermek üzere yürütülen son yılların çalışmaları çok ilginç perspektiflere varmaktadır. İş kalıyor herşeye rağmen zorunlu olarak başvuru bir miktar öznel değerlendirmeleri asgariye indirmeye veya, daha iyisi, bunlardan tümünden kurtulmaya. Bununla birlikte bu alanda tahribatsız muayenelerin getirdikleri, konunun genel bağlamında sorunun öğelerinden sadece bir tanesi olarak telâkki edilecektir; öbür başlıca faktörler, kaynakçının istifadesine sunulan ürünlerin hazırlanmasına getirilen geliştirmeler olmaktadır; bunun yanısıra riskleri azaltmak üzere tasarımcıların çizimlerde yapacakları Islâhat ve kaynak koşul ve sırasının uygun seçimi zikredilir.

Yukardaki mülâhazalardan malzeme seçimi hususunda tasarımcıya büyük sorumlulukların yüklendiği belirgin olmaktadır.

Her türlü konstrüksiyon projesinin hazırlanması, beraberce yürütülmesinin gerektiği iki görevi içerir. Bunlardan biri, tasarım, bir yandan malzemelerin, öbür yandan da işi teşkil eden elementlerin tertip ve şekillerinin seçimini ilgilendirir; o, projenin inisyatif, kavrayış ve deneyimi işidir.

Öbürü ise, taşınacak zorlamalar ve sağlanacak garantilere göre verilecek boyutları belirten hesaplarla ilgilidir. Bu işler, aslında, en güç olanıdır şöyle ki esaslar iyice kesin ve güvenilir değildir: karşılanacak değişik zorlamalara karşı kullanılan malzemelerin davranışındaki tutarsızlık hakkındaki bilgiler çoğu kez yetersiz kalmaktadır. Böylece de genellikle fazlaca özetlenmiş kural ve yönetmelikler sadece ideal homogen ve isotrop malzemelerden söz ederler; o ise ki malzemeler bunun çoğu kez çok uzağında bulunurlar. Bu itibarla, bu gibi belirsizliklerle karşı karşıya bulunan projeci bu riskleri azaltacak önlemlerin bilinci içinde olacaktır.

#### *İsotropi yokluğu (anisotropy)*

İsotropluk sadece kuralına uygun şekilde döğülmüş parçalar ya da iyi kalite dökme ürünlerde bulunur. Haddelenmiş, çekilmiş veya ekstrüzyonla meydana getirilmiş malzemeler, buna karşı, yönlere göre farklı karakteristikler arzederler. Yassı hadde mamullerinde metalürjist boy'u (haddelenme yönü) geniş-en ve dar-en 'den (kalınlık içinde nitelikler) tefrik eder.

Yuvarlak, kare ve benzer hadde ürünlerinde sadece iki yön faydalı olarak belirir • boy ve en.

Kullanılabilen malzemeler için metalürjist sadece

- çubuk ve profillerle yassı mamullerde uzunlamasında.

bazı saç kategorileri için uzunlaması ve geniş'en'de garanti vermektedir.

İsotropi noksanı (anisotropy), malzemenin kristal yönlenmesine (liflenme) bağlıdır. Saf metallarda göreceli olarak az olup adi malzemelerde buna çok rastlanır. Nedenlerini daha önce görmüştük.

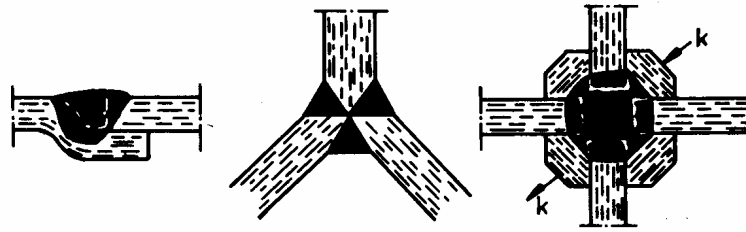
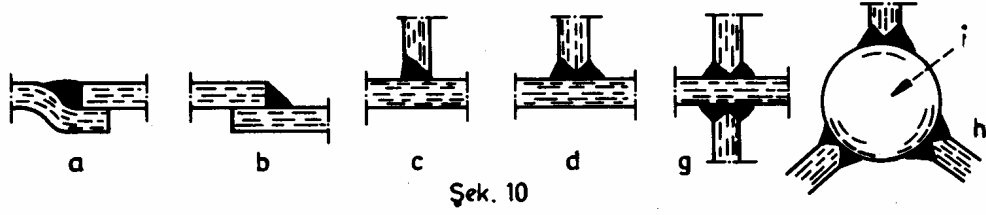
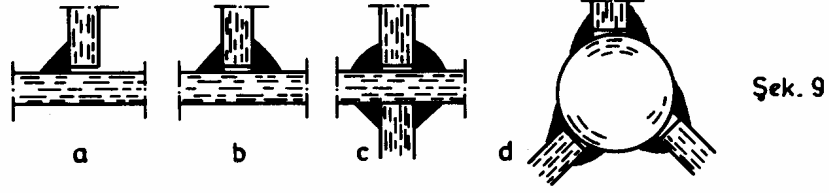
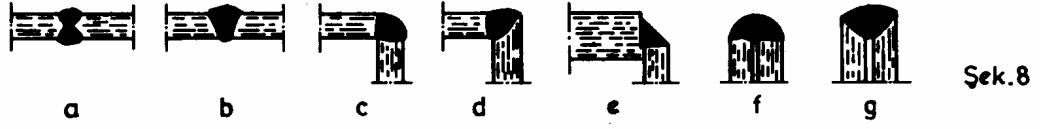
Mutat çelikler, ekonomik mülâhazalarla nispeten "karışık" ürünler olduklarından, lameller kopma tehlikesine maruzdurlar; genellikle uygulanan tek yönlü haddeleme, ürünün enime duyarlılığını artırmaktadır. Çelik desokside edilmişse (kaime edilmişse), yani homogen hale gelmişse, anisotropy'si kesitin tümüne yayılır; efervesan (desokside olmamış halde) işe, toplanmaların vaki olduğu bölgelerde lameller kopma tehlikesi daha büyüktür, ama buna karşılık bu tehlike dış kabukta çok azalmış durumda olur.

Bu arada "desoksidasyon (kalmaç)" un, malzemenin meydana geliş süreci gereği içerdiği oksidin silisyum, alüminyum ve titaniyumla redüklenmesi olduğunu hatırlatalım.

#### KAYNAKLI BİRLEŞTİRMELERİN LAMELLER KOPMA RİSKLERİ

Bazı kaynaklı birleştirme tertiplerinin lameller kopma tehlikesinin dışında kalmalarına karşın başkaları, buna duyarlı olmaktadır. Şek. 8-14'de özet olarak lameller kopmaya göre kaynaklı birleştirmelerin sınıflandırılmaları görülür. Bütün bu krokiler üzerinde, haddelenmeden hasıl olmuş elyaf yönlenmesi gösterilmiştir.





Şek. 8 - 14

Şek. 8'de görülen birleştirmelerde kabuk üzerinde birleşme olmayıp lameller kopma tehlikesi bunlar için bahis konusu değildir. O ise ki şek. 9'daki "kabuk-kabuğa" birleştirmede bütün birleşmiş elementler lameller kopma tehlikesine maruzdurlar şöyle ki çekme ya da hizmet sırasında hasıl olan zorlamalar bunların aleyhine çalışmaktadır.

Bütün bu krokiler üzerinde çizgiler, haddelemeden hasıl olan liflenmenin yönlenmesini gösterir.

Şek. 10'daki dilim-kabuk kaynaklı birleştirmeleri sadece kabuk üzerindeki birleşmeleri lameller kopmaya maruz bırakırlar; bu itibarla şek. 9'a göre bir ileri aşama oluştururlar.

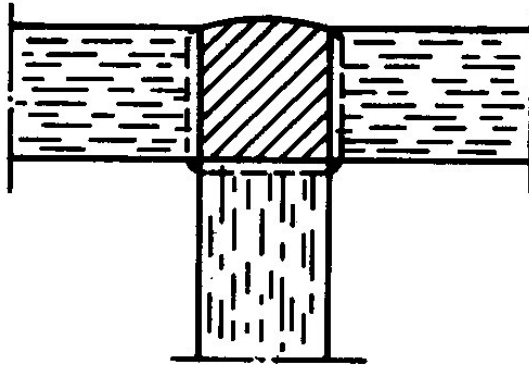
Şek. 10'daki durum, kıvrık elementin az çok tümüne nüfuz eden derin nüfuziyet kaynak kullanılarak daha da emin hale getirilir (Şek. 12).

Şek. 10h'da aracı *i* parçası, herhangi bir kısa-en'i haiz değilse de, lameller kopma tehlikesinden bağışık değildir; ancak *i* çubuğunun çok iyi bir homogen çelik ya da döğme çelilten imal edilmiş olması halinde bu tehlike ortadan kalkar. Tasarımcı pekâlâ bu parçayı bırakıp Şek. 13'deki tertibe yönelebilir: bunda hiçbir tehlike olmadığı gibi bu tertip ayrıca zorlamaların dağılımı bakımından da mükemmeldir. Her halükârda böyle bir tertip. şek. 9d ve 10h'nın yerini almalıdır.

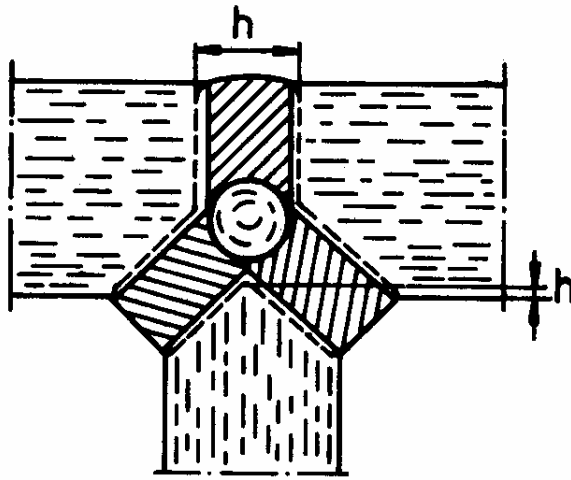
Dikey cürufaltı (electroslag) kaynağının uygulanması halinde ve ele alınan kalınlıklar 20 ilâ 60 mm olduğunda, işbu *i* (şek. 10h) bağlantı parçası yerine kesişme oluşturan, kaynak metalinden bir prizma meydana getirilebilir. Şekli (k) kalıplan, ergimiş metali tutar.

Şek. 9a ve b'deki T birleştirmelerini etkileyen riskten kaçınmak o kadar kolay olmamaktadır. Parçaların kalınlığı nispeten az olduğundan iyi bir çözüm, üç saçtan bir T birleştirmesi meydana getirmekten ibarettir. Ancak burada ergimiş kaynak metali miktarı % 50 kadar fazla olur. Daha kalın parçada, şek. 16'da görülen tertip daha ekonomik gibi görünür. Elektrogaz kaynağı ergimiş metalin  $k$  genişliğini azaltmak imkânını verir. Mamafih, çok dar bir birleşme ile, yanlış bir liflenmiş  $h$  bölgesi belirir.

Halen şek. 15 ile 16'daki çözümler henüz yaygın olmayıp 9b,c ve 10b, c ve d'deki tertipler, beraberlerindeki risklerle birlikte, çok kullanılmaktadır. Bu riskleri aşağıda tarif ediyoruz.



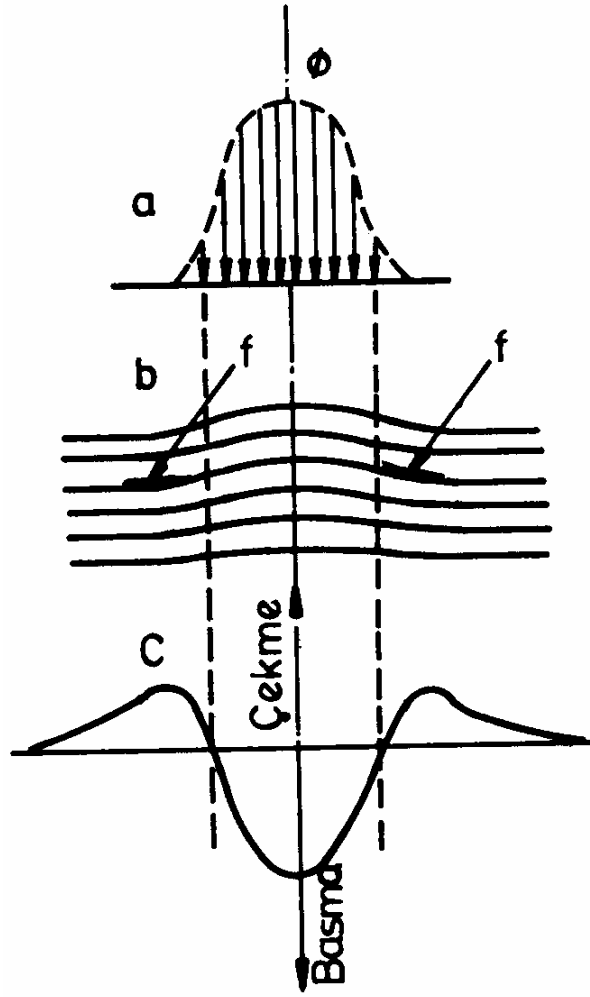
Şek 15



Şek 16

*Kabuk üzerine kaynakta lameller kopmanın başlaması*

Etkisinin bütün çapraşıklığına rağmen elektrik arkının yerel ısıl etkisi, ana metala bir yerel  $\phi$  ısı akımını göndermesinden ibaret olup bunun dağılımının Gauss fonksiyonuna uygun olduğu sanılır (şek. 17a).



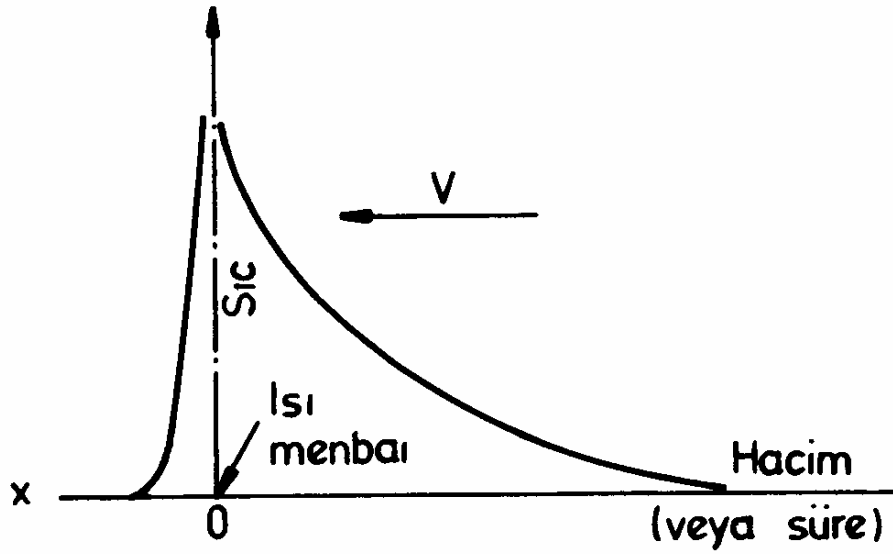
**Şekil 17**

Burada, daha önce kısaca söylediklerimizin biraz ayrıntılı izahını yapacağız.

Yüzeyde olduğu kadar derinde hasıl olan ısı yükselmesini metalin tekabül eden bir yerel genişmesi izler; bu genişmenin haddelenmiş parçanın elyafına bileşkeni tehlikelidir (Şek. 17b). Bu nedenle sıcak metal, bir çevresel çekme ile dengelenmiş bir dikey basmaya tabidir (Şek. 17c). Isıl gelişmenin hız ve şiddeti o denlidir ki elastik sınır geçilmiş olur; bu da, büyük plastik şekil değiştirmeleri beraberinde sürükler. Şekil değiştirmelerin böyle bir dinamiği genellikle analize pek gelmemektedir. Gerilmiş çevresel bölge içinde metali zayıflatan uzamış girmelerin bulunması halinde, f gibi lameller kopma çatlakları böylece, ısınma aşaması sırasında meydana gelir. 1200°C'a varan bölgelerde ergimiş kükürtlü girmelerin hiçbir mukavemete sahip olmamalarının yanısıra bunlar, ıslatmayla, hasarın gelişmesini teşvik ederler.

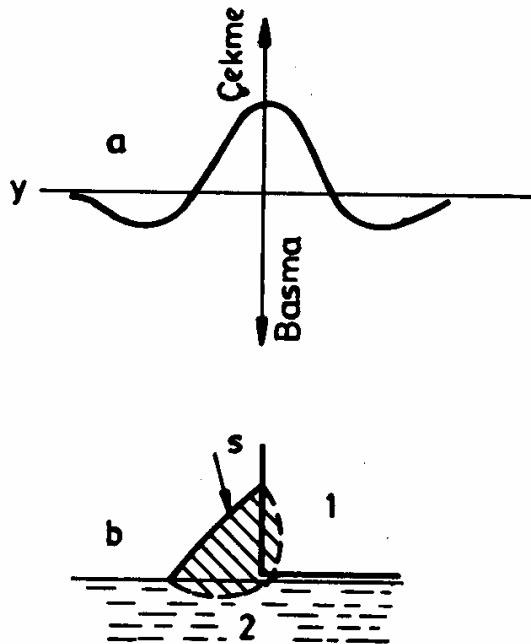
Elektrik arkı, dikişin çekilme hızı olan sabit V hızıyla ilerlediğinden, meydana gelen ısı dağılımı, kaynak düzleminde şek. 18'deki görünümü arzeder, burada çok hızlı bir sıcaklık

yükselmesi, arkasından da daha yavaş bir soğuma görülür.



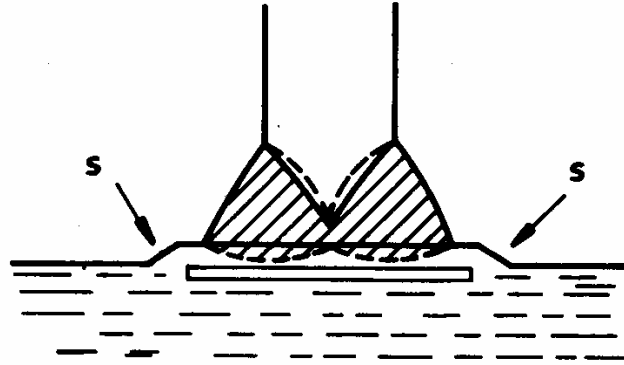
Şek 18

Soğuma sırasında kalınlık içindeki çekmeden dolayı, ters bir olay vaki olur: kaynaklı bölge, yanal basmalarla dengelenmiş bir çekmeye maruz kalır (Şek. 19a) s dikişinin elementine bağlantısının 2 ile temas halinde olması (Şek. 19b) durumunda, kaynağın çekmesi sırasında etki yapan çekme gücünü hissedilir derecede artırır; böylece de ısınma sırasında dikiş dışında başlamış kopmalar (Şek. 17b'de f), soğuma sırasında sonradan dikiş altında gelişebilirler.



Şek 19

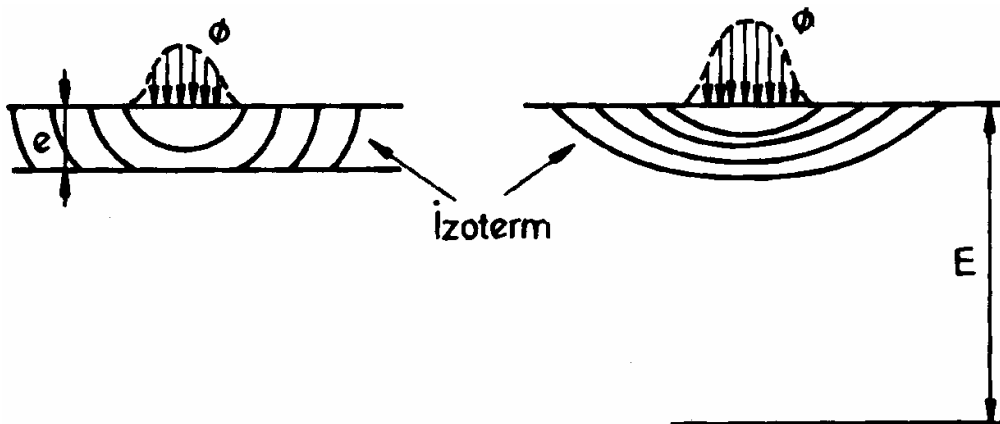
İstisnâî hallerde hasas malzemede kaynakta kopma şeklindeki hasarlar o denli yaygın olur ki bunları çıplak gözle farketmek mümkündür : kaynak dikişinin iki kenarında bir s çıkıntısı (Şek. 20) meydana gelip alttaki lameller kopmanın önemini belirtir.



Şek 20

#### *Kaynak edilecek kalınlığın etkisi*

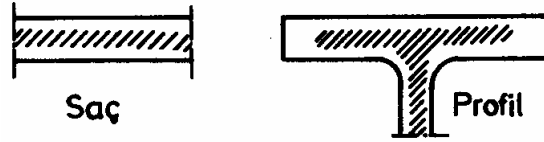
Yerleşmiş rejimde kaynakta ısı dağılımının etüdü, sıcaklığın, bir ince parça ile bir kalın parçada sıcaklığın derinlemesine dağılımında önemli fark olduğunu (Şek. 21) meydana çıkarır. Liflerin enine ısıl gradien ince parçada kalındakine oranla daha az şiddetli olur. Bu nedenle de, eşit çelik kalitesinde, lameller kopmadan ileri gelen kazalar ince saçlarda, kalınlara kıyasla, çok daha seyrek vaki olur. Bu itibarla, ergimenin yeterli nüfuziyeti koşuluyla, şek. 9'daki kabuk kabuğa birleştirmelerin hepsi, ince saçlarda, kabule değer.



Şek. 21

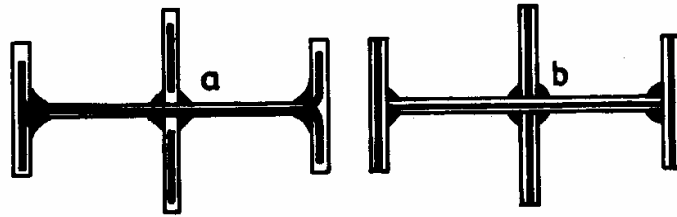
### *Ana metalin homojensizliğinin etkisi*

Dökümde aynı kimyasal bileşimde efervesan (desokside olmamış) çelikler, ayrışıp toplanmaların olduğu bölgelerde kaime (desokside) çeliklere göre daha az saftırlar; buna karşılık ingotun çevresel bölgeleri çok saf durumda olur. Haddelenmeden sonra, temiz metal bölgesi, saçlarda az çok uniform kalınlıkta olur; ama profillerde durum farklıdır (Şek. 22)

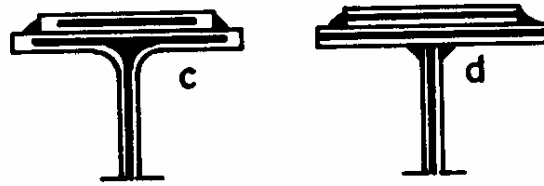


Şek 22

Böylece haddelenmiş bir profilin (Şek. 23) orta elementi üzerine bir bayrağın (a) bağlantısı, saçlardan oluşturulmuş bir profilinkine (b) göre daha hassastır. Buna karşılık (Şek. 24) haddelenmiş yassıdan bir ilâve takviyenin (c) bir haddelenmiş profil üzerine saçtan kesilmiş takviye bağlantısına (d) göre daha iyi durumda olur.



Şek 23



Şek 24

### *Kaynak sırasının etkisi*

Şek. 20'deki örnek, 1 ve 2 elementlerinin birbirlerine soğuma sırasında hissedilir derecede yaklaşamayacak kadar iyi tespit edilmiş veya çok rijit olmaları halinde çekmenin lameller kopma üzerindeki aşırı etkisini gösterir.

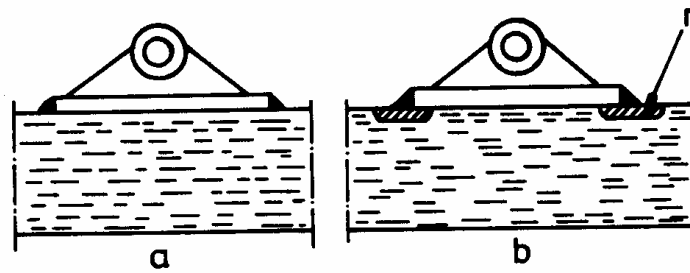
Bir çapraşık kaynaklı konstrüksiyonda kaynakların icra sırası, bunlardan herbirinin

çekmesi serbest olacak şekilde seçilecektir. Genel karakterde olan bu kaideye her zaman uymak kolay değildir. Yapılacak kaynaklar arasında bazılarının lameller kopma riskine hassas olmaları halinde, serbest çekmeli bir kaynak sırasının seçiminde ötekiler üzerinde önceliğe sahiptir.

Yine kabuk üzerine çok pasolu aç kaynaklarında, ilk pasolar sırasında serbest çekmeli olan bir kaynağın, müteakip pasoların üste binmesiyle git gide tespit edilmiş hale geldiğine dikkat edilecektir. Bu da, malzemenin lameller kopmaya hassas olması durumunda kabuk üstüne kalın kaynakların tehlikesini gösterir ki küçük pasolarla kaynak bu tehlikeyi artırabilir.

Bütün bu mülâhazalardan bir genel kaide çıkartmak mümkündür.

Bir kalın saç üzerine bindirmeli olarak bir elementi kaynak edileceğinde (Şek. 25a) kalın saçın efervesan çelikten olması halinde bir sorun çıkmaz.



Şek 25

Ancak lameller kopmaya hassas saç desokside (kaime) çelikten işe, yani koruyucu kabuktan yoksunsa, önceden uygulanmış bir r dolgusu (Şek. 25b) üzerine kaynak etmek, ihtiyatlı bir hareket olacaktır.

#### **Bibliografya (müracaat edilen eserler)**

- D. Seferian Metallurgie de la soudure, Paris 1965
- A . Vallini Joints soudés. Contrôle, métallurgie, résistance. Paris 1968
- D. François et L. Joly (textes rassemblés par) La rupture des métaux, Paris 1972
- Institut de Soudure - CETIM Documentation pratique sur la soudabilité des aciers, Paris 1976
- D. François. Mécanismes physiques de rupture MATERIAUX et TECHNIQUES. mai et juin 1971
- D. Mianney Notions élémentaires sur la rupture des métaux. La mecanique de la rupture. MATERIAUX et TECHNIQUES, février 1972
- L. Joly Notions elementaires sur la rupture des métaux. Les essais de rupture Aynı dergi, mars 1972
- A. Pellisier-Tanon Notions elementaires sur la rupture des métaux. Applications industrielles de la mécanique de la rupture. Aynı dergi, novembre 1972
- P. Orłowski Les risques de corrosion de la chaudronnerie en acier soude. Aynı dergi, janvier-fevrier 1978

- J. Cournot Les arrachements lamellaires dans les tôles d'acier en construction soudée. Aynı dergi, 3/1978 et 3/1979
- Y. Le Penven Les essais et contrôles des tôles en vue d'éviter l'arrachement lamellaire. Aynı dergi 7-8/1978
- H. Gerbeaux Conception et execution des constructions eu égard au risque d'arrachement lamellaire. Aynı dergi 1-2,3/ 1979
- R Daemen et G. Doneux Recherche des causes d'hétérogénéité des propriétés mécaniques dans les joints soudés de forte épaisseur. REVUE de METALLURGIE, juin 1966
- H. Granjon et G. Muny Bases métallurgiques des modes opératoires de soudage (acier). Evolution récente. SOUDAGE et TECHNIQUES CONNEXES, 9-10/1984
- Doc. IIS/IIW-471-74 Méthodes proposées pour l'évaluation des défauts du point de vue de la ruine par rupture fragile. Aynı dergi mai-juin 1975
- Doc. IIS/IIW-678-81 Essai complémentaire d'information sur l'arrachement lamellaire. Aynı dergi, mars-avril 1982
- Doc. nS/IIW - 778-83 Défauts géométriques des assemblages soudés sur aciers. Classe d'exigences. Aynı dergi, novembre-décembre 1984
- Doc. nS/IIW-846-88 Etude comparative sur les dimensions des défauts d'après différents codes ou normes nationales pour les pipelines à terre. SOUDER 1987/ 4-5-6, 1988/ 12
- George E. Linnert (AWS) Welding metallurgy. Carbon and alloy steels, Vol. II, N.Y. 1967
- Clyde M. Adams Effective ductility in castings and weldments, ASM- Ductility, Ohio 1968
- RA. Higgins Engineering metallurgy, Part I, Applied physical metallurgy, London 1975
- IIW/IIS Fatigue fractures in welded constructions. Case studies, Paris 1967
- IIW/IIS (H. Granjon and R. P. Newman) Fatigue of welded assemblies, Cambridge 1970
- K. G. Richards Brittle fracture of welded structures. The Welding Institute, Cambridge 1971
- J.C.M. Farrar and RE. Dolby Lamellar tearing in welded steel fabrication, The Welding Institute, Cambridge 1972
- T.R Gurney A comparison of fatigue design rules. The Welding Institute. Fatigue of welded structures. Proceedings of the Conference, Vol. I, Abington Cambridge 1971
- S. J. Maddox Fracture mechanics applied to fatigue in welded structures. Aynı yerde
- E. Biener und W. Lauprecht Untersuchungen zum Einfluss des Verhältnisses von Mangan zu Kohlenstoff auf das Sprödebruchverhalten und die Schweißseignung hochfester Feinkornbaustähle. STAHL UND EISEN 96, No. 21, 21 Oct. 1976