TÜRK LOYDU

Kısım 3 – Kaynak Kuralları

TEMMUZ 2015

Bu basım tüm kural değişimlerini içermektedir. En son revizyonlar düşey çizgi ile gösterilmiştir. Bölüm tamemen revize edildiyse bölüm başlığı çerçeve içine alınır. Yayın tarihinden sonra yapılan değişimler kırmızı renkte yazılarak gösterilir.

Aksi belirtilmediği sürece bu kurallar inşa kontrat tarihi (IACS PR No.29'da belirtildiği gibi) 01 Temmuz 2015 ve daha sonrası olan gemilere uygulanır. İnşa kontrat tarihinden sonra yürürlüğe giren yeni kurallar ve düzeltmeler eğer bu kurallarca gerekli görülürse uygulanacaktır. Detaylar için TL Websitesi'ndeki Kural Değişim Bildirimleri'ne bakınız.

İlgili en son basımın "Genel Hükümler"i uygulanacaktır (Bakınız Klaslama Sörveyler Kuralları)

Eğer İngilizce ve Türkçe Kurallar arasında bir fark mevcutsa İngilizce Kural geçerli sayılacaktır. Bu yayın basılı ve elektronik ortamda PDF olarak mevcuttur. İndirildikten sonra bu doküman KONTROLSÜZ duruma geçer. Geçerli sürüm için aşağıdaki websitesini kontrol ediniz.

http:/www.turkloydu.org

Tüm hakları saklıdır. Bu kurallara ait içerik Türk Loydu'nun önceden verilmiş yazılı izni olmaksızın çoğaltılamaz, yayılamaz, yayınlanamaz ya da herhangi bir şekilde ya da formda aktarılamaz.

TÜRK LOYDU

Merkez Ofis Postane Mah. Tersaneler Cad. No:26 Tuzla 34944 İSTANBUL / TÜRKİYE

Tel : (90-216) 581 37 00

Fax : (90-216) 581 38 00

E-mail : info@turkloydu.org

http://www.turkloydu.org

Bölgesel Ofisler

Ankara Eskişehir Yolu Mustafa Kemal Mah. 2159. Sokak No : 6/4 Çankaya - ANKARA / TÜRKİYE

Tel : (90-312) 219 56 34

Fax : (90-312) 219 68 25

E-mail : ankara@turkloydu.org

İzmir Atatürk Cad. No :378 K.4 D.402 Kavalalılar Apt. 35220 Alsancak - İZMİR / TÜRKİYE

Tel : (90-232) 464 29 88

Fax : (90-232) 464 87 51

E-mail : izmir@turkloydu.org

Adana Çınarlı Mah. Atatürk Cad. Aziz Naci İş Merkezi No:5 K.1 D.2 Seyhan - ADANA / TÜRKİYE

Tel : (90- 322) 363 30 12

Fax : (90- 322) 363 30 19

E-mail : adana@turkloydu.org

Kaynak

Bölüm 1- Genel Kurallar **Sayfa**

A. Genel **1-**2
B. Diğer Kurallar, Standartlar ve Spesifikasyonlar **1-**2
C. Çalışma Dokümanları İle İlgili Bilgiler **1-**3
D. Malzemeler ve Kaynaklanabilirlik **1-**3
E. Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri **1-**4
F. Kalite Güvencesi, Sorumluluk **1-**4
G. Kontrol Testleri ve Sorumluluk **1-**5

Bölüm 2- Kaynak İşyerlerinden İstenenler, Onaylama

A. Kaynak İşyerlerinin Yeterliliğinin Onaylanması **2-**2
B. Kaynak İşyerlerinden İstenenler **2-**3
C. Kaynak İşyerlerinin Kontrolü **2-**4
D. Kaynak Yöntemi Testleri **2-**4
E. Onay Sertifikaları, EN 729/ISO 3834'e Göre Sertifikalar **2-**5

Bölüm 3- Kaynakçı Yeterlilik Testleri

A. Genel **3-**2
B. Test Kuruluşları, Sertifikalar **3-**2
C. Test ve Onay Kapsamı **3-**3
D. Kaynakçı Yeterlilik Testlerinin Yapılması **3-**3
E. Geçerlilik Periyodu, Tekrar Testleri **3-**4
F. Diğer Kaynakçı Testleri **3-**5

Bölüm 4- Kaynak Yöntem Testleri, İmalat Kaynaği Testleri

A. Genel **4-**2
B. Kaynak Yöntem ve Üretim Testlerinin Yapılışı **4-**3
C. Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi, İstekleR, Tekrar Testi Numuneleri, Test Raporları **4-**6
D. Uygulama Sınırları, Geçerlilik Süresi **4-**7

Bölüm 5- Kaynak Dolgu ve Yardimci Malzemeleri

A. Genel **5-**2
B. Tekne Yapım Çeliğinde El İle Yapılan Elektrik Ark Kaynağında Kullanılan Elektrotlar **5-1**2
C. Tekne Yapım Çeliklerinin Yarı Mekanize Kaynağında Kullanılan Tel-Gaz Kombinasyonları ve Toz Korumalı Tel Elektrotları **5-**21

D. Tekne Yapım Çeliklerinin Tozaltı Kaynaklarında Tel-Toz Kombinasyonları **5-**26
E. Tekne Yapım Çeliklerinin Elektro-Gaz ve Elektro-Slag Kaynaklarında Kullanılan Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri **5-**33
F. Yüksek Mukavemetli (Su Verilmiş ve Temperlenmiş) Yapı Çelikleri İçin Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri **5-**35
G. Soğuğa Dayanıklı Çelikler İçin Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri **5-**38
H. Yüksek Sıcaklığa Dayanıklı Çelikler İçin Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri **5-**39
I. Paslanmaz, Manyetik Olmayan ve Nikel Alaşımlı Soğuğa Dayanıklı Çelikler İçin Östenitik ve Östenitik Feritik Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri **5-**41
J. Alüminyum Alaşımları İçin Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri **5-**48
K. Bakır ve Bakır Alaşımları İçin Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri **5-**52
L. Nikel ve Nikel Alaşımları İçin Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri **5-**52

Bölüm 6- Üzerine Kaynak Yapılabilir Astar Boyalar

A. Genel **6-**2
B. Astar Boyaların Denenmesi ve Onayı **6-**2
C. Astar Boyaların Uygulama Kontrolleri, Üretim Testleri **6-**3
D. Periyodik Kontrol Testleri **6-**3

Bölüm 7- Genel Dizayn Prensipleri

A. Genel **7-**2
B. Üretici Belgelerinde Bulunacak Bilgiler **7-**2
C. Malzemeler, Kaynaklanabilirlik **7-**3
D. Dizayn Ayrıntıları **7-**3
E. Kaynaklı Birleştirmelerin Ölçülendirilmesi **7-**5

Bölüm 8- Kaynakli Birleştirmelerin Yapılışı

A. Genel **8-**2
B. Kaynak Ağzı Hazırlanması, Montaj **8-**2
C. Havaya Karşı Korunma, Ön Isıtma **8-**3
D. Kaynak Pozisyonları, Kaynak Sırası **8-**4
E. Kaynak Çalışmalarının Yapılışı **8-**4
F. Doğrultma, Toleranslar **8-**5
G. Kaynaktan Sonraki İşlemler **8-**5

Bölüm 9- Isıl İşlemler

A. Kapsam **9-**2
B. Isıl İşlem İçin Tertibat Ve Cihaz **9-**2
C. Isıl İşlem İçin Esaslar **9-**2
D. Havaya Karşı Korunma, Ön Isıtma, Kaynak Esnasında Isıtma **9-**3
E. Kaynaktan Sonraki Isıl İşlemler **9-**7

Bölüm 10- Kaynak Dikişlerinin Tahribatsiz Muayeneleri

A. Genel **10-**3
B. Muayene Metodları, Cihazları Ve Malzemeleri **10-**3
C. Muayene Personeli, Gözetmenler **10-**3
D. Muayene Planı, Muayene Raporu **10-**4
E. Muayene Zamanlaması, Bekleme Süreleri **10-**5
F. Muayenelerin Hazırlanması Ve Yapılışı **10-**5
G. Muayene Sonuçlarının Değerlendirilmesi **10-**6
H. Muayene Kapsamının Genişletilmesi **10-**7
I. Onarım, Onarım Sonrası Muayene **10-**8
J. Gözle Muayene **10-**8
K. Radyografik Muayene **10-**8
L. Ultrasonik Muayene **10-**10
M. Manyetik Toz Yöntemi İle Muayene **10-**15
N. Girici Sıvı Yöntemi İle Muayene **10-**1**6**

Bölüm 11- Mekanik Ve Teknolojik Testler

A. Kapsam **11-**2
B. Test Numunelerinin Hazırlanması Ve Testler **11-**2
C. Çekme Testleri **11-**3
D. Eğme Testleri **11-**4
E. Çentik Darbe Testi **11-**6
F. Kaynaklarda Sertlik Testi **11-**7
G. Metallografik İncelemeler **11-**8
H. Test Raporları **11-**8

Bölüm 12- Tekne Yapımında Kaynak

A. Genel **12-**3
B. Tersanelerin ve Kaynak İşyerlerinin Onaylanması, Kaynak Personelinin Yeterliliği **12-**3
C. Kalite Kontrolü, Sorumluluk **12-**4
D. Malzemeler Ve Kaynağa Uygunluğu **12-**4
E. Kaynak Dolgu Ve Yardımcı Malzemeleri **12-**5
F. Kaynak Yöntemleri Ve Yöntem Testleri **12-**6
G. Kaynaklı Birleştirme Dizayn Ve Ölçüleri **12-**29
H. Kaynak İşlemlerinin Yapılması **12-**43
I. Kaynaklı Birleştirmelerin Muayenesi **12-**50
J. Gaz Tankerlerinin Kargo Tankları için Kaynak Gereksinimleri **12-**55

Bölüm 13- Buhar Kazanlarinin Kaynağı

A. Genel **13-**2
B. Kaynak İşyerlerinin Ve Kaynak Personelinin Onayı **13-**2
C. Kalite Denetimi, Sorumluluk **13-**2
D. Malzemeler, Kaynağa Uygunluk **13-**3
E. Kaynak Dolgu Malzemeleri Ve Yardımcı Malzemeler **13-**3

F. Kaynak Yöntem Testleri **13-**4
G. Kaynak Tekniği **13-**7
H. Kaynak Sonrası Isıl İşlem **13-**7
I. Kaynaklı Birleşenlerin Muayenesi **13-**10

Bölüm 14- Basinçli Kaplarin Kaynaği

A. Genel **14-**2
B. Kaynak İşyerlerinin Ve Kaynak Personelinin Onayı **14-**3
C. Kalite Denetimi, Sorumluluk **14-**3
D. Malzemeler, Kaynağa Uygunluk **14-**4
E. Kaynak Dolgu Malzemeleri Ve Yardımcı Malzemeler **14-**4
F. Kaynak Yöntem Testleri **14-**4
G. Kaynak Tekniği **14-**8
H. Kaynak Sonrası Isıl İşlem **14-**11
I. Kaynaklı Birleşenlerin Muayenesi **14-**12

Bölüm 15-Boru Hatlarinin Kaynaği

A. Genel **15-**2
B. Kaynak İşyerlerinin Ve Kaynak Personelinin Onayı **15-**2
C. Kalite Denetimi, Sorumluluk **15-**3
D. Malzemeler, Kaynağa Uygunluk **15-**4
E. Kaynak Dolgu Malzemeleri Ve Yardımcı Malzemeler **15-**4
F. Kaynak Yöntem Testleri **15-**7
G. Kaynak Tekniği **15-**9
H. Ön Isıtma **15-**10
I. Şekil Verme Ve Kaynak Sonrası Isıl İşlem **15-**10
J. Kaynaklı Boru Hatlarının Muayenesi **15-**12

Bölüm 16- Makine Birleşenlerinin Kaynaği

A. Genel **16-**2
B. Kaynak İşyerlerinin Ve Kaynak Personelinin Onayı **16-**2
C. Kalite Denetimi, Sorumluluk **16-**3
D. Malzemeler, Kaynağa Uygunluk **16-**4
E. Kaynak Dolgu Malzemeleri Ve Yardımcı Malzemeler **16-**4
F. Kaynak Yöntem Testleri **16-**4
G. Dizayn, Kaynak Tekniği **16-**10
H. Kaynak Sonrası Isıl İşlem **16-**11
I. Kaynaklı Birleşenlerin Muayenesi **16-**11

Ek A **Uluslararası Denk Tanınmış Film Sistemleri Sınıflarının Karşılaştırılması**
Ek B **Kaynak Pozisyonları**

BÖLÜM 1

GENEL KURALLAR

A. GENEL **1-** 2

1. Kapsam

2. Diğer Alanlara Uygulama

3. Bu Kurallardan Muaf Olma Durumları

4. Değişiklikler ve İlaveler

B. DİĞER KURALLAR, STANDARTLAR VE SPESİFİKASYONLAR **1-** 2

1. Diğer İlgili Standartlar

2. İsteklerdeki Farklılıklar

C. ÇALIŞMA DOKÜMANLARI İLE İLGİLİ BİLGİLER **1-** 2

1. Resimler, Diğer Çalışma Dokümanlar

2. Ek Bilgi ve Dokümantasyon

D. MALZEMELER VE KAYNAKLANABİLİRLİK **1-** 3

1. Malzeme Seçimi

2. Kaynaklanabilirliğin Doğrulanması

3. Yapım Sırasında Gözetim

E. KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ **1-** 3

1. Ürünün Uygunluk Testi, Onay

2. Yapım Sırasında Gözetim

F. KALİTE GÜVENCESİ, SORUMLULUK **1-** 4

1. Kurallara Uygunluk, Üretim Kontrolü

2. Taşeronlarla Çalışma

3. Onaylı Çalışma Belgelerinden Sapma, Onarımlar

4. Malzemenin Markalanması ve Belirlenmesi

5. Kaynak Dikişinin Markalanması

G. KONTROL TESTLERİ VE SORUMLULUK **1-** 5

1. Parçaların Gösterilmesi

2. Test Belgelerinin Sağlanması

3. Sonraki Kusurlar

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, Türk Loydu tarafından (**TL**) klaslanmak üzere başvuran veya klaslanmış gemilerin yeni inşa, tadilat veya onarım - bunlara buhar kazanları, basınçlı kaplar ve boru devrelerini de içeren makina donanımları da dahildir- işlerinde uygulanan tüm kaynak işlemleri için geçerlidir.

Uyarı :
Bu kurallarda kullanılan "kaynak", "kaynak çalışmaları", "kaynak yöntemleri", vs. terimleri diğer termal ve/veya mekanik birleştirme yöntemlerini de kapsar. Örneğin; sert lehimleme gibi, bu birleştirmede kalite güvenliği standartlarına göre kalifiye personel ve devamlı izleme ile bir ön kalifikasyon gerektiren özel yöntem uygulanır.

1.2 Bu kurallar ayrıca içinde bu kaynak kurallarına atıf yapılan, TL'nin kural, yönetmelik ya da diğer teknik yönergeler hazırladığı bileşen, donanım ya da araçlara uygulanan tüm kaynak çalışmalarına uygulanır.

1.3 Bu kurallar, **TL**'nun diğer kural ve yönergelerinde kaynak çalışmaları için özel istekler bulunmuyorsa benzer şekilde uygulanır.

2. Diğer Alanlara Uygulama

Bu kurallar, gözetimi ve kontrolü **TL**'na ait 1. de adı geçmeyen yapı ve elemanların kaynak çalışmalarına da benzer şekilde uygulanabilir. Gerekiyorsa, **TL** bunlar için özel bir düzenleme yapar.

3. Bu Kurallardan Muaf Olma Durumları

Bu kaynak kurallarından muaf olma durumları, her özel durum için **TL**'nin onayını gerektirir.

4. Değişiklikler ve İlaveler

TL, yeni bilgileri ve işletme deneyimlerine dayanarak zaman zaman bu kurallarda gerekli gördüğü değişiklik ve ilaveleri yapma hakkını saklı tutar.

B. Diğer Kurallar, Standartlar ve Spesifikasyonlar

1. Diğer İlgili Standartlar

1.1 Aşağıdaki bölümlerde bu kaynak kurallarının bir parçası olarak adı geçen standartlara ve diğer teknik talimata da uyulmalıdır. Aynı husus **TL** tarafından onaylanan çalışma dokümanlarına (resimlere, kaynak spesifikasyonlarına, vs.) da uygulanır.

1.2 Aşağıdaki bölümlerde belirtilen standartların güncel olanları kullanılacaktır.

1.3 Bundan sonraki kısım ve bölümlerde EN ve ISO standartları birlikte veriliyorsa ve bunlarda istenenler aynı değilse EN standardı öncelik alır. Her iki standart aynı ise EN ve ISO standartlardan biri kullanılabilir.

1.4 Diğer kuralların, standartların, yönergelerin veya teknik talimatın uygulanması her durum için **TL**'nin onayına bağlıdır. **TL** bu onayı, bu kurallara göre yapım ve boyutlandırmada da isteyebilir.

2. İsteklerdeki Farklılıklar

Bu kurallar ve ilgili standart veya spesifikasyonlar arasında farklı istekler bulunuyorsa bu kaynak kuralla-rındaki istekler, aksi beliritlmemişse, öncelikle geçerlidir.

C. Çalışma Dokümanları ile İlgili Bilgiler

1. Resimler, Diğer Çalışma Dokümanlar

1.1 Resimler ve diğer çalışma dokümanları yapım çalışmalarına başlamadan önce sunulmalı ve bunlar kaynağın hazırlanması, uygulanması ve gerektiğinde kontrolü için bütün gerekli ayrıntıları içermelidir.

Bu bilgilerde özellikle aşağıdaki ayrıntılar bulunmalıdır:

- Ana malzemeler, ürünün şekli ve boyutları,
- Kaynak yöntemleri, kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri,
- Kaynak dikişlerinin şekli ve boyutları,
- Ön ısıtma ve kaynak sırasındaki ısı girdisi,
- Kaynaktan sonraki ısıl işlem,

- Kaynaklara uygulanacak daha sonraki işlemler
- Kontrollerin mahiyeti ve kapsamı
- Kaynaklı birleşimlere uygulanabilir gereklilikler (kalite derecesi, kaynak performansı, değerlendirme kategorisi ya da benzeri)

1.2 Gemi bünyesi yapımında; malzemelerin, kaynak yöntemlerinin, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin ve kaynak dikişlerinin şekil ve boyutlarının, normal tekne yapım uygulamasına, bu kurallara ve onaylara uygun olması halinde yukarıda belirtilenlerin ayrıntılarına girilmesine gerek yoktur.

2. Ek Bilgi ve Dokümantasyon

Özel yapılar (örneğin; sıvılaştırılmış gaz tankları), malzemeler (örneğin; su verilmiş ve temperlenmiş yapı çelikleri, kaplamalı levhalar) veya kaynak yöntemleri için gerektiğinde aşağıdaki ek bilgi ve belgeler istenir:

- Kaynak ağızlarının hazırlanması, montaj ve punta kaynakları,
- Kaynak pozisyonu, kaynak sırası (resimler),
- Kaynak dikişlerinin teşkili, paso sayısı,
- Kaynak sırasındaki ısı girdisi (kaynak dikişinin birim boyuna düşen ısı girdisi).

Bu bilgiler bir kaynak prosedüründe toplanır. Tahribatsız muayenelerin testine ait test programları ve spesifikasyonları için Bölüm 10'a bakınız.

D. Malzemeler ve Kaynaklanabilirlik

1. Malzeme Seçimi

Bütün malzemelerin kaynaklanabilirliği kanıtlanmış olacaktır. Bunlar malzeme kurallarındaki istekleri yerine getirecek ve amaçlanan çalışma koşullarına ve uygulamaya göre seçilecektir. Bunların özellikleri belirli test sertifikaları ile belgelendirilecektir (örneğin; EN 10204'e göre).

Uyarı :

Malzeme kurallarında belirtilen buhar kazanları, basınçlı kaplar, boru devreleri ve makina elemanları üretiminde kullanılan hadde ürünleri ve tekne yapım çeliklerinin kaynaklanabilirliği saptanmış olduğu varsayılır.

2. Kaynaklanabilirliğin Doğrulanması

Madde 1'e rağmen, kaynak edilecek malzemelerin özellikleri **TL** malzeme kurallarında belirtilmemişse, bunların kaynaklanabilirliğinin doğrulanmasının sağlanması kaynak işyerine ait olacak (örneğin; mevcut standartlara göre) veya ilgili malzeme spesifikasyonları onay için sunulacaktır. Bir malzemenin kaynaklanabilirliği hususunda tereddüt edilirse, kaynak işyeri bunu kaynak yöntemi testi sırasında özel olarak gösterecektir.

3. Yapım Sırasında Gözetim

İşyeri, gerek orijinal gerekse yerine kullanılan tedariklerde yalnız 1 ve 2'deki istekleri yerine getiren malzemelerin kullanıldığını garanti etmeli ve bunları sörveyörün isteği halinde kanıtlamalıdır.

E. Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri

1. Ürünün Uygunluk Testi, Onay

1.1 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, işletme koşullarına ve ana malzemeye uygun bir kaynaklı birleştirme yapabilecek yeterlikte olacaktır. Ürünün uygunluğu Bölüm 5'e göre test edilecek ve konu edilen uygulama için onaylanacaktır. Bu husus benzer şekilde sert lehimleme metallerine de uygulanacaktır.

1.2 Kural olarak onay **TL** tarafından verilir. Özel durumlarda, örneğin; onarımda, **TL** tarafından test edilmemiş fakat tanınmış diğer test kuruluşlarınca onaylanmış kaynak dolgu malzemeleri **TL**'nun izni ile kullanılabilir. İlgili kanıtlar **TL** sörveyörüne verilmelidir.

2. Yapım Sırasında Gözetim

Kaynak işyeri gözetmenleri, yalnız test edilmiş ve **TL** tarafından onaylanmış kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin kullanılmasını sağlayacak ve sörveyörün isteği halinde bunun doğruluğunu saptayacaktır.

F. Kalite Güvencesi, Sorumluluk

1. Kurallara Uygunluk, Üretim Kontrolü

1.1 Tersane veya kaynak işyeri, kaynak çalışmalarının, bu kurallara ve uygulanan diğer ek kurallara, onaylanan iş dokümanlarına, onay sırasında istenilen her koşula iyi bir gemi inşa tekniğine ve kaynakla ilgili teknolojiye uygunluğunun sağlanmasından sorumludur.

1.2 Tersane ve kaynak işyeri, üretim sırasında ve kaynak çalışmalarının bitiminde, işlerin kusursuz ve uzmanca yapıldığının, işyerinde devamlı kalite kontrolleri ile sağlamalıdır. Kaynak gözetmenlerinin sorumluluğu ISO 14731'de belirtilmiştir. **TL** sörveyörü tarafından yapılan testler, kaynak iş yerinin bu sorumluluğunu kaldırmaz.

1.3 İstenilen kalite kontrolünün kapsamı ve sınırı, söz konusu yapıya göre belirlenir. Kullanılan belirli malzemenin, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin, kaynak dikişinin hazırlanmasının, montajın, punta ve kaynak yönteminin, bunlarla birlikte yapı elemanlarının bütünlüğünün ve boyutların doğruluğunun ve kaynaklı birleştirmelerin isteklere uygunluğunun garanti edilmesi gereklidir.

1.4 Kaynak işyeri tarafından yapılan kontrol ve gerekli olabilecek herhangi bir tamirden sonra, bileşenler inşanın uygun aşamalarında, kolayca girilebilir ve kurala göre boyasız olarak TL Sörveyörünün kontrolüne sunulmalıdır. Sörveyör, kaynak işyeri tarafından yapılan kontrol yetersiz ise bu bileşenleri kabul etmeyebilir ve bileşenin kaynak işyeri tarafından yapılan başarılı bir kontrolden, gerekli ise tamirden, sonra tekrar sunulmasına kanaat getirebilir.

2. Taşeronlarla Çalışma

2.1 Taşeronlarla, bağımsız alt kuruluşlarla veya tedarikçilerle, kaynak işyerinde çalışan kendisi onaylı dış kuruluşlarla (bunlara "anlaşmalı kuruluşlar" da denir, Bölüm 2, A.1.1'deki uyarıya bakınız) çalışılırsa, “ana yüklenici” yukarıda adı geçen alt kuruluşların madde 1'deki koşulları yerine getirmesini sağlamalıdır.

2.2 Kaynak işyerinde çalışan dış kuruluşun kendisi onaylı değilse veya sözleşmeli işçi kullanılıyorsa siparişi veren atölye madde 1'deki koşulların ve kalite kontrolünün sağlanmasından sorumludur. Taşeronla çalışma durumu ya da sözleşmeli işçi kullanılması **TL'**ye bildirilmelidir.

3. Onaylı Çalışma Belgelerinden Sapma, Onarımlar

3.1 Onaylı resimlerden farklı olarak dizaynda yapılan değişiklikler veya onaylı üretim yöntemlerinden sapmalar gerekli ise, kaynak işyeri bunlar için derhal sörveyörün onayını alacaktır. Üretim sırasında gerekli olan her onarım bildirilecektir.

3.2 Üretim belgelerinde (örneğin; işyeri resimlerinde) yanlış bilgilerden dolayı bir yapı elemanını kalitesi veya işlev kabiliyeti garanti edilemiyorsa veya şüpheli görülüyorsa, **TL** uygun onarımın yapılmasını isteyebilir.

3.3 Bu husus, benzer şekilde resimlerin incelenmesinde görülmeyen ve klas resimlerinde (Kısım 1 Tekne Yapım Kuralları Bölüm 1, G) ayrıntı noksanlığı nedeniyle belirlenmeyen yardımcı veya ilave yapı elemanlarına (örneğin; takviyeler) uygulanacaktır.

4. Malzemenin Markalanması ve Belirlenmesi

4.1 Üretim sırasında ve üretimden sonra malzemelerin belirlenmesini ve test sertifikaları ile karşılaştırılmasını sağlayabilecek şekilde markalanacaktır.

4.2 Markalanan işaretin, üretim sırasında bozulma olasılığı varsa kaynak işyeri bunu derhal göz önüne alacak ve işareti ürünün diğer bir kısmına aktaracaktır. Gergi veya kuşak gibi önemsiz küçük parçalarda, işletme sırasında malzemelerde herhangi bir karışıklık meydana gelmeyecekse bundan vazgeçilebilir.

5. Kaynak Dikişlerinin Markalanması

5.1 Buhar kazanları ve içten basınçlı kapların imalatında her kaynak dikişi kenarına kaynağı yapan kaynakçı tanıtım sembolü markalanacaktır. Her kaynak dikişi için kaynağı yapan kaynakçıların isimleri kaynak işyeri gözetmeliği tarafından kaydediliyorsa bundan vazgeçilebilir.

5.2 Özel durumlarda **TL,** diğer parçalar veya kaynaklı birleştirmeler için, 5.1'de belirtildiği gibi markalama veya kayıt tutma isteyebilir.

G. Kontrol Testleri ve Sorumluluk

1. Parçaların Gösterilmesi

Kaynak işyeri, parçaları istenilen ara ve son kontroller için sörveyöre göstermek zorundadır. Bu durumda kaynak dikişlerine ulaşılması sağlanacaktır. Kaynak dikişleri, bunların değerlendirilmesini güçleştiren veya olanaksız kılan boya veya diğer koruyucu tabakalardan arınmış olmalıdır.

2. Test Belgelerinin Sağlanması

Kontroller için, kalite güvencesine ilişkin üretici tarafından hazırlanmış bütün kayıt ve belgeler sunulmalıdır. Bunlar özellikle aşağıdakilerini kapsar:

- Resimler (gerektiğinde onaylı) ve diğer iş belgeleri,
- Malzeme test sertifikaları,
- Kaynakçı ve kaynak yöntemi testi sertifikaları,
- Tahribatsız muayene testlerinin raporları ve filmleri,
- Uygulanıyorsa sıcak şekil verme ve ısıl işlemlere ait sertifikalar,
- İmalat kaynağı testlerine ait sonuçlar, gerekiyorsa ara sonuçlar.

3. Sonraki Kusurlar

3.1 **TL**, sörveyörleri tarafından, öngörülen kapsamda (genelde seçmeli) kontrol edilen ürünlerin, kaynak konstrüksiyonlarının ve kaynaklı yapı elemanlarının her yönden isteklere uygunluğunu ve üretiminin doğru ve test edilmiş yöntemlere göre yapıldığını garanti etmez.

3.2 Daha sonraki kullanımlarında veya çalışması veya işletmesi sırasında kusurlu olduğu görülen ürünler veya kaynaklı konstrüksiyonlar (bu kusur ve eksiklerin giderilmesi mümkün değilse) önceki sörveyleri başarılı olsa bile reddedilebilir.

BÖLÜM 2

KAYNAK İŞYERLERİNDEN İSTENENLER, ONAYLAMA

Sayfa

A. KAYNAK İŞYERLERİNİN YETERLİLİĞİNİN ONAYLANMASI **2-** 2
1. Genel
2. Onay için Başvurma
3. Onay İçin Gerekli Belgeler
4. Onayın Geçerlilik Süresi, Yenilenmesi
5. Değişiklikler, Onayın Geri Alınması
B. KAYNAK İŞYERLERİNDEN İSTENENLER **2-** 3
1. Teknik Teçhizat (Ekipman)
2. Kaynak İşyeri Gözetmenleri
3. Kaynakçılar ve Operatörler
4. Test (Muayene) Gözetmeni ve Test (Muayene) Personeli
C. KAYNAK İŞYERLERİNİN KONTROLÜ **2-** 4
1. İşyeri Kontrolü
2. Belgelerin Sunulması
D. KAYNAK YÖNTEMİ TESTLERİ **2-** 4
1. Genel Koşullar
2. Kaynak Yöntem Testlerinin Kapsamı
3. Diğer Testlerin Tanınması
E. ONAY SERTİFİKALARI, EN 729/ISO 3834'E GÖRE SERTİFİKALAR **2-** 5

A. Kaynak İşyerlerinin Yeterliliğinin Onaylanması

1. Genel

1.1 Bu kuralların kapsamı içindeki kaynak işlerini yapmak isteyen bütün tersane ve işyerleri (bunların şubeleri ve taşeronlar) **TL**'ndan yeterlilik onayı almak zorundadır (Bakınız Bölüm 12, 13, 14, 15,16). Bu onay için ön koşullar, kaynak işyerinin B'deki istekleri sağlaması, **TL** tarafından C'ye göre kontrol edilmiş olması ve gerekiyorsa D'ye göre kaynak yöntem testlerinin yapılmış olmasıdır.

Uyarı:
Aşağıdaki maddelerde kullanılan "kaynak işyeri" teriminden kaynak tekniği ile üretim yapan işyeri anlaşılır ve yeri ve organizasyon olanaklarından dolayı kaynak yapılan bağımsız bir birim olarak göz önüne alınabilir. Şubeler ve taşeronlar aşağıda belirtilen istekleri yerine getiren "bağımsız" aracılar olarak belirlenir. Özellikle her kaynak işyerinde kendine bağlı devamlı kaynak gözetmenleri bulunmalıdır. Dış kuruluşlar kaynak işyerinde çalışan bağımsız kuruluşlar olarak onaylanabilir. Bunun ayrıntıları ve anlaşmalı iş gücü için Bölüm 1, F.2'ye bakınız.

1.2 1.1'e uygun her onay, ISO 3834 standartlarına göre çok önemli kaynak kalite isteklerini içerir. Bu standartlara göre belgelendirme için 2.2 ve 3.2'deki istekler de ayrıca yerine getirilmelidir. Kaynak işyeri ISO 9000 serilerine uygun olarak kalite güvence sistemini belgelendirmişse yukarıdaki ilave istekleri yerine getirdiği kabul edilir.

1.3 Bazı özel geçerli ayrıcalıklı durumlarda, örneğin; onarımlarda, işyerinde bu gibi işler için ön koşullar belirtilmiş ve yapılan kaynağın kalitesi uygun testlerle örneğin; tahribatsız muayenelerle ve/veya imalat kaynağı testleri ile kanıtlanmışsa, işyerinde yapılan kaynak işlerinin zaman süresi ve sınırı özel bir konstrüksiyon için onaylanmamış olsa bile **TL** bu işleri onaylayabilir.

2. Onay için Başvurma

Ön Uyarı:
Aşağıdaki maddelerde özel bir koşul bulunmuyorsa, herhangi bir özel durum için başka bir düzenleme yapılmamışsa "Onay" için koşullar bu kurallara göre belirlenecek "Belgelendirme" EN 729/ISO 3834'e uygun yapılacaktır.

2.1 Onay için yazılı olarak **TL** Merkez Ofisine başvurulacaktır. Başvuru aşağıdaki ayrıntıları içermelidir. Bunlar istenilen onay kapsamında mümkün olduğu kadar birbiri ile ilişkili olacaktır;

- Yapının ve/veya parçalarının cinsi,
- Malzemeler ve boyutsal aralıklar,
- Kaynak yöntemleri ve pozisyonları,
- Isıl işlemler (gerekiyorsa),
- Kaynak dikişi faktörü (buhar kazanları ve basınçlı kaplar için).

2.2 Bu kaynak kurallarına göre verilen onayın üzerine ISO 3834-2, -3 veya -4 de belirtilen kaynak kalite isteklerine uygun bir sertifikada fazladan isteniyorsa bu husus onay başvurusunda açık olarak belirtilmelidir.

3. Onay İçin Gerekli Belgeler

3.1 Kaynak çalışmaları yapmak üzere onay için başvuran kaynak işyeri, aşağıdaki belgeleri, **TL** Merkez Ofisine onay başvurusu ile birlikte sunmalıdır.

- Kaynak işyerinin tanımı,
- Kaynak gözetmen(ler)inin yeterlilik belgelerinin kopyaları,
- Geçerli kaynakçı sertifikalarının kopyaları veya ehliyetli kaynakçıların (test standardı, sertifikalandırma yapan kuruluş, test tarihi, test kategorisi, en son tekrar testi tarihi) sörveyör tarafından imzalanmış bir listesi,
- Gerekiyorsa, test (muayene) personelinin ve test (muayene) gözetmenlerinin yeterlilik belgelerinin kopyaları,
- Gerekiyorsa, başka yerde yapılan kaynak yöntem testlerinin, bunların onaylarını da içeren raporların kopyaları.

3.2 2.2'ye uygun olarak belgelendirmede; gerekliliğin ilgili derecesi için (ISO 3834-2= tam, 3=standard veya 4= temel kalite gerekliliği), ISO 3834-1 Ek 1'de belirtilen

elemanlar ile ilgili belge ve bilgiler onay başvurusuna eklenmelidir (örneğin; ilgili yöntemi açıklama formu gibi):

- Anlaşmanın incelenmesi,
- Dizaynın incelenmesi,
- Taşeronların kullanılması,
- Teçhizatın bakımı,
- Kalite denetimleri,
- Uygunsuzluklar,
- Kalibrasyon,
- Tanım,
- Geriye doğru izlenebilirlik

Kaynak işyeri, standart serisi ISO 9000'e göre kalite güvencesi sistemi ile çalışıyorsa yukarıdaki bilgi ve belgelerin yerine kalite güvencesi el kitabını ve -eğer ISO 3834-1Ek 1'de belirtiliyorsa- kalite güvencesi koşullarına ait belgeleri (kalite raporları) incelenmek üzere **TL**'ye sunmalıdır.

4. Onayın Geçerlilik Süresi, Yenilenmesi

4.1 Bu kurallara göre alınmış bir yeterlilik onayının ve ISO 3834'e uygun bir sertifikanın geçerlilik süresi 3 yıldır. Geçerlilik süresi içerisinde bu işyerinde, **TL** gözetiminde sürekli kaynak işlerinin yapılması halinde ve onay için kabul edilen ön koşullar değişmemişse, işyerinin başvurusu ile uygun bir inceleme yapılarak onay 3 yıl daha uzatılabilir.

4.2 Bir yıldan daha uzun süre ile **TL** gözetiminde kaynak işlerinin yapılmaması halinde ise, en geç üç yıllık geçerlilik süresi sonunda yeni bir uzatma başvurusu yapılmalıdır. Onay sadece gerekli ön koşullar uygulanmaya devam ediyorsa yenilenebilir. Bu ön koşullar kaynak işyerinin tekrar denetlenmesiyle doğrulanabilir. Böylece onay bir üç yıllık periyot için yenilenebilir.

5. Değişiklikler, Onayın Geri Alınması

5.1 Onayın verildiği ön koşullarında değişiklik yapılması durumunda, örneğin test edilmemiş kaynak yöntemlerin, malzemeler ve/veya dolgu malzemeleri kullanılması veya kaynak işyeri gözetmenlerinin değiştirilmesi halinde derhal **TL**'ye bildirilmelidir. Bunlar kural olarak onayın gözden geçirilmesini gerektirir.

5.2 Ön koşulların uygulanmasından vazgeçiliyorsa, onayın geçerliliği sona erecektir. Bileşenlerde veya kaynak dikişlerinde önemli hatalar saptanmışsa, **TL** üretim cihaz ve olanaklarının geçerlilik süresi bitmeden yeniden sörveylerini yapmaya yetkilidir, gerekiyorsa onayı geri alır.

B. Kaynak İşyerinden İstenenler

1. Teknik Ekipman

1.1 Kaynak işlemlerinin kusursuz yürütülebilmesi için kaynak işyerlerinde, gerekli ölçüde atölyeler, teçhizat, makinalar, sehpalar (jigler) bulunmalıdır. Bunlar, örneğin; kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerin depolanması ve kurutulması için gerekli teçhizat, ön ısıtma ve ısıl işlem teçhizatı, muayene ve testler için cihaz, araçlar ve açık havadaki kaynak çalışmalarında hava koşullarından korunma tertibatını içerir.

1.2 Bir işyerinin uygunluğunun değerlendirilmesinde, bu işyerine ait olmayan cihaz ve tertibat da göz önüne alınabilir (örneğin; test cihazları) ancak bunlarda üretim ve testlerin doğru olarak yapılabilmesi için gerekli koşulların bulunması ve bu cihaz ve tertibatın işyeri tarafından kullanılmasında bir sınırlama olmaması gereklidir.

2. Kaynak İşyeri Gözetmenleri

2.1 Kaynak işyerinde veya şubelerinde (A.1'deki uyarıya bakınız) en az bir tam ehliyetli kaynak gözetmeni bulundurulacaktır. Bu gözetmen, kaynak çalışmalarının yeterli olarak yapılmasını sağlamaktan sorumludur. Kaynak gözetmeni, inşa çalışmalarını kapsayan eğitim ve deneyime sahip olacak ve bunlarla ilgili gerekli belgeleri **TL**'ye sunacaktır.

2.2 Sorumlu kaynak gözetmeninin ve vekilinin adı **TL**'ye bildirilmelidir. Kaynak gözetimi birden fazla personelle yapılıyorsa, her birinin görevi ve sorumluluğu

saptanmalı ve belirtilmelidir. Kaynak gözetmeni ve vekilinin sorumluluğu işyeri onayının bir parçası olarak kabul edilmelidir.

2.3 Çalışmanın tür ve kapsamına göre kaynak gözetmeni olarak atanacak personel aşağıdaki gibi belirlenir:

- Kaynak mühendisleri, özel kaynak tekniği eğitimi görmüş kaynak uzmanı mühendislerdir. Teknenin önemli kısımlarının ve platform tesislerinin yapımında ve elleçleme teçhizatı, buhar kazanları, basınçlı kaplar, basınçlı hatlar, makina ve dişli parçaları üretiminde görevlendirilir.

- Uzman kaynakçılar, özel kaynak tekniği eğitimi görmüş kaynakçılardır. Bunlar basit veya daha az zorlanan parçaların üretiminde görevlendirilir.

Kaynak gözetmenlerin nitelikleri, görevleri, sorumlulukları için ISO 14731'e bakınız.

2.4 Kaynak gözetmen(ler)i, kaynak işyerinde devamlı olarak görevlendirilmiş olacaktır. Kaynak çalışmalarında, kaynak gözetmenlerinin dışında yaptırılan gözetim kabul edilmez.

3. Kaynakçılar ve Operatörler

3.1 Kaynak işyerinde ehliyetli kaynakçılar (yeterlilik belgesi olan) ve tam mekanize ve otomatik kaynak makinaları için yeterli eğitilmiş operatörler görev-lendirilecektir. Ehliyetli kaynakçı sayısı, **TL** gözetiminde yapılan kaynak çalışmalarının kapsamına ve kaynak işyerinin büyüklüğüne göre belirlenecektir. Ancak en az iki ehliyetli kaynakçının bulundurulması istenir.

3.2 El ile veya yarı mekanize olarak kaynak yapan kaynakçılar Bölüm 3'e ve tanınmış standartlara (örneğin; EN ISO 9606-2, EN 287/ISO 9606, ASME Bölüm IX ya da uygulanabilir şekliyle TSE) göre yapılan sınavdan geçmiş olmalıdır. Sınav; kaynak pozisyonları, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerini, ana malzemeyi ve yöntemleri gözönüne alarak yapılan üretim çalışmalarındaki benzer koşulları kapsayacaktır. Test parçalarının, başarıyla tamamlanan bir kaynak yönteminde ya da imalat test parçası, kaynakçıların testi için el becerisinin kanıtı olarak kabul edilebilir.

3.3 Tam mekanize ve otomatik kaynak teçhizatında ve kaynak robotlarında çalıştırılacak operatörler, bu cihazların kullanımında eğitilmiş olmalıdır. Bu personel, istenilen kaynak kalitesini sağlayacak şekilde adı geçen teçhizatı çalıştıracak ve hazırlayacak veya programlayacak yetenekte olmalıdır. Bu personellerin yeterlilikleri EN 1418/ISO 14732'ye göre kaynak sınav parçası ile kanıtlanmalıdır. Örneğin; kaynak yöntemleri veya üretim testleri veya seçmeli testlerle ve işlev testleri ile (standartlara bakınız).

4. Test (Muayene) Gözetmeni ve Test (Muayene) Personeli

İşyerinin kendi test (muayene) personeli ve gözetmeni varsa (Bölüm 10 C'ye bakınız) bunların yeterliliklerini kanıtlayan belgeler (örneğin; ISO 9712 göre sertifikalar) **TL**'ye sunulmalıdır.

C. Kaynak İşyerlerinin Kontrolü

1. İşyeri Kontrolü

Üretim çalışmalarına başlamadan önce B.1'de belirtilen teknik teçhizata uygulanacak isteklerin sağlandığı, kaynak işyerinin kontrolü sırasında sörveyöre kanıtlanacaktır. Bu maksatla sörveyör üretim ve testlerle ilgili tüm bölüm ve laboratuvarlara girebilmelidir. Üretim ve kalite kontrol yöntemleri, isteği halinde sörveyöre tanıtılacak ve açıklanacaktır. ISO 3834'e göre belgelendirme için standartlarda belirtilen ilave kalite isteklerinin de yerine getirildiği sörveyöre kanıtlanmalıdır (A.3.2'ye bakınız).

2. Belgelerin Sunulması

Kaynak işyeri kontrol yönteminin bir bölümü olarak, üretim ve kalite güvencesi yöntemini değerlendirmek üzere gerekli tüm belgelerin orijinalleri sörveyöre sunulacaktır. Bunlar, özellikle kaynak gözetmenleri yeterlilik belgelerini, kaynakçı sertifikalarını önceki kaynak yöntem testlerinin raporlarını, kalite testlerinin ve kaynakçı tekrar sınavlarının sonuçlarını içerir. ISO 3834'e göre belgelendirme için standartlarda belirtilen ilave kalite isteklerinin de yerine getirildiği sörveyöre kanıtlanmalıdır (A.3.2'ye bakınız).

D. Kaynak Yöntem Testleri

1. Genel Koşullar

1.1 Kaynak yöntem testleri isteniyorsa, bunların

başarılı yapılması, kaynak işyeri onayı veya onayın uzatılması için bir ek önkoşul olacaktır. Bu testlerin yapılması için istenenler ve test sonuçlarına uygulanacak istekler Bölüm 4, 12 ve 16'da verilmiştir.

1.2 Kaynak yöntem testleri; malzemeleri, kaynak proseslerini, kaynak pozisyonlarını, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerini, et kalınlıklarını, kaynak şekillerini ve ısıl işlemleri göz önüne alarak imalat koşullarını içerebilecek şekilde yapılacaktır. Test parçası için ana malzeme özellikleri, test sertifikası ile belirtilecektir.

2. Kaynak Yöntem Testlerinin Kapsamı

Ayrıntılar için Bölüm 4, D'ye bakınız.

2.1 Genel olarak kaynak yöntem testleri yalnız onayda belirtilen sınırlar içinde geçerlidir ve bunlar kaynak yapılan işyerinden farklı kaynak atölyelerine aktarılamaz. Ancak bunun dışında **TL**, kaynak işyerinin yan kuruluşlarına, ana işyerinin sürekli gözetiminde olması, aynı üretim koşullarında yapılması ve aynı kaynak yöntemlerini kullanması koşulu ile müsaade edebilir.

2.2 Bir atölye de yapılan kaynak yöntem testleri genel olarak sahada yapılan kaynak işleri için aynı andageçerli değildir. Bu durumlarda kaynak yöntem testleri, **TL**'nun belirlediği şekilde saha koşullarına göre kısmen veya tümüyle tekrarlanmalıdır. **TL**, önceden anlaşmaya varılması halinde, sahada yapılan kaynak dikişlerinin kalitesinin yeterliliğini imalat kaynağı testleri ile belgelendiriliyorsa, tekrar testinden vazgeçebilir.

3. Diğer Testlerin Tanınması

Bağımsız diğer test kuruluşlarının gözetiminde yapılan vebaşarılı sonuçlar alınan yöntem testleri kaynak işyerinin isteği üzerine **TL** tarafından kısmen veya tümüyle geçerli kabul edilebilir. Bu durumda tüm test raporları ve diğer test kuruluşlarının onay sertifikaları değerlendirilmek üzere **TL**'ye verilmelidir.

E. Onay Sertifikaları, **ISO 3834'e göre Sertifikalar**

1. **TL**, ilgili istekler testlerle sağlanmışsa kaynak yöntem testleri için ve kaynak işlerinş yapan kaynak işyeri için onay sertifikalarını verir. Bu kaynak işyeri ve kaynak yöntem testleri onayları, sertifikalarda belirtilen limitleriçinde geçerlidir.

2. Bundan başka ISO 3834'e göre A.3.2'de belirtilen ek isteklerin yerine getirildiğinin kanıtlanması halinde **TL**, bu standarda göre sertifika düzenler.

3. Evvelce verilen onay sertifikaları yenilenmiş veya bunlara ekler yapılmışsa (A.5.1'e bakınız) ve bunların ayrıntıları arasında farklılıklar varsa yeni onay sertifikasındakiler geçerlidir. Bunlar özellikle uygulama aralıklarında geçerlidir (örneğin; özel kaynak yöntemleri için).

BÖLÜM 3

KAYNAKÇI YETERLİLİK TESTLERİ

Sayfa

A. GENEL **3-** 2
1. Gerekli Testler (Kaynak Prosesleri)
2. Eğitim, El Becerisi, Bilgi
3. Kaynakçı Listeleri, Semboller
B. TEST KURULUŞLARI, SERTİFİKALAR **3-** 2
1. Kaynak İşyerinde Yapılacak İlk Testler
2. Kaynak İş Yerinde Yapılacak Tekrar Testleri
3. Diğer Test Kuruluşlarınca Yapılan Testler
4. Kaynak Yöntem Testlerinin Bir Parçası Olarak Yapılan Testler
C. TEST VE ONAY KAPSAMI **3-** 3
1. Ana Malzeme
2. Bağlantı Tipleri
3. Diğer Eklemeler ve Muafiyetler
4. Sapmalar, Özel Nitelikler, Belirli Uygulamalar
D. KAYNAKÇI YETERLİLİK TESTLERİNİN YAPILMASI **3-** 3
1. Test Parçalarının Kaynağı, Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS)
2. Test Parçaları, Numune Tipleri ve Testler
3. Test Parçalarının ve Numunelerinin Değerlendirilmesi, Sonuçların Kaydedilmesi
E. GEÇERLİLİK PERİYODU, TEKRAR TESTLERİ **3-** 4
1. Standart Geçerlilik Periyodu
2. Azaltılmış Geçerlilik Periyodu
3. Sürekli Gözetim
4. Geçerlilik Periyodunun Uzatılması, Tekrar Testleri
F. DİĞER KAYNAKÇI TESTLERİ **3-** 5
1. Diğer Kurallar ve Standartlar
2. Muafiyetler

Ön açıklamalar:

Kaynakçıların testi ile ilgili aşağıdaki kurallar, ISO 9606 Kısım 1 (Çelik) ve Kısım 2 (Alüminyum)'ya uyacak ya da faydalanacaktır. Diğer demir dışı metaller için EN ISO 9606-2 ve ISO 9606'nın bu standarda karşılık gelen kısımları yürürlüğe girene kadar uygulanacaktır.

Aşağıdaki kurallarda testlerin detayları verilmemişse, testler yukarıda adı geçen standartlara göre yapılacaktır. Metindeki referanslar aksi belirtilmedikçe bu standartlara atıf yapmaktadır.

Çelik malzemeri kaynakçıları testi ile ilgili olarak bu standartlardan (ISO 9606-1) bazı sapmalar yapılmıştır. Bu sapmalar özellikle standartlara kıyasla kapsamı daraltılmış olan ana malzeme ve kaynak tiplerinin onay aralığı ile ilgilidir. Demir dışı metal kaynakçılarının testleri söz konusu oldukça bahsedilen standartlardan farklılık gösteren temel unsur kaynak şekilleridir.

A. Genel

1. Gerekli Testler (Kaynak Prosesleri)

1.1 Kaynakçı yeterlilik testleri, manuel kaynak teçhizalarını kullanarak (örneğin manuel metal ark kaynağı ya da yarı mekanize gaz korumalı ark kaynağı ve/ya da özlü tel kullanılarak yapılan kaynak) kaynak işleri yapan ve kaynaklı bağlantılarının kalitesinin temel olarak kaynakçının el becerisine dayalı olduğu tüm kaynakçılar için gereklidir.

1.2 Buhar kazanı kurulumlarında kaynak işleri yapacak kaynakçılar için ayrıca TRD 201 "Buhar Kazanları Teknik Kuralları" Ek 2 "Kazan Kaynakçıları Test ve Gözetim Kılavuzları" uygulanacaktır. Bu yönetmeliklerde belirtilen eklemeler ve muafiyetler, buradaki kurallara da uygulanacaktır.

1.3 Tam mekanize ve otomatik kaynak ekipmanını kullanan operatörlerin ve kaynak robotunun yeterliliği EN 1418/ISO 14732'ye göre kaynak test parçalarında; örneğin kaynak yöntemi ya da imalat testleri ya da rastgele testler ya da fiili testler vasıtasıyla, (standartlara bakınız) kanıtlanacaktır.

2. Eğitim, El Becerisi, Bilgi

2.1 Kaynakçı yeterlilik testleri sadece önceden uygun eğitim almış (hem teorik hem de pratik) ve tekne üzerinde yeterince uygulama yapma fırsatı bulmuş kaynakçılara uygulanır.

2.2 Gerekli el becerisinin yanında kaynakçı ayrıca kaynağı uzman bir şekilde ve güvenle yapmasına imkan verecek profesyonel bilgiye de sahip olacaktır.

3. Kaynakçı Listeleri, Semboller

3.1 Kaynak iş yerlerinin; kaynakçıların sayısı, isimleri(kod numarası) ve test kapsamı ve bunlara ait ilk ve tekrar test tarihleri ile ilgili bilgiyi içeren listeleri ya da dosyaları bulundurması gerekmektedir. Bu listeler TL'ye talep edildiğinde ilgili orijinal dokümantasyon ile birlikte ya da uygulanabilirse kaynak işyerinin tanımıyla birlikte inceleme için teslim edilecektir. (Bakınız Bölüm 2 A.3)

3.2 Her kaynakçıya; test dokümantasyonuna (sertifikalar, listeler, vb.) kaydedilecek, karıştırılmayacak bir sembol verilecektir. TL, ek olarak uygulamaya bağlı olarak bileşenlerin ve kaynak dikişlerinin işi yapan kaynakçıya ait sembol ile markalanmasını talep edebilir. (Bakınız Bölüm 1 F.5)

B. Test Kuruluşları, Sertifikalar

1. Kaynak İşyerinde Yapılacak İlk Testler

Kaynakçıların kaynak iş yerinde ilk testleri, TL'nin temsilcisi eşliğinde kaynak denetleyicisi tarafından yapılacaktır. Kaynak iş yeri tarafından tamamlanan ve Sörveyör tarafından paraflanan değerlendirme formlarının teslim edilmesinden sonra bu testler TL Merkez Ofisi tarafından test sertifikaları olarak doğrulanacaktır.

2. Kaynak İş Yerinde Tekrar Testleri

2.1 **TL**'nin ya da **TL** tarafından tanınmış diğer test kuruluşlarının sertifikalandırdığı kaynakçılara uygulanacak tekrar testleri, **TL** tarafından tanınmış kaynak mühendislerince **TL**'nin kaynak iş yerine verdiği onay ile bağlantılı olarak bağımsız olarak yapılabilir. Diğer kaynak gözetmenleri tarafından yapılmış testler TL temsilcisinin gözetiminde yapılmalıdır.

2.2 **TL** tarafından sertifikalandırılan bir testin geçerliliğinin iki yıl daha uzatılması sadece **TL**'nin yetkisi dahilindedir. Bu amaçla tam set dokümantasyon (kaynak yöntem şartnamesi, değerlendirme formu ve test sertifikası) sörveyöre teslim edilecektir. Bakınız E.4.

3. Diğer Test Kuruluşlarınca Yapılan Testler

Kaynak işyerinden bağımsız ve **TL** tarafından tanınmış diğer test kuruluşlarınca (örneğin kaynakçı eğitim ve test kuruluşları, ya da kaynakçı eğitim kuruluşları, DIN EN 287 ve EN ISO 9606'ya bakınız) yapılan kaynakçı yeterlilik testleri, aşağıdaki test kategorilerine tabi olarak **TL** tarafından kabul edilebilir. Böyle bir tanınma, aşağıda 2.2'de tanımlandığı şekliyle bir tam set dokümantasyonun **TL**'ye teslim edilmesine tabidir.

4. Kaynak Yöntem Testlerinin Bir Parçası Olarak Yapılan Testler

Kaynakçı testleri, kaynak yöntem testlerine dahil edilebilir (bakınız Bölüm 4 B.5.3) ve daha sonra kaynakçı isimleri, kaynak yöntem onayına dahil edilecektir. Standartlara uygun kaynakçı yeterlilik test sertifikası, ancak standartların tüm hükümleri (test kapsamı ve iş bilgi testi) sağlanırsa ve uygun şekilde tamamlanan değerlendirme formuna kaydedilirse yayınlanabilir

C. Test ve Onay Kapsamı

1. Ana Malzeme

1.1 Ana malzeme için, ISO 9606-1 standardının hükümlerine karşıt olarak, sadece minimum akma gerilmesi R_{eH} 355 [N/mm^2]'ye kadar olan yüksek mukavemetli (tekne yapısal) çelikler – boru sınıfı çelikler için R_{eH} 360 [N/mm^2]'ye kadar- W 01 malzeme kategorisine dahil edildiği (yapılan testlerin akabinde) düşünülecektir. Ancak testin de (uygun kaynak sarf malzemeleri kullanılarak) yüksek mukavemetli çelikte yapılmış olması gerekmektedir.

1.2 **TL** tarafından belli bir durum için aksi belirtilmediyse, standartlara uyan test kategorileri, ana malzemelere de uygulanacaktır. Bununla beraber **TL**, kategorilerin daha kesin ayrılmalarını Bölüm 12 F.2'deki nota göre talep edebilir.

2. Bağlantı Tipleri

2.1 Bağlantı tipleri açısından, standartların hükümlerine karşın, alın kaynaklarında yapılan testler, aynı zamanda köşe kaynaklarını kapsamaz. Eğer kaynakçıların hem köşe kaynağı hem alın kaynağı gerek görülüyorsa her iki kaynak formu da testlere dahil edilmelidir.

2.2 Belirli bir durum için aksi **TL** tarafından belirtilmediyse, standartlara uyan test kategorileri aynı zamanda kaynak formlarında da uygulanacaktır.

3. Diğer Eklemeler ve Muafiyetler

Belirli bir durum için aksi TL tarafından belirtilmediyse, standartlarda belirtilen eklemeler ve muafiyetler uygulanacaktır.

4. Sapmalar, Özel Nitelikler, Belirli Uygulamalar

4.1 Eğer test için standartlardan ya da bu kurallardan sapmalar, kaynakçı vasıflandırma testinde varsa, bu durum TL ile önceden anlaşmaya varılacaktır. Sapmanın ya da özel niteliğin çeşidi "Notlar-Remarks"ın altında değerlendirmede belirtilecek ve test sertifikasına not edilecektir.

4.2 Yukarıda belirtilen testler ve iş görevlendirmelerinde belirtilmemiş (örneğin kaplanmış saclar ya da açık deniz boru bağlantıları) belirli uygulamalar (belirli malzemeler, kaynak şekilleri, kaynak prosesleri) için kaynakçı yeterlilik testleri, TL ile durum bazlı olarak anlaşmaya varılacak bir test programına göre yapılacaktır.

D. Kaynakçı Yeterlilik Testlerinin Yapılması

1. Test Parçalarının Kaynağı, Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS)

Test parçalarının kaynağı için, "Üreticinin Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS)" kaynak işyeri tarafından – her kaynak için ayrı bir tane- EN 287'ye ya da ISO 9606'ya göre oluşturulacaktır. Test için kaynak koşulları üretim sırasındaki koşullarla örtüşecektir.

2. Test Parçaları, Numune Tipleri ve Testler

Test parçaları, numune tipleri ve testlerin yapılması standartlara uygun olacaktır.

3. Test Parçalarının ve Numunelerinin Değerlendirilmesi, Sonuçların Kaydedilmesi

3.1 Testlerin çeşidi ve kapsamına bağlı olarak test

parçaları ve numuneleri, aşağıdaki kriterlere göre standartların gereklerine uygun olarak değerlendirilecektir:

- Kaynağın kalınlığı, takviye ve görünüşü (harici sonuçlar)
- Radyograf (dahili sonuçlar)
- Kopmanın görünüşü (dahili sonuçlar)
- Mekanik özellikler, uygulanabildiğinde
- Metalografik numune, gerekli ise

3.2 Bir kaynakçı, eğer kusurlar ISO 5817'ye uygun olarak Kategori B değerlendirmesinin sınırları içinde kalıyorsa testi geçmiş sayılır. Aşağıdaki kusurlar bu kuraldan muaf tutulur: Kategori C değerlendirmesinin uygulanacağı; çok büyük kaynak desteği (alın ve köşe kaynağı), aşırı köşe kaynağı kalınlığı ve aşırı kök sarkması.

3.3 Bir test; sadece söz konusu test parçası ve bundan alınan test numunesi ile ilgili olarak standardın tüm gereklilikleri karşılanmış olarak değerlendirilebiliyorsa başarılı kabul edilebilir. Tekrar test parçaları ve numuneleri EN 287 ya da ISO 9606'nın gerekliliklerine tabidir.

3.4 Detaylar ve test sonuçları kaydedilecektir.

E. Geçerlilik Periyodu, Tekrar Testleri

1. Standart Geçerlilik Periyodu

Kaynakçı yeterlilik testi, test tarihinden itibaren iki yıl süre boyunca geçerlidir. Ancak bu süre zarfında kaynak işi sürekli olarak test onay kapsamında yapılmış olacak ve kaynakçının işi sürekli olarak kaynak gözetmeleri tarafından denetlenmiş olacaktır. Bu durum; kaynakçı gözetmenleri tarafından, kaynakçı yeterlilik sertifikasında altı aydan fazla olmayacak zaman aralıklarında doğrulanacaktır. Standartlarda bu konuda verilen hükümler ayrıca uygulanacaktır.

2. Azaltılmış Geçerlilik Periyodu

2.1 TL, kaynakçı işinin görsel muayenelere dönüşmesi durumunda testin geçerliliğini düşürebilir (örneğin bir yıla).

2.2 Herhangi bir kaynak prosesi ile ilgili tekrar testi; birden fazla proseste test edilmiş bir kaynakçının, ilgili prosesi altı aydan fazla süre kullanmaması durumunda gerekli görülür.

2.3 Kaynakçının madde 1'de belirtilen herhangi bir kaynak işini altı aydan fazla süre yapmamışsa her durumda tekrar testi gerekecektir.

2.4 TL, kaynakçının becerilerinden mantıklı şüpheler oluşuyorsa her durumda tekrar testi talep edebilir.

3. Sürekli Gözetim

3.1 Tekrar testi; kaynakçı tarafından test kategorisine karşılık gelen iş görevlendirme kapsamında yapılan işin kalitesinin, sistematik ve doğrulanır bir şekilde, üretim sırasında kaynak işyeri kaynak mühendisi (**TL** tarafından tanınmış) tarafından gözetlenirse ve bu durum yukarıdaki paragraf 1'de belirtildiği üzere altı aydan fazla olmayacak şekilde doğrulanırsa bir tekrar testi yapılmayabilir.

3.2 Bu amaçla aşağıdaki önlemler; kaynakçının önceden bilgisi olmadığı durumlarda üç aydan fazla olmayacak aralıklarda uygulanacaklartır:

- Kaynakçı tarafından üretilen test kaynaklarında ya da kaynak bölümlerinde yapılacak tahribatlı test, mümkünse (en zor pozisyonlarda), ve/ya da
- Eğer belgelenebilirse, üretim kaynaklarındaki kusurlar için tahribatsız muayeneler (örneğin radyografik)

3.3 Bu testlerin sonuçları kaynak personeli listelerine not olarak girilecek ve **TL**'ye bir yılı geçmeyen aralıklarla muayene ve doğrulama amacı ile teslim edilecektir.

4. Geçerlilik Periyodunun Uzatılması, Tekrar Testleri

4.1 TL tarafından sertifikalandırılan kaynakçı yeterlilik testinin geçerliliği, TL tarafından test sertifikasında belirtilmişse bir seferde iki yıl daha uzatılabilir. Ancak bu durum sadece bununla ilgili yukarda ya da standartlarda geçen önkoşullar sağlanıyorsa ve bu işveren(kaynak gözetimcisi) tarafından test sertifikasında uygulanabilir şekilde altı aylık periyot için doğrulanmışsa uygulanabilir.

4.2 Bir uzatma, sadece ilk testin olduğu onayın kapsamı için onaylanabilir.

4.3 Eğer yukarıda belirtildiği gibi uzatmanın verildiği koşullar karşılanmıyorsa, bir tekrar testi ilk testin kapsamına uyacak şekilde yapılacaktır. Eğer bir tekrar testi ilk teste kıyasla sınırlı kapsamda yapılacaksa, bundan sonraki onay kapsamı, tekrar testinin testi kapsamında verilecektir.

F. Diğer Kaynakçı Testleri

1. Diğer Kurallar ve Standartlar

1.1 **TL**, kaynakçı yeterlilik testinin diğer karşılaştırılabilir kurallara, standartlara ya da kodlara göre yapılmasına rıza gösterebilir. Bu testlere göre test edilen kaynakçıların iş görevlendirmeleri, yukarıdaki kurallara benzer şekilde testin kapsamına bağlı olarak belirtilecektir. Geçerlilik Periyodu E'de belirtildiği şekliyledir.

1.2 B.3'e benzer şekilde bağımsız bir test kuruluşu tarafından yapılan, diğer kurallara, standartlara ya da kodlara uyan kaynakçı testleri, yukarıdaki hükümlere tabi olarak **TL** tarafından tanınabilir. İlgili kaynak yöntem şartnameleri, test raporları, test sertifikaları ve istek üzerine ilgili kurallar, standartlar ya da kodlar bu amaçla **TL**'ye teslim edilecektir.

2. Muafiyetler

Gerekçeli istisnai durumlarda (örneğin tamirlerde) sörveyör; yukarıda belirtilen belgeli yeterliliklere sahip olmayan iyi eğitimli ve tecrübeli kaynakçıların belirli bir süre zarfı içinde ve belirli bir yapı için çalıştırılmasına yetki verebilir. Ancak sörveyör, ilgili kaynakçıların öngörülen iş için yeterli olduğuna ve bunlar tarafından yapılan kaynakların uygun şekilde doğrulanabileceğine (örneğin tahribatsız muayenelerle) kanaat getirmelidir.

BÖLÜM 4

KAYNAK YÖNTEM TESTLERİ, İMALAT KAYNAĞI TESTLERİ

Sayfa

A. GENEL **4-** 2
1. Uygulayıcının İşyerinde Yapılan Kaynak Yöntem Testleri
2. Ön Kaynak Yöntemi Testi
3. İmalat Testleri
B. KAYNAK YÖNTEM VE ÜRETİM TESTLERİNİN YAPILIŞI **4-** 3
1. Onay için Başvurma
2. Testlerin Kapsamı, İstekler, Test Programı
3. Malzemeler, Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri
4. Test Parçaları, Boyutlar, Haddeleme Yönü, Dikiş Şekli, Kaynak Pozisyonları
5. Test Parçasının Kaynağı
6. Kaynak Sonrası Isıl işlemler ve Diğer Çeşit Isıl İşlemler
7. Tahribatsız Testler
8. Test Parçalarının Kesilmesi, Numunelerin Hazırlanması
9. Test Numunelerinin Şekilleri ve Boyutları, Mekanik ve Teknolojik Testler
C. TEST SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ, İSTEKLER, TEKRAR TESTİ NUMUNELERİ, TEST RAPORLARI **4-**6
1. Test Sonuçlarının Belirtilmesi
2. İstekler, Tekrar Testi Numuneleri
3. Raporlar, Muhafaza Süresi
D. UYGULAMA SINIRLARI, GEÇERLİLİK SÜRESİ **4-** 7
1. İşyeri, Yan İşyeri
2. Uygulama Alanı
3. Geçerlilik Süresi

A. Genel

1. Uygulayıcının İşyerinde Yapılan Kaynak Yöntem Testleri

1.1 Kaynak yöntem testleri, Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da belirtilen kapsama uygun olarak işyeri koşullarında farklı uygulama alanlarında yapılacak imalat çalışmalarına başlamadan önce **TL** gözetiminde uygulanacaktır. İşyeri koşulları (atmosfer etkisinden korunma, kaynak cihazları, tertibatlar (jigler), kaynakçılar, imalat toleransları vs.) ve öngörülen geniş soğuk şekil verme işlemleri, malzemelerin ve/veya uygulanıyorsa kaynak dikişlerinin ısıl işlemleri, kaynak yöntem testlerinin bir kısmını teşkil eder.

1.2 Kaynağı kolay olan malzemelerin kaynaklı birleştirmelerin kalitesi, kaynak dolgu malzemesinin seçimine ve kaynakçının el becerisine bağlı olan bazı standart kaynak işlemlerinde, kaynak yöntem testlerinden vazgeçilebilir (örneğin; normal mukavemetli tekne yapım çeliğinin, benzer yapı çeliğinin, dövme parçaların ve çelik dökümlerin yukarıdan aşağıya doğru kaynağı (PG) dışında, el ile ark kaynağı (SMAW) veya yarı mekanik gaz korumalı metal ark kaynağı (GMAW)).

Değişik uygulama alanlarındaki kaynak yöntemleri kabulü için gerekli kanıtlar Tablo 4.1'de özetlenmiştir. Uygulama alanlarına ait bölümlerde belirtilen bazı özel koşullar öncelikle göz önüne alınır.

1.3 Diğer bağımsız deney kuruluşlarının gözetiminde yapılan ve belgelendirilen kaynak yöntem testleri; Bölüm 2, D.3'deki hükümlere tabidirler. Bu durumda **TL**, imalatın başlamasından önce ya da yapım sırasında tamamlayıcı - imalat testlerinin yapılmasını isteme hakkını saklı tutar.

1.4 Özellikle, teknik olarak makul görülen özel durumlarda (örneğin; onarım) sörveyör belirli bir zaman sınırında ve belirli bir yapı ile sınırlayarak kaynak yöntemi testi yapılmadan belirli bir kaynak yönteminin uygulanmasına müsaade edebilir. Ancak, öncelikle sözü edilen kaynak yönteminin doğru ve güvenli uygulandığının diğer testlerle (örneğin; kaynağın tahribatsız muayeneleri ve/veya İmalat testleri) kanıtlanmalıdır.

2. Ön Kaynak Yöntemi Testi

2.1 Uygulayıcının işyerinin özel nedenlerle öncelikli bir kaynak yöntem testine uygun olmadığı görülüyorsa, kaynak yöntemi ön testi kaynak teçhizatı veya kaynak dolgu malzemesi üreticisinin işyerinde veya bir araştırma kurumunda yapılacaktır.

Bu testlerde; kaynak parametreleri, uygulanıyorsa kaynak sonrası ısıl işlemleri, uygulayıcının işyerindeki koşullara uygun olacaktır. Diğer bütün hususlarda, kaynak yöntem testlerinde kullanılan koşullar üreticinin işyerinde uygulananlar olmalıdır.

2.2 Ön kaynak yöntem testi, uygulayıcının iş yerini esas kaynak yöntem testini yapma zorunluluğunu kaldırmaz. Ön teste dayanarak esas kaynak yöntem testi için basitleştirilmiş bir program kabul edilebilir.

3. İmalat Testleri

3.1 Yapım sırasında kaynaklı birleştirmelerin niteliğini izlemek üzere Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da belirtilen kapsamda imalat testleri yapılacaktır. Test parçaları, imalat kaynak dikişleri ile aynı zamanda kaynak edilecektir (levhaların boyuna kaynakları, boru ve kapların çevresel kaynakları) veya bu maksatla imalat kaynak dikişlerinin kesitleri kullanılabilir. Uygulanabiliyorsa, test parçaları mümkün olduğu kadar ana parçalarla birlikte ısıl işleme tabi tutulacaktır. Kural olarak imalat testleri, tahribatsız muayenelerle birlikte mekanik ve teknolojik testleri içerir.

3.2 Uzun süre **TL** gözetiminde yapılmayan özel kaynak işlemleri veya kaynak dikişi kalitesinin düzgün kontrolü istenen kaynak yöntemleri ve/veya kaynak edilen malzemeler için imalat testleri istenir. İmalat testlerinin cinsi ve kapsamı her durum için ayrı ayrı saptanacaktır.

3.3 Buna ek olarak, kaynak çalışmalarında kaynaklı birleştirmelerinin kalitesi hususunda tereddüt ediliyorsa veya bazı kaynak verileri, kaynak dolgu veya yardımcı malzemelerin türü değiştirilmişse veya kaynak işyeri personelinde değişim yapılmışsa, **TL** imalat testleri isteyebilir. Bu imalat testlerinin kapsamı her durum için ayrı ayrı saptanır.

3.4 Üzerine kaynak edilebilen astar boya ile birlikte imalat testleri için Bölüm 6.C'ye bakınız.

B. Kaynak Yöntemi ve İmalat Testlerinin Yapılışı

1. Onay için Başvurma

1.1 Bir kaynak yöntem onayı ve kaynak yöntem testinin yapılması için başvuru, aşağıdaki ayrıntılar belirtilerek ve aynı zamanda ilgili sörveyör de haberdar edilerek **TL** Merkez Ofisine yapılacaktır;

- Uygulama alanı (yapı elemanları, malzemeler, levha et kalınlıkları, boru çapı, uygulanıyorsa kaynak faktörü),
- Kaynak yöntemi,
- Kaynak pozisyonları,
- Kaynak ekipmanları ve parametreleri,
- Kaynak dikişi şekilleri ve birleştirme,
- Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri,
- Kaynak ağzının hazırlanması,
- Kaynaktan önceki soğuk veya sıcak şekil verme işlemleri,
- Üzerine kaynak edilebilir astar boya,
- Kaynak jigleri ve hava etkilerinden korunma,
- Ön ısıtma ve kaynak esnasındaki ısı girdisi,
- Kaynak sonrası ısıl işlemler veya diğer sonraki ısıl işlemler,
- Kaynakçılar (yeterlik sınavları),
- Test tarihi.

Not :
Kaynak yöntemi (WPS) ve test sonuçlarının kaydedilmesi (WPAR) EN ISO 15609-1, EN ISO 15614-1'e uygun olacaktır.

1.2 Mümkünse başvuru, test parçalarının kurallara göre skeçleri ve boyutları ile birlikte, amaçlanan test numunelerini ve testleri tanımlayacak bir test programı önerisi içerecektir. 1.1'de istenilen bilgiler ve veriler, kurum içi standartlara veya diğer (kaynak) spesifikasyonlarına dayanıyorsa, bunlar da başvuruya eklenmelidir.

2. Testlerin Kapsamı, İstekler, Test Programı

2.1 Belirli bir uygulama alanı (gemi inşaatı, kazan ve basınçlı kapların yapımı, boru hatları yapımı, vs.) için istekler ve testler ve testlerin kapsamı (test parçaları, numuneleri, vs.) Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da verilmiştir. Bununla beraber tahribatsız muayene ayrıntıları Bölüm 10'da ve mekanik ve teknolojik testlerin ayrıntıları Bölüm 11'de verilmiştir.

2.2 Öngörülen uygulama alanı ve uygulama bölgesi için uygulayıcı tarafından 1.2 ve 2.1'e göre hali hazırda oluşturulmuş test programı varsa, bu test programı testlere başlamadan önce **TL** ile anlaşmaya varılmalıdır. Aksi takdirde uygulayıcı **TL**'na danışarak bir test programı hazırlamalı ve **TL**'nin onayına sunmalıdır.

3. Malzemeler, Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri

3.1 Kaynak yöntem testlerinde kullanılan malzemeler, markalama ve sertifikalarına dayanarak açık olarak belirlenmelidir. Test parçalarının haddeleme doğrultusu saptanabilmelidir. Aksi halde kontrol için örnekler hazırlanacak ve test edilecektir.

3.2 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri mümkünse önceden test edilerek **TL** tarafından onaylanacaktır. Bununla beraber, kaynak yöntemi ile aynı zamanda test edilebilir ve onaylanabilir (Bakınız Bölüm 5 A.1.4). Bu tip onaylar genelde uygulayıcının işyeri ile sınırlıdır ve Bölüm 5, A.3 göre tekrar testleri yapılmadıkça en fazla bir sene için geçerlidir.

3.3 Kaynak yöntem testlerinde kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerin yerine, daha sonraki imalatlarda **TL**'ndan onaylı aynı cins malzeme kullanılabilir. Ancak bu husus kaynak yöntemi onay sertifikasında açıkça belirtilmelidir (Bakınız A.3.3).

4. Test Parçaları, Boyutlar, Haddeleme Yönü, Dikiş Şekli, Kaynak Pozisyonları

4.1 Test parçalarının, şekil ve büyüklükleri söz konusu

kaynak yöntemine ve numune sayısına uygun olmalıdır. En çok kullanılan test parçaları Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da belirtilmiştir. Sınav parçasının boyutları, işlemin değerlendirilmesi için gerekli ise ve ters bir etkisi yoksa değiştirilebilir. Bazı özel hallerde başka türlü anlaşmaya varılmamışsa alın ve de köşe kaynaklarında imalat için öngörülen pozisyonlarda kaynak edilir.

4.2 Dikey kaynaklar (elektro gaz veya elektro slag kaynağı) için test parçası uzunluğu (kaynak dikişi uzunluğu) imalat kaynağı tertibatına (jiglerine) bağlıdır. Bununla beraber eriyen tel elektrotlar kullanılıyorsa test parçası uzunluğu, tel elektrotlara veya uygulanabilirse kaynak edilen yapı elemanın yüksekliğine bağlıdır. Bu yöntemin uygulanmasındaki bazı özel durumlar (örneğin; güverte altı kirişlerinin güverteye bağlanmasındaki kaynak çalışmaları) test parçasının şeklinin belirlenmesinde göz önüne alınabilir

4.3 Levha kalınlığı, Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da verilen sınırlar içindeki bilgilere ve öngörülen uygulama alanlarına göre seçilecektir. Mümkünse her uygulama alanı için iki farklı levha kalınlığında kaynak yapılacak ve test edilecektir. Sonraki uygulamalarda kaynak çalışmalarına uygun kaynak dikişi biçimi kullanılacaktır.

4.4 Kaynak yönteminin özelliklerinin veya boyutlarının ve dolayısı ile bunlarla belirlenen paso sayısının test sonuçlarına önemli bir etkisi bekleniyorsa, test parçalarının kalınlığı ve paso sayıları ilgili uygulama aralığı kalınlık sınırlarına uygun olacaktır. Yukarıdan aşağıya dikey kaynakta uygulama aralığının üst sınır kalınlığı sınav parçasının kalınlığı olarak alınır veya levha kalınlığına göre farklı paso sayıları için (örneğin; tek ve çok pasolu kaynak) test kapsamı değişik teknikler içerecek ve test parçasının kalınlığı buna uygun olarak seçilecektir. Bu durum aynı şekilde kaynak dikişi kalınlıklarına da uygulanır.

4.5 Normal olarak, ileriki uygulamalarda oluşacak pozisyonlarda sınav parçaları kaynak edilecektir. Kaynak yöntemi ve malzemelere bağlı olarak test yalnız belirli kaynak pozisyonları ile sınırlandırılabilir. Örneğin; el ile yapılan elektrik ark kaynağı veya yarı mekanik koruyucu gaz kaynağında sadece Bölüm 3'de verilen kaynakçı yeterlilik sınavında verilen pozisyonlar kullanılabilir. Tek taraflı kaynak için kaynak yöntem testi, her zaman alın kaynağında korniş PC(h-v) pozisyonunu da kapsar. Tavan kaynağının PE(o) söz konusu olduğu durumlarda, bu pozisyon yatay/oluk kaynağı PA(d) ile birleştirilebilir.

4.6 Levhanın haddeleme doğrultusu, kaynak doğrultusuna paralel olacaktır. Haddeleme doğrultusu test raporunda belirtilecektir.

5. Test Parçalarının Kaynağı

5.1 Bütün kaynak yöntem testlerinde işyeri uygulamalarına göre ilk soğuk şekil verme işleminin etkisi işyerinde uygulanan kaynak ağzı hazırlanması hava aralığının toleransı, buruşmaların önlenmesi ile üzerine kaynak yapılabilir ilk kat boya (astar boya) kullanılmasının etkisi incelenecektir.

Zor imalat koşullarının (örneğin; ulaşılabilirliği sınırlanmış) kaynak yöntem testleri benzeri üzerinde yapılacaktır.

5.2 Testlerde kullanılan montaj için gerekli işyeri gereçleri ve kaynak teçhizatı ve punta kaynakları gerçek imalatta kullanılanların aynı olmalıdır. Yatay ve dikey kaynak pozisyonlarında teorik kaynak pozisyonunda öngörülen en büyük açı sapmaları göz önüne alınmalıdır (örneğin; kızak eğimi).

5.3 Mümkünse, kaynak yöntem testlerine birden fazla (en az iki) kaynakçı veya operatör katılacaktır. Her kaynakçı veya operatör grubu sınav parçalarının hazırlanması (puntalama), kaynak cihazlarının ayarlanması, kaynak akımının ayarı, ilerleme hızları gibi işlemleri yeniden yapmalıdır.

5.4 Ön ısıtma, kaynak dikişinin birim uzunluğa düşen ısı girdisi, pasolar arası geçiş sıcaklığı, elektrot değişimleri ve kaynak cihazlarının (makinalarının yeniden durdurulması ve çalıştırılması (başlama noktası / bitiş kraterleri) daha sonraki uygulamada kullanıma uygun olacaktır. Çubuk elektrotlar penseye bağlandığı uca kadar kullanılmalıdır.

5.5 Kaynak yöntem testinde, genel olarak, işleme göre kök oyularak veya oyuksuz kök pasosuna müsaade edilir. Sonraki imalat çalışmalarında, tek taraflı kaynaklarda aynı tipte altlık kullanılacaktır.

5.6 Gemi inşaatındaki mekanik kaynak işlemlerinde kaynak çalışmasında bir kesintiden sonra sınav

parçasının tamamı ile soğutulduğu ve cihazların tekrar çalıştırıldığı gösterilecektir. Bitiş kraterinin taşlanması ve yeni başlangıç noktasının hazırlanması normal uygulamalara göre yapılmalıdır. Bu kaynak alanındaki test sonuçları ayrı değerlendirilecektir.

5.7 Bir kaynak yöntem testi sırasında oluşabilecek küçük hatalar, sörveyörün onayı ile numuneler hazırlanırken onarılacak veya göz önüne alınmayacaktır. Önemli hatalar oluştuğunda, nedenleri saptanacak ve önlemleri alınarak yeni sınav parçaları kaynak edilecektir.

5.8 Test parçası kaynağında aşağıdaki veriler kayda geçirilecektir:

- Kaynak dikişinin şekli ve kaynak ağzı hazırlama yöntemi,
- Kaynak dikişinin yapılması ve paso sayısı,
- Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri (tipi, ticari markası, boyutları, miktarı),
- Kök oyulması yöntemi ve pasolar arası temizlik / işlemi,
- Ön ısıtma, pasolar arası sıcaklık,
- Kaynak teçhizatı ve parametreleri (amperaj, voltaj, kaynak hızı, kaynak dikişinin birim uzunluğuna düşen ısı girdisi),
- Kaynak esnasında kesintiler / aksaklıklar,
- Kaynakçıların/operatörlerin isimleri,
- Testlerde uygulanan özel durumlar (klima etkileri sınırlı giriş).

6. Kaynak Sonrası Isıl işlemler ve Daha Sonrası Diğer Tip Isıl İşlemler

6.1 İleriki imalat çalışmalarında parçalara son ısıl işlem (örneğin; gerilme giderici tavlama) ön görülüyorsa, test parçalarına da aynı son ısıl işlem uygulanır. Bunlara benzer şekilde diğer tip sonraki ısıl işlemler de uygulanır (örneğin; TIG kaynak dikişi yüzlerine son ısıl işlem). Kaynak yöntem onayı ısıl işlem yapılmadan ve yapıldıktan sonrası olmak üzere her iki durum içinde isteniyorsa, testler her iki durum içinde yapılacaktır.

6.2 Mümkünse, test parçalarının son ısıl işlemleri, imalat parçaları için kullanılan tavlama fırınlarında yapılacaktır. Tavlama fırınlarında bir sıcaklık kayıt cihazı bulundurulması zorunludur. Zaman-sıcaklık eğrisi kaydedilecektir. Diğer çeşitli sonraki işlemler test raporunda belirtilecektir. Kaynaktan sonraki ısıl işleme ait ek bilgiler Bölüm 9'da verilmiştir.

7. Tahribatsız Testler

7.1 Her alın kaynağı test parçası, kesilmeden önce bütün dikiş uzunluğu boyunca gözle ve tahribatsız testlerle iç ve dış kaynak hataları aranacaktır. Aksi belirtilmedikçe, sınav parçalarının radyografik muayeneleri yapılmalı ve 30 mm. ve daha kalın parçalara (tek taraflı tozaltı ark kaynağı yapılan 10 mm. ve daha kalın olanlara) ek olarak ultrasonik muayene uygulanmalıdır.

7.2 Ana malzeme veya kaynak dikişi malzemeleri çatlamaya duyarlı ise, bu malzemelerde yukarıdakilere ek olarak yüzey çatlak muayenesi yapılmalıdır. Malzeme manyetize edilebilen cinste ise manyetik toz yöntemi, aksi halde girici sıvı yöntemi uygulanır. **TL**, kaynak çalışmalarının tamamlanması ile çatlak muayenesinin yapılmasına bağlı olarak belirli bir süre aralığı (örneğin; 72 saat) isteyebilir.

7.3 Her K biçimindeki veya iç köşe dikişli T birleştirmelerinde veya + biçimdeki sınav parçalarının dış kaynak hataları için gözle muayeneleri yapılacak ve normal tekne yapı çeliği ve benzer basit yapı çeliklerinin dışındaki malzemeden yapılan sınav parçalarına ek olarak yüzey çatlak testi uygulanacaktır.

7.4 İmalat testlerinde kaydedilen sınırlardan farklı olarak, tahribatsız ultrasonik muayenelerle bulunan tüm kaynak hataları ve belirtiler kaydedilecektir.

8. Test Parçalarının Kesilmesi, Numunelerin Hazırlanması

8.1 Test parçalarının kesilmesi Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da belirtildiği gibi yapılacaktır. Sınav parçaları mekanik olarak kesilecektir. Isıl kesme yöntemleri kullanılması halinde yeterli bir işleme payı bırakılmalı ve ısının etkisi altında kalan bölge daha sonra mekanik olarak

kesilmelidir.

8.2 Kesilmeden önce numuneler tek tek markalanacak ve böylece mekanik işleme sırasında belirlenmesi mümkün olacak ve sınav parçasının tekrar yapımında yeri belli olacaktır.

8.3 Tüm alın kaynaklı ve iç köşe kaynaklı (+ biçiminde) test parçalarının elle ve yarı mekanize kaynak yöntemleri için normal olarak bir numune seti alınır ve test edilir. Tam mekanize kaynak yöntemi için test parçalarından, kaynak dikişinin başlangıcından ve bitiminden birer test numunesi seti alınır ve test edilir. Özel durumlar için bu sınav parçasında kaynak dikişinin ortasından ek olarak alınan üçüncü bir numune seti istenebilir. Örneğin; uzun dikişler söz konusu ise veya kaynak yöntemi yenilenmişse toz altlıklı tek taraflı toz altı ark kaynakları için her durumda üçüncü numune seti alınır ve test edilir.

9. Test Numunelerinin Şekilleri ve Boyutları, Mekanik ve Teknolojik Testler

9.1 Numunelerin şekli ve boyutları, testlerin hazırlanması ve yapılması, sonuçların belirlenmesi Bölüm 11'deki koşullara uygun olmalıdır. Ayrıca Malzeme Kurallarındaki (Bölüm 1 ve 2) ilgili koşullara da uyulmalıdır.

9.2 Tüm testler eğitilmiş personel tarafından kullanılan kalibreli test cihazlarında yapılacaktır. Test cihazları, sahibi tarafından tamamı ile çalışır durumda ve bağımsız test merkezlerince düzenli aralıklarla kalibre edilmiş olarak muhafaza edilecektir.

9.3 Başka türlü bir anlaşma veya koşul yoksa mekanik ve teknolojik testler sörveyörün gözü önünde yapılacaktır. Metalografik test parçaları değerlendirilmek üzere sörveyöre sunulacaktır.

C. Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi, İstekler, Tekrar Testi Numuneleri, Test Raporları

1. Test Sonuçlarının Belirtilmesi

1.1 Kaynak yöntemleri ve pozisyonları, test sonuçları, vs.'nin tanımlanması ve değerlendirilmesinin olabildiğince açık ve düzgün olarak sağlanması için ilgili standartlardaki tanımlar ve semboller kullanılmalıdır (örneğin; ISO 857-1, EN ISO 6947, ISO 6520-1, ISO 5817, ISO 10042). İç hatalar için Bölüm 10 Tablo 10.1'deki semboller kullanılacaktır. Hata ve kopmaların yerleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

KM = Kaynak dikişi metalinde

GB = Geçiş bölgesinde (erime çizgisi, FL)

ITAB = Isı tesiri altındaki bölgede (HAZ)

AM = Ana malzemede

2. İstekler, Tekrar Testi Numuneleri

2.1 İstekler Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da belirtilmiştir.

2.2 Testlerde tek bir numune istekleri karşılamıyorsa veya bu numunenin yetersizliği bu parçadaki kusurlarla veya test cihazındaki eksikliklerle sınırlı olarak meydana geliyorsa, her durum için iki tekrar testi numunelerinin veya tekrar numune setinin aynı test parçasının her durumu için istekleri karşılaması yeterlidir.

2.3 Çentik darbe testinde, başka türlü belirtilen özel haller dışında, üç numunenin ortalama değeri alınır. Bunlardan hiç biri istenilen değerin %70'inden az olmamalıdır. Bu koşul yerine gelmezse ve ortalama değer, istenilen değerin % 85'inden az değilse, üç tekrar testi numunesi test edilir ve sonuçları evvelce elde edilen orijinal üç değere ilave edilir. Bu altı örnekten alınan yeni ortalama değer istekleri karşılamalıdır. İlk üç numunenin ortalama değeri istenilen değerin % 85'inden az ise, altı tekrar örneği test edilir ve bunların ortalama değeri istekleri karşılamalıdır.

2.4 Belirli sayıda örnek ile ve/veya çeşitli alanlardaki testlerle istekler karşılanamıyorsa hataların nedenleri araştırılacaktır. Hatalar giderilerek yeni sınav parçaları kaynak edilir ve tüm testler yeniden yapılır.

3. Raporlar, Muhafaza Süresi

3.1 Raporlar, tüm kaynak deneyleri ve testleri için hazırlanacak ve testi yapan ve test gözetmeni tarafından imzalanarak iki nüsha halinde **TL**'ye sunulacaktır.

3.2 Birikmiş tüm test parçaları, numuneler ve test belgeleri, bütün testlerin ve sörveylerin sonuçlandığının **TL** tarafından verilen onayla bildirilmesine kadar

saklanacaktır. Kaynakların tahribatsız muayeneleri (örneğin; radyografik muayenler) raporların muhafaza süresi için Bölüm 10'a bakınız.

D. Uygulama Sınırları, Geçerlilik Süresi

1. İşyeri, Taşeron

1.1 Kaynak yöntem onayı genel olarak aktarılamaz. **TL**, özel durumlarda kaynak çalışmaları ana işyeri ile aynı gözetimde olan, imalat çalışmaları aynı koşullarda yapılan ve aynı belirli kaynak yöntemini kullanan alt işyerine (taşeron) müsaade edebilir. **TL,** kaynak işlemlerinin doğru uygulandığının ve mekanik özelliklerin, tahribatsız muayenelerle ve basitleştirilmiş imalat testleriyle yeterli olduğunun kanıtlanmasını isteyebilir.

1.2 Bir kaynak atölyesinde yapılan kaynak yöntem testi genel olarak açık sahada yapılacak kaynak için aynı şekilde geçerli değildir. Bu durumlarda kaynak yöntem testi, **TL** tarafından belirtilecek saha koşullarına göre tamamen veya kısmen tekrarlanacaktır. Sahadaki kaynağın niteliksel özellikleri imalat testleri ile gösterilmişse **TL** ile önceden anlaşarak tekrar testinden vazgeçilebilir.

2. Uygulama Alanı

2.1 Bir özel malzemenin testini esas alan kaynak yöntemi onayının içerdiği diğer malzemeler Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da gösterilmiştir.

2.2 Levha kalınlıkları için, Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'de ya da belirli bir durumda başka türlü belirtilmemişse, yaklaşık olarak levha kalınlıkları 0,7 -1,7 t (t=test edilen levha kalınlığı) aralığı Bölüm 12'e uygun olarak tekne yapımında ve 0,75 - 1,5 t aralığı diğer uygulama alanlarında kullanılır. **TL**, bu uygulama alanını standartlara göre (EN ISO 15614-1) 0,8 - 1,1 t arasında sınırlayabilir veya 0,5 ten 2 t'ye kadar genişletebilir. Yukarıdan aşağıya doğru dikey kaynak pozisyonunda sınav parçasının kalınlığı olarak uygulama alanının üst sınır kalınlığı alınır.

2.3 Kaynak yöntem onayı genel olarak test edilen kaynak pozisyonları için geçerlidir. Kaynak yöntemlerine bağlı olarak bazı kaynak pozisyonlarını da kapsar. Bu husus uygulanabiliyorsa, onay belgesinde belirtilir.

2.4 Kaynak yöntem onayı, test edilmiş kaynaklı yapı ve kaynak yöntemi için geçerlidir.

2.5 Kaynak yöntem onayı, test için yapılan ısıl işlem koşullarında geçerlidir (örneğin; ısıl işlem yapılmamış, gerilme gidermek amacıyla tavlanmış, normalize edilmiş).

2.6 Testlerde göz önüne alınan minimum, maksimum veya işletme sıcaklıkları, yöntem onay belgesinde belirtilmelidir. Genel olarak malafa sıcaklığı test sıcaklığının 5°C üzerindedir.

3. Geçerlilik Süresi

3.1 Kaynak yöntem onayının geçerliliği, genelde uygulama kapsamına bağlı olarak zamanla sınırlı değildir bakınız Tablo 4.1 ve Bölüm 12 ÷ Bölüm 16. Burada her durumda yöntem onayı koşullarının belirli olarak değişmediği öngörülür.

3.2 Bununla beraber kaynak yöntem onayı, kaynak çalışmalarını yapan kaynak işyerine verilen onaya bağlıdır ve bu onay sona erdiği zaman kaynak yöntem onayı da sona erer. Kaynak işyeri onay belgelerini yenilemek için (Bölüm 2, A.4'e bakınız) onaylı kaynak yönteminin güncel imalat süresince değişmediği ve uygulanması sırasında belirli bir hata görülmediği **TL**'ye kanıtlanmalıdır.

3.3 Kaynak yöntem onayının geçerliliğinin sürdüğü bazı özel uygulama alanlarında (buhar kazanları, basınçlı kaplar) gerekli imalat testleri için A.3'e bakınız. **TL** kaynak işyeri onayının üç senelik geçerlilik süresi içinde daha evvel belirlenen koşulları kontrol edebilir (Bölüm 2'ye bakınız).

3.4 Uygulanan kaynak yönteminin doğru ve güvenli olduğundan şüphe ediliyor veya bu yöntemle yapılan kaynak dikişindeki kusur ve hasarların kaynaklı birleştirmelerin kalitesinin yetersiz olmasından meydana geldiği sonucuna varılıyorsa, **TL** kaynak yöntem onayının kısmen veya tamamının geçerliliğini kaldırır ve yeniden kaynak yöntem testi veya imalat testi ister.

Tablo 4.1 Kaynak yöntemlerinin tanınması (kalifikasyonu) - Özet

Uygulama alanı	Gemi yapılarının kaynağı		Buhar kazanları kaynağı	Basınçlı kapların kaynağı	Boru hatlarının kaynağı		Makina elemanları kaynağı	
Bileşenler	Gemi yapıları, gemi inşaatında kullanılan ekipman parçaları		Basınç etkisindeki kısımlar ve ona kaynak edilen parçalar	Basınç etkisindeki kısımlar ve ona kaynak edilen parçalar	Boru sınıfı III	Boru sınıfı I+II	Temel levhaları (bedpleyt) dikmeler, dişli kutusu, muhafazalar, çark gövdesi güverte yardımcı makinaları	
Kabul şekli ve prensipleri	Standart yöntemlerin ya da deneyimlere dayanarak kabul	Kaynak yöntem testlerine dayanarak kabul	Kaynak yöntem testlerine dayanarak kabul	Kaynak yöntem testlerine dayanarak kabul	Standart yöntemlerin ya da deneyimlere dayanarak kabul	Kaynak yöntem testlerine dayanarak kabul	Standart yöntemlerin ya da deneyimlere dayanarak kabul	Kaynak yöntem testlerine dayanarak kabul
TL Kaynak Kuralları / Kısım / Bölüm :	3/4 A.1.2 ve 3/12 B.3	3/4 ve 3/12, F	3/4 ve 6/2, F	3/4 ve 6/3 F	3/4, A.1.2 ve benzer şekilde 3/12 B.3	3/4 ve 6/4, G	3/4, A.1.2 ve benzer şekilde 3/12, B.3	3/4 ve 6/5, F
İlgili ISO/EN/DIN standart: kural:	EN ISO 15611 ve 15612	EN ISO 15614-1 ve 15614-2	EN ISO 15614-1,TRD 201 Ek 1	EN ISO 15614-1 ve 15614-2 , AD-HP 2/1	EN ISO 15611 ve 15612	EN ISO 15614-1 ve 15614-2	EN ISO 15611 ve 15612	EN ISO 15614-1 ve 15614-2
Genel ön koşullar	Onaylı işyeri, kabul edilmiş kaynak gözetmenleri, ISO 9606 / DIN EN 287'e göre sertifikalı kaynakçılar, onaylı üreticilerin sertifikalı malzemeleri, onaylı kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, EN ISO 15607- EN ISO 15614'e göre onaylı kaynak yöntemi spesifikasyonları							
Malzemeler	Normal mukavemetli gemi yapım çelikleri	Geri kalanın tümü (Bölüm 12, F.1.3 Dipnot (1)'e bakınız).	Tümü	Tümü	Alaşımsız çelikler TL mukavemet kategorisi 360 ve 410 (S 295)	Geri kalanın tümü (Bölüm 12, F.1.3 dip not (1)'e bakınız)	Normal gemi yap. çelikleri ve benzer alaşımsız çelikler (örneğin; S 235)	Geri kalanın tümü (Bölüm 12, F.1.3 dip not (1)'e bakınız)
Levha/cidar kalınlıkları; Boru çapları	Kaynakçı yeterlilik sınavlarını geçerlilik alanına göre UP-T; 4-25-M;-40 mm.	Tümü	Tümü	Tümü	Kaynakçı yeterlilik sınavlarının geçerlilik alanına göre	Tümü	Kaynakçı yeterlilik sınavının geçerlilik alanına göre UP-T; 4-25-M;-40 mm.	Tümü
Kaynak yöntemi	E-elle, MAG-M ve C (masif ve özlü tel) ve tek telli örtülü ark kaynağı (tek taraflı kaynak dışında)	Geri kalanın tümü (Bölüm 12, F.1.3'e göre dip not (2)'ye bakınız)	Tümü	Tümü	E-elle (TIG dahil) ve yarı mekanik kaynak yöntemleri diğerleri boru sınıfı I+II gibi	Tümü	E-elle, MAG-M ve C (masif ve özlü tel elekrodlar) ve tek telli örtülü elektrot ark kaynağı (tek taraflı kaynak dışında)	Geri kalanın tümü (Bölüm 12, F.1.3'e göre dip not (2)'ye bakınız)
Kaynak pozisyonları	PG (v-d) dışında tümü, tozaltı ark kaynağında sadece PA(d)	Tümü	Tümü	Tümü	PG (v-d) dışında tümü	Tümü	PG (v-d) dışında tümü, tozaltı ark kaynağında sadece PA(d)	Tümü
Geçerlilik süresi	Genelde sınırsız	Genelde sınırsız	1 yıl	1 yıl	Genelde sınırsız	1 yıl	Genelde sınırsız	Genelde sınırsız
Uzatmanın dayanağı	D.3.2'ye göre kanıtlama	D.3.2'ye göre kanıtlama	Üretim testleri veya kaynak yöntem testlerinin tekrarı	Üretim testleri veya kaynak yöntem testlerinin tekrarı	D.3.2'ye göre kanıtlama	Kalitenin kanıtlanması (örneğin; NDT) ya da kaynak yöntem testlerinin tekrarı	D.3.2'ye göre kanıtlama	D.3.2'ye göre kanıtlama

BÖLÜM 5

KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ

Sayfa

A. GENEL **5-** 2
1. Onay Prosedürü
2. Onayın Aktarılması
3. Geçerlilik Süresi ve Tekrar Testleri
4. Sınıflama ve Tanımlama (Kalite Derecesi, Ek Semboller)
5. Kalite Derecesinin Değiştirilmesi, Yükseltilmesi Ya da Düşürülmesi
6. Fiziksel Özellikler, Kaynak Performansı ve Ambalaj
7. Onay Testinin Yapılışı
8. Mekanik Test Yöntemleri
B. TEKNE YAPIM ÇELİĞİNDE EL İLE YAPILAN ELEKTRİK ARK KAYNAĞINDA KULLANILAN ELEKTROTLAR **5**- 12
1. Genel
2. Kaynak Metalinin Testi (Dolgu Metal Testleri)
3. Kaynaklı Birleştirmelere Uygulanan Testler (Alın Kaynak Testleri)
4. Sıcak Çatlama Testi
5. Hidrojen Testi
6. Elle Köşe Kaynakları İçin Örtülü Elektrotlar
7. Gravite ve Temas Kaynağı İçin Örtülü Elektrotlar
8. Yıllık Tekrar Testleri
C. TEKNE YAPIM ÇELİKLERİNİN YARI MEKANİZE KAYNAĞINDA KULLANILAN TEL-GAZ KOMBİNASYONLARI VE TOZ KORUMALI TEL ELEKTROTLARI **5-**21
D. TEKNE YAPIM ÇELİKLERİNİN TOZALTI KAYNAKLARINDA TEL-TOZ KOMBİNASYONLARI **5-**26
E. TEKNE YAPIM ÇELİKLERİNİN ELEKTRO-GAZ VE ELEKTRO-SLAG KAYNAKLARINDA KULLANILAN KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ **5-**33
F. YÜKSEK MUKAVEMETLİ (SU VERİLMİŞ VE TEMPERLENMİŞ) YAPI ÇELİKLERİ İÇİN KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ **5-**35
G. SOĞUĞA DAYANIKLI ÇELİKLER İÇİN KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ **5-**38
H. YÜKSEK SICAKLIĞA DAYANIKLI ÇELİKLER İÇİN KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ **5-**39
I. PASLANMAZ, MANYETİK OLMAYAN VE NİKEL ALAŞIMLI SOĞUĞA DAYANIKLI ÇELİKLER İÇİN ÖSTENİTİK VE ÖSTENİTİK FERİTİK KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ **5-**41
J. ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI İÇİN KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ **5-**48
K. BAKIR VE BAKIR ALAŞIMLARI İÇİN KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ **5-**52
L. NİKEL VE NİKEL ALAŞIMLARI İÇİN KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ **5-**52

A. Genel

Bu bölümde verilen gereklilikler, aşağıda verilen tekne yapısal çeliklerin kaynağında kullanılan kaynak dolgu malzemelerinin onay ve muayene koşullarını vermektedir:

- Normal mukavemetli çelikler : A, B, D ve E Kaliteleri

- Yüksek mukavemetli çelikler : A32, D32, E32, A36, D36 ve E36 Kaliteleri

- Minimum akma gerilmesi 390 N/mm^2 olan yüksek mukavemetli çelikler: A40, D40, E 40 Kaliteleri

- Düşük sıcaklıkta uygulamaları için yüksek mukavemetli çelikler F32, F36, F40 Kaliteleri

UR W16'ya göre yüksek mukavemetli su verilmiş ve temperlenmiş çelikler için kaynak dolgu malzemeleri TL tarafından özel olarak dikkate alınacaktır.

Bu istekler, tersanelerdeki kaynak yöntem yeterlilik testlerine uygulanamaz.

Ürün kategorileri

İlgili kaynak dolgu malzemeler, aşağıdaki gibi birkaç kategoriye ayrılırlar:

- Elle kaynak ve gravite kaynağı için örtülü elektrotlar

- Çift ya da çoklu pasolu tozaltı ark kaynağı için tel/toz kombinasyonları

- Ark kaynakları için solid (dolu) tel/gaz kombinasyonları

- Ark kaynağı için gaz korumalı ya da korumasız özlü teller

- Düşey elektroslag ve elektrogaz kaynaklarında kullanılan dolgu malzemeleri

Üretim

Üreticinin kaynak dolgu malzemesi üretim tesisi, üretim yöntemleri ve kalite kontrolü makul sınırlarda üretim değişmezliğinin sağlanacağı şekilde olacaktır.

1. Onay Prosedürü

1.1 Kaynak kurallarının ve **TL**'nun diğer kural ve yönergelerinin kapsamı içinde kullanılacak olan bütün kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri (teller ve çubuklar, örtülü elektrotlar, özlü teller, tel-gaz veya tel-toz kombinasyonları vs.) aşağıdaki kurallara göre test edilmeli ve **TL** tarafından onaylanmalıdır. Bu husus sert lehimleme kaynağı malzemelerine benzer şekilde uygulanır. Bunlara ait testler ve istekler her durum için ayrı ayrı belirlenir.

1.2 Genel olarak, onayda her bir ürün (herbir üretici markası) için ayrı ayrı üreticinin yerinde kaynak metali ve kaynaklı birleştirmelerin **TL** gözetiminde yapılacak numune kaynakları ve testleri esas alınır. Burada 1.1'deki malzemelere de onay uygulanmış olmalıdır. Onay aktarılmasının ayrıntıları için 2'ye bakınız.

Bir kaynaklı birleşimde, levha kenarları mekanik kesme ya da oksijen kesme ile pahlanacaktır. Oksijen ile kesmede pahlanan yüzeylerin taşlanarak düzeltilmesi gereklidir.

Amperaj, voltaj, tel hızı gibi kaynak koşulları iyi bir kaynak uygulaması için üretici tarafından tavsiye edilen aralıkta olacaktır. Bir dolgu malzemesinin hem alternatif akım (AC) hem de doğru akım (DC) için uygun olması durumunda test parçalarının hazırlanması için alternatif akım kullanılacaktır.

1.3 Üreticinin üretim olanaklarının (üretim atölyeleri, depolar, vs.) ve özellikle uygulanan iç kalite güvencesi önlemlerinin kontrolü, onay testleri ile birlikte normal üretim sırasında yapılacaktır.

Not:

1. *Uygulanan kaynak işlemleri ve dolgu malzemelerinin üretimi, sağlanması ve pazarlanmasına ait kalite istekleri EN 12074/ISO 14344'de belirtilmiştir. Bunlara ait diğer ve karşıt hususlar aşağıdaki maddelerde aksi belirtilmedikçe bu standartlardaki kalite istekleri, üretim olanaklarının kontrolünde kullanılabilir.*

2. *IACS Rec.17; Üreticinin, Kaynak Dolgu Malzemeleri için Kalite Güvence Sistemi Kabulü amacıyla kılavuz olarak kullanılabilir.*

1.4 Sörveyör, kaynak dolgu malzemelerinin üretim tesisinin, üretim yöntemlerinin ve kalite kontrolünün makul sınırlarda üretim değişmezliğinin sağlanacağı şekilde olduğuna kanaat getirecektir.

1.5 Kaynak yöntemi (ön) testlerine bağlı olan kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin onayı için Bölüm 4 B.3.2'ye bakınız. Kullanıcı, onayı (üretici adına) kabul etmelidir. Bu durumda kaynak dolgu malzemesinin testi de kaynak yöntem testlerinin kapsamı içine alınmalıdır. Kaynak birleşmelerinden alınan test parçaları ile yapılan testler kaynak dolgu malzemesinin testi olarak göz önüne alınamaz.

Sadece kaynak yardımcı malzemeleri örneğin; seramik altlıklar (kaynak dolgu malzemelerinden ayrı olarak) onaylanacaksa, bunların özellikleri ve eğer uygunsa, bunların kaynaklı birleşimlerin kalitesi üzerindeki etkileri, ilgili ürün standartları ya da üreticinin şartnamesi temelinde, her durum için ayrı ayrı tanımlanacak bir test programına göre belirtilecektir.

1.6 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri **TL** tarafından tanınmış kuruluşlarca (IACS üyesi klas kuruluşları,akredite teknik gözetim merkezleri, vs.) yapılan kabul testlerine dayanılarak onaylanmışsa, bütün test raporları sunulacak (giriş testi 5 yıldan eski olmamalı, uygulanıyorsa son üç yıllık tekrar testleri bulunmalı) ve **TL** ile başka türlü anlaşma yoksa en az zorunlu (yıllık) tekrar testleri yapılacaktır.

1.7 Bazı izole, acil ve özel durumlarda diğer tanınmış klas kuruluşları ve tarafsız deney merkezleri (akredite teknik gözetim kuruluşları gibi) tarafından onaylanmış kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemelerin kullanımına, belirli bir parçanın üretimi ve sınırlı bir süre için geçerli olmak kaydıyla istisnai olarak rıza gösterilebilir. Büyük projelerde, üretici aynı zamanda onay için başvurmalıdır.

1.8 Onay için başvuru, bir nüsha olarak aşağıdaki bilgiler ve üretici tarafından garanti edilen özellikleri (kimyasal bileşim, mukavemet ve dayanıklılık değerleri içeren) en yeni kataloglar ile birlikte teknik veri tabloları eklenerek, aynı zamanda ilgili sörveyöre haber verilmek sureti ile **TL** merkez ofisine yapılır;

- Üretici firma, üretici işyeri (varsa lisans verici),
- Kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerin cinsi,
- Üretici markası (varsa lisans vericinin markası),
- Onay için öngörülen boyutlar (çap ve uzunluk),
- Ek işaretler dahil olarak, başvurunun yapıldığı kaliteler,
- Öngörülen kullanma alanı; örneğin; ana malzemeler, kaynak yöntemleri, onay için öngörülen kaynak pozisyonları, ısıl işlem durumları ve varsa özel işyeri koşulları (örneğin; düşük sıcaklık),
- Kullanma talimatı (kaynak akımı, kutuplama, kurutma ve ısıl işlem gibi),
- DIN, EN, ISO, TSE, AWS ve diğer standartlara göre klasifikasyon,
- Markalama ve ambalajlama,
- Varsa daha önceki onaylar (örneğin; IACS üyesi klas kuruluşları, akredite teknik gözetim kuruluşları),
- Öngörülen test yeri ve tarihi.

2.2'de belirtilen uygunluk beyanı "Taahhüt" onay aktarması için verilen her başvuruya eklenecektir.

Uyarı :
*DIN, EN, ISO, TSE, AWS ya da diğer standartlara göre klaslama, üretici tarafından gerçekleştirilir ve TL tarafından onaylanmış kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler listesine ve onay sertifikasına dahil edilir. Klaslama öncelikle EN standartlarına göre yapılır, fakat bunların pek tanınmaması durumunda klaslama daha geniş kullanımı olan diğer kurallara göre yapılır. Yer darlığı nedeniyle listede genelikle standardın işareti (tanımı belirtilmeden) verilir. Bu klaslamalar test kapsamına alınamaz ve **TL** onayının bir kısmı olamaz (4'e bakınız). Standartlara göre klaslamanın **TL** tarafından kontrolü ve doğrulanması isteniyorsa bu maksatla ayrı bir başvuru yapılır.*

1.9 Başvuru sahibi, genelde kaynak dolgu ve yardımcı malzeme üreticisidir. Üretici, kaliteye etkisi olan en son üretim kademesindeki firmadır (örneğin; tel elektrotları rulo haline getiren).

1.10 Başvuru sahipleri, organizasyon ve yer bakımından farklı firmalardan oluşuyorsa, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerini üreten her firmaya ayrı onay verilir. Üreticinin yer değiştirmesi halinde, mevcut onay yeni işyerine aktarılabilir. Burada, onay aktarılması için 2'de belirtilen koşullar benzer şekilde uygulanır.

Eğer bir dolgu ürünü, aynı şirkete ait birden çok fabrikada üretiliyorsa, onay testlerinin tam serisi sadece işlerden birinde uygulanmalıdır. Diğer fabrikalarda, yıllık testlere denk bir hafifletilmiş test programının yapılmasına izin verilir ancak üreticinin kullanılan malzemelerin ve üretim sürecinin ana işlerde kullanılanlarla aynı olduğunu belge ile ispatlaması gerekmektedir.

Bu gereklilik lisanslı tüm dolgu üreticilerine uygulanabilir (kardeş firmalar). Ancak herhangi bir şüphe oluşursa tam test serilerinin yapılması gerekli görülebilir.

Not:

*Toz altı ark kaynağı için tel-toz kombinasyonlarında; eğer tek bir toz dekapan aynı firmaya ait birkaç fabrikadan gelen farklı tellerle birleştirilirse, sadece bir test serisinin yapılmasına, farklı tellerin aynı teknik şartnameye uyması durumunda (**TL**'nin onayından sonra) izin verilebilir.*

1.11 Başvuru sahibi, kaynak dolgu ve yardımcı malzeme üreticisi değilse, kendine malzemeyi sağlayanın adını **TL**'ye bildirecektir. Malzemeyi sağlayan firmanın değiştirilmesi halinde derhal **TL**'ye haber verilecektir. Bu durumda kural olarak yeni bir onay testi gerekir.

1.12 Bileşimi aynı olan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri birden fazla firma tarafından üretiliyor ve başvuru sahibi bunları bir marka altında pazarlıyorsa, üretici firmanın iç kayıtları ve paketleme damgaları (örneğin; fabrika numarası) adı geçen üreticiyi şüphe götürmeksizin ve açık olarak belirtmelidir. Uygulanan kodlama sistemi **TL**'na bildirilmelidir.

1.13 Numune kaynakları ve testlerinin olumlu sonuçlanmasından sonra, **TL** merkez ofisi tarafından bir onay belgesi verilir. **TL** tarafından, ayrıca Türk Loydu onaylı kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri listesi tutulur ve yayınlanır.

1.14 Bu onayla, üretici üretim sırasında malzemenin bileşim ve özelliklerinin, test edilen kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinden farklı olmamasının sağlanmasından sorumludur. Bölüm 1, F.1 ve 3.2'ye bakınız.

1.15 Üreticiler, minimum olarak "**TL** onaylı kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri listesi"ne girmiş ürünlere ait onay belgesindeki bilgileri kataloglarına dahil etmekle yükümlüdür.

1.16 Ambalaj üzerine basılan veya yapıştırılan veya bobin ya da tel kangallarına bağlanan etiketlerde, marka tanıtma işaretleri ve üreticiye ait bilgilerin yanında söz konusu kaynak dolgu veya yardımcı malzemelerinin türü ve uygulama alanı ile en azından ek işaretiyle birlikte **TL** kalite derecesi görülebilmelidir. 1.14'e göre **TL** tarafından yayınlanan onay listesi her durumda esas alınır.

1.17 Her bir örtülü çubuk elektrot, kaynak teli vs. boya, damga ya da markalama ile kalıcı ve ayırt edici olarak tanımlanacaktır. Markalama paketteki ile uyuşacaktır.

2. Onayın Aktarılması

2.1 İstek halinde kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerine verilen bir "orijinal onay", aynı yerde üretilen başka marka taşıyan mamullere veya başka üreticiler tarafından (alt firmalar dahil) lisansla üretilen aynı veya başka marka taşıyan mamullere de aktarılabilir. Evvelce aktarılan bir onaya dayanan onay aktarılamaz.

2.2 Üretici ve pazarlayıcı firma veya lisans verici ve alıcı, söz konusu kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin onayı ile belirlenmiş kaynak özelliklerine ve kalite değerlerine sahip olduğunu beyan (Taahhüt) ve bu hususu 1.15'e uygun olarak sürekli kontrol etmelidir.

Pazarlama firmaları aynı marka altında başka kaynak dolgu malzemesinin (değişik üreticinin malları) piyasaya sunulmadığını da beyan etmelidir. 1.10 ÷1.2 'ye ve 3.3' teki nota bakınız.

2.3 Onayın aktarılması için koşul, genellikle öngörülen (yıllık) test tekrarı kapsamındaki bir testin yapılmasıdır. Bu testin zamanı ve kapsamı farklı olarak da belirlenebilir. Aynı işyerinde üretilen kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için, istenilen tekrar (yıllık) testlerin öngörülen aralıklarla üreticinin yerinde yapılması koşulu ile bu testen vazgeçilebilir.

2.4 Öngörülen (yıllık) tekrar testinin yapılmasından, onay belgesi adına tanzim edilen firma (pazarlama firması, lisans alıcı) sorumludur. Aynı işyerinde üretilen kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için test tekrarlanmasından vazgeçilebilir. Ancak aynı bileşimdeki kaynak dolgu malzemeleri çeşitli firmalar tarafından üretiliyorsa tekrar testleri tüm firmalar için istenir.

2.5 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinde, marka işaretlerinde veya firmaların birbiri ile ilişkilerinde yapılacak değişiklikler, örneğin; onay aktarılması durumunda **T**L'na ilgili firmalar tarafından bildirilmelidir. 1'deki kurallar benzer şekilde uygulanacaktır.

3. Geçerlilik Süresi ve Test Tekrarları

3.1 Kaynak dolgu malzemesi üretimi için onaylı tüm kuruluşlarda üretim teknikleri ve ilgili kalite kontrol prosedürleri yıllık tekrar değerlendirme teslerine tabi olacaklardır. Bu durumda onaylı dolgu malzemesi örnekleri Sörveyörce seçilecek ve bu bölümde belirtilen testlere tabi tutulacaktır.

Bunlar ilk onay tarihinden başlayarak bir yılık periyotlarda tamamlanacak ve rapor edilecektir ve her yılda en az ortalama bir test yapılacak şekilde tekrar edilecektir.

Kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin onayı, öngörülen test tekrarları (yıllık) yapıldığı sürece geri alınana kadar süresiz geçerlidir. Kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerin yıllık test tekrarları aksatıldığı takdirde onay sona erer ve malzemeler onay listesinden çıkarılır. Eşdeğer, alternatif belgesel kanıtlar, önceden özel olarak anlaşmak koşulu ile **TL** tarafından tanınabilir.

Uyarı :

__TL__, IACS-klas kuruluşlarının birlikte hazırladığı öneriler "Guidelines for the Acceptance of Manufacturer Quality Assurance Systems for Welding Consumables" uygun tanınmış güvence sistemleri kapsamında olan düzenli iç testleri eşdeğer alternatif kanıt olarak kabul edebilir ve yeterli görülen kalite güvence test kayıtları en fazla bir yıl aralıklarla __TL__'na sunulmalıdır. __TL__, belirtilen yöntemlere uyulduğundan ve öngörülen isteklerin yerine getirildiğinden emin olmak üzere rastgele olarak ara testler yapabilir.

3.2 Başlangıçtan son mamule kadar bileşim ve özelliklerin değişmemesi koşulu ile onayın geçerliliği devam eder. Bunun için yalnız test sırasında değil aralarda da üretici tarafından 1.14'e göre sürekli kontroller yapılmalı ve bunların tekrar gözden geçirilmesi için kayıtları tutulmalıdır. **TL**, bu kayıtları her zaman görmek isteyebilir, üretim sırasında kontroller yapabilir, tereddüt halinde ve gerekiyorsa bu arada test parçası çıkarılmasını ve test edilmesini isteyebilir.

3.3 Onayın aktarılması, genel olarak onayın verilmesinden itibaren bir yıl için, ancak en fazla aktarma sertifikasının verilmesini takiben üretici firmanın (lisans vericinin) tekrar testlerine (yıllık) kadar geçerlidir. Pazarlama firmasının (lisans alıcının) başvurusu üzerine üretici firma (lisans verici) ile pazarlayıcı (lisans alıcı) her ikisi birden özdeşliğin doğruluğunu beyan (-Taahhüt-) ettikleri takdirde onay aktarması Bölüm 2'ye göre bir yıl daha uzatılabilir.

Uyarı :

İlk onay aktarması ile birlikte üretici (lisans verici) ile pazarlayıcı (lisans alıcı) her ikisi birden __TL__ yıllık tekrar testlerini (geçersiz oluncaya kadar) devamlı onaylaması (onayın uzatılması gibi) koşulu ile anlaştıklarını kesin olarak açıklamaları halinde yıllık özdeşliğin doğruluğu beyanından (Taahhüt) vazgeçilebilir.

3.4 Bir üreticinin üretime ait onayın sona ermesi halinde, bundan değişik pazarlama markalarına aktarılan onaylar da 2.1'e göre sona erer. Lisansla başka bir üretici tarafından üretilen mamuller için aktarılmış onayların geçerliliği, öngörülen (yıllık) test tekrarları lisanslı üretici tarafından yapıldıkça devam ettirilebilir.

3.5 Test tekrarları **TL** gözetiminde, değişik kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için tanımlanan kapsamda ve -aksi kararlaştırılmadıkça- birer yıllık aralarla yapılır. Bunlar, onay tarihinden başlayan ve bir yılın sonunda biten bir yıllık zaman aralığında geçerlidir. Kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerin üretimi bu zaman aralığında tamamlanamamışsa, **TL**, bunları incelemeye hazır olduğu üretimden "stok dışı" ayrı tutar. **TL**, bunlara başvuru halinde tekrar testi uyglayabilir. Bu test tekrarları için **TL**, toplu sertifikalar hazırlar.

Uyarı:

Planlanmış tekrar testleri zamanında yapılamamışsa, bundan sonraki tekrar testleri evvelkileri de kapsayan zaman aralığında yapılmalı ve bu aralık sınırlı olmalıdır. Üreticiden, sonraki tekrar testlerinin belirlenen yıllık test periyotlarının

ortalamasına tekrar erişecek şekilde kısa zaman aralıklarında yapılması istenir. Tekrar testleri, birbirini takip eden iki yıl içinde yapılamamışsa, onay geçersiz sayılır.

3.6 Hem ısıl işlemsiz hem de bir veya birçok ısıl işlemli durum için onaylanan (bakınız 7.4) kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin tekrar testleri, ısıl işlemsiz ve her ısıl işlem durumu için öngörülen kullanım kapsamında yapılır.

3.7 Kullanıcıda yapılan kaynak yöntemi testi kapsamında (Bölüm 4, B.3.2'ye bakınız) veya bir yöntem ön testi ile beraber (Bölüm 4, A.2'ye bakınız) denenen ve onaylanan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, yine bu kurallar gereği üretici veya kullanıcıda yapılacak yıllık tekrar testleri ile kontrol edilirler. Özel kaynak yöntemleri veya malzemeler için kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerin test kapsamı her durum için ayrı ayrı saptanır.

4. Sınıflama ve Tanımlama (Kalite Derecesi, Ek Semboller)

4.1 Temel Gruplar ve Kaliteler

Dolgu metalleri üç gruba ayrılır:

- Normal mukavemetli tekne yapı çeliklerinin kaynağı için normal mukavemetli dolgu metalleri
- Minimum akma mukavemeti 355 N/mm^2'e kadar olan normal ve yüksek mukavemetli tekne yapıçeliklerinin kaynağı için yüksek mukavemetli dolgu metalleri
- Minimum akma mukavemeti 390 N/mm^2'e kadar olan normal ve yüksek mukavemetli tekne yapıçeliklerinin kaynağı için yüksek mukavemetli dolgu metalleri

Bu üç gruptan her biri, bunlara karşılık gelen çekme mukavemeti gerekliliklerine tabidir.

Tekne yapısal çeliklerinin (karşılık gelen dövme ve döküm kaliteleri dahil) ve karşılaştırılabilir yapısal çeliklerin kaynağı için kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler aşağıdaki gibi klaslama, tanımlama ve onaya tabidir:

- Yapılarına göre (örneğin örtülü elektrot, özlü gazaltı teli, tel-gaz kombinasyonu ya da tel-toz kombinasyonu)
- Normal mukavemetli dolgu metalleri için 1, 2 ve 3 Kaliteleri
- 355 N/mm^2'e kadar akma mukavemetli çelikler için yüksek mukavemetli dolgu metallerinde 1Y, 2Y, 3Y ve 4Y Kaliteleri
- 390 N/mm^2'e kadar akma mukavemetli çelikler için yüksek mukavemetli dolgu metallerinde 2Y 40, 3Y 40 ve 4Y 40 Kaliteleri
- Kaynak metalindeki hidrojen miktarının kontrolü için H15 (H), H10(HH) veya H5 (HHH) ek sembolleri ile (yalnız 2,3,4 veya daha yüksek kalite derecelerine uygulanır,
- Yarı mekanize kaynak S (Yarı otomatik) ek sembolü ile,
- İki taraftan birer paso ile kaynak için T (çift paso tekniği) ek sembolü, çok pasolu kaynak için M (çok pasolu teknik) veya her ikisi için TM ek sembolü (yalnız tam mekanize kaynak için kulla-nılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için),
- Elektro-gaz veya elektro-cüruf kaynağı için V (Dik kaynak prosesi) ek sembolü ile.

Kalite verilmesi, Charpy V- Çentik Darbe Testi gereklilikleri kapsamında verilir.

Her temel mukavemet grubu için, daha yüksek bir tokluk kalitesini karşılayan kaynak dolgu malzemelerinin, daha aşağıda olan bir tokluk kalitesini karşılamış olduğu farz edilir.

Tekne çelik kaliteleri ile tekne çelik kaynağında kullanılacak kaynak dolgu malzemesi kaliteleri arasındaki ilişki, Bölüm 12 Tablo 12.1'de belirtilmiştir.

Yüksek ana malzeme içeriğinin kaynak metalinin özelliklerini etkileyebileceği kaynak proseslerinde (örneğin çift paso tekniği kullanılan tozaltı kaynağında ya da elektrogaz ya da elektroslag kaynağında) TL her iki malzeme kategorisinin test edilmesini gerekli görebilir. Yarı mekanize kaynak onayı (ek sembol S), düz

pozisyonlarda tam mekanize çok pasolu kaynak onayını kapsar.

4.2 Minimum akma sınırı 390 N/mm^2 nin üzerinde olan yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) yapı çelikleri için kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, aşağıdaki değişiklikler dışında 4.1'e benzer şekilde sınıflanır, tanımlanır ve onaylanır:

- Çentik darbe enerjisine ve test sıcaklığına bağlı olarak 3 veya daha yüksek kalite derecesi ile (F'ye bakınız),

- Y ek sembolü ve kaynak metalinin minimum akma sınırını veren bir numaralı kod (örneğin; Y46 sembolü, ile minimum akma sınırının 460 N/mm^2 olduğu belirtilir).

Yüksek kaliteler, kendisinden bir veya birkaç düşük kaliteyi kapsar. Minimum akma sınırı verilen çelikler için geçerli onay, akma sınırı ondan düşük olan aynı türden sonraki iki çeliği de kapsar (örneğin; Y50 ek sembollü çeliğin onayı, Y46 ve Y42 çeliklerini de kapsar). Minimum akma sınırları 550 N/mm^2 ve daha üstündeki çeliklerde (Y55, Y62 ve Y69 ek sembollü) onay en yakın düşük akma sınırı olan çeliği kapsar. Özel durumlarda, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerine yalnız belirli malzemeler için onay verilir.

4.3 Soğuğa dayanıklı çeliklerin kaynağında kullanılacak kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri tür ve vasıflarına (alaşım tipi) göre yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) yapı çelikleri (F'ye bakınız) paslanmaz östenitik çelikler (I'ya bakınız) veya nikel ve nikel alaşımları (L'ye bakınız) için tertiplenir ve buna göre aşağıdaki gibi sınıflandırılır, tanımlanır ve onaylanır:

- Çentik darbe enerjisi ve test sıcaklığı ve uygulanıyorsa Y ek sembolü ve minimum akma sınırı sayısına (4.2'ye bakınız) bağlı olan kalite derecesi ile F'ye göre onaylanmasında,

  veya,

- Onay için kabul edilen malzeme kategorisi veya malzemenin kısaltılmış malzeme numarasına (4.5'e bakınız) eşit kalite derecesi ile onay testinde kullanılan test sıcaklığı da belirtilerek I'ya göre onaylanmasında,

  veya,

- Kaynak dolgu malzemesi için standartta verilen kısa tanımlara uygun kalite derecesi (4.8'e bakınız) ile onay testinde kullanılan test sıcaklığı da belirtilerek L'ye göre onaylanmasında onay belgesinde başka türlü belirtilmemişse, kaynak dolgu ve yardımcı malzeme kategorilerinin kapsamı ve kapsam dışı onayda kabul edildiği şekilde uygulanır.

Aksi onay sertifikalarında belirtilmemişse, onayın verildiği kaynak dolgu malzemesi ve yardımcı malzemelerin kategorisine ekleme ve hariç bırakma yapılabilir.

4.4 Yüksek sıcaklığa dayanıklı çeliklerin kaynağı için, kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri aşağıdaki gibi sınıflandırılır, tanımlanır ve onaylanır:

- Onay için kabul edilen malzeme kategorisi veya malzemenin kısaltılmış tanımına karşı gelen kalite derecesi ile (H'ya bakınız).

Onay kapsamına giren malzemeler Tablo 5.13'de gösterilmektedir.

4.5 Paslanmaz, manyetik olmayan çelik ve nikel alaşımlı soğuğa dayanıklı çeliklerin kaynağı için, östenitik kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri aşağıdaki gibi sınıflandırılır, tanımlanır ve onaylanır:

- Paslanmaz (östenitik) çeliklerin kaynaklı birleştirmeleri için kaynak edilen ana malzemenin kısaltılmış malzeme numarasından oluşan kalite derecesine göre (örneğin; 1,4571 X6CrNiMoTi 17-12-2 malzeme numaralı çeliğin kaynağı için kalite derecesi 4571),

- Paslanmaz (östenitik) manyetik olmayan çeliklerin kaynaklı birleştirmeleri için kaynak dolgu malzemesinin kendi kısaltılmış malzeme numarasından oluşan kalite derecesine göre (örneğin; 1,3964 X2CrNiMnMoNNb 21-16-5-3 malzeme numaralı çeliğin kaynağı için kalite derecesi 3964),

- Yukarıda adı geçen çeliklerle alaşımlı veya düşük

alaşımlı (tekne) yapım çeliklerinin kaynaklı birleştirmeleri ve yapı kaynaklarında ve kaplanmış levhaların ara kaynak pasoları için kaynak dolgu malzemesinin kendi kısaltılmış malzeme numarasından oluşan kalite derecesine göre (örneğin; 1,4370 X15CrNiMn-18-8 malzeme numaralı kaynak dolgu malzemesi için kalite derecesi 4370),

- Soğuğa dayanıklı nikel alaşımlı çeliklerin kaynağı için kaynak edilen ana malzemenin kısaltılmış malzeme numarasından oluşan kalite derecesine göre (örneğin; 1,5662 X8Ni9 malzeme numaralı çelik için kalite derecesi 5662).

Onay kapsamına giren çelikler ve uygulama türüne ait bilgiler I, (Tablo 5.16 ÷ 5.20)'da verilmiştir. Özel hallerde örneğin; kapsamı ve kapsam dışı farklı olanlarda, ilgili bilgiler onay sertifikalarında belirtilir.

4.6 Alüminyum alaşımlarının kaynağı için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, standarta göre kısa tanımlarına ait kalite derecelerine uygun olarak sınıflandırılır, tanımlanır ve onaylanır (örneğin; kalite derecesi RAlMg4,5Mn). Diğer alüminyum alaşımları için Tablo 5.21'ya bakınız.

4.7 Bakır ve bakır alaşımlarının kaynağı için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri standarta göre (EN ISO 8836 ya da denk TSE standardı) kısa tanımlarına ait kalite derecelerine uygun olarak sınıflandırılır, tanımlanır ve onaylanır (örneğin; kalite derecesi CuNi30Fe). Bu onay kapsamına giren diğer ana malzemeler için Tablo 5.24'e bakınız.

4.8 Nikel ve nikel alaşımlarının kaynağı için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri standarda göre (EN ISO 14172 ya da denk TSE standardı) kısa tanımlarına ait kalite derecelerine uygun olarak sınıflandırılır, tanımlanır ve onaylanır (örneğin; kalite derecesi NiCu30MnTi). Bu onay kapsamına giren diğer ana malzemeler için Tablo 5.26'ya bakınız.

4.9 Kabul edilen kaynak pozisyonlarını belirtmek için Tablo 5.1'de verilen tanımlar (rakam ve harfler) kullanılır. Özel durumlarda onaylanan kaynak pozisyonları tek tek verilir; örneğin; yukarıdan aşağıya doğru düşey pozisyon PG (v-d) ya da özel kaynak pozisyonları, uygun şekilde belirtilecek ya da hariç tutulacaktır. Yukarıdan aşağıya doğru düşey kaynakların kullanılmasındaki sınırlamalar için Bölüm 12 H.6'ya bakınız.

5. Kalite Derecesinin Değiştirilmesi, Yükseltilmesi ya da Düşürülmesi

5.1 Üretici tarafından onaylı malzeme için önerilen, dolgu malzemesinin kimyasal bileşiminde ve mekanik özelliklerinde bir değişime sebep olabilecek değişimler vakit geçirmeden **TL**'ye bildirilmelidir. Bu durumda ek testler gerekli görülebilir.

5.2 Onaylı kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin, daha yüksek kaliteye yükseltilmesi üretici başvurusuyla olacaktır ve belirli (yıllık) tekrar testleri vasıtasıyla uygun

Tablo 5.1 Kaynak pozisyonları

Tanım No.	Kaynak pozisyonları	Tanım harfleri
1	Tüm kaynak pozisyonları	PA (d), PB (h), PC (h-v), PD (h-o), PE (o), PF (v-u) PG (v-d)
2	Düşey pozisyon dışında tüm pozisyonlar	PA (d), PB (h), PC (h-v), PD (h-o), PE (o), PF (v-u)
3	Yatay pozisyononunda alın kaynağı, korniş ve yatay pozisyonda iç köşe kaynağı	PA (d), PB (h)
4	Yatay pozisyonda alın ve iç köşe kaynağı	PA (d)
5	Yukarıdan aşağıya düşey pozisyon ve tanım No.su 3'tekiler	PA (d), PB (h), PG (v-d)

4.10 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerle kullanımı onaylanan akım tiplerini göstermek için Tablo 5.2'deki sembol harfler kullanılır.

Tablo 5.2 Akım tipi ve kutup durumu

İşareti	Akım tipi ve kutup durumu
DC+	Doğru akım, (+) kutup
DC-	Doğru akım, (-) kutup
DC±	Doğru akım, (+) ve (-) kutup
AC	Alternatif akım

şekilde denetlenecektir. Yükseltme durumunda; tekrar testlerine ek olarak, çeşitli pozisyonlarda onaylı (orijinal) testler için belirtilen tüm alın kaynaklı test parçalarından (kaynaklı bileşimler) çentik darbe test numuneleri alınacak ve teste tabi tutulacaktır. Alın kaynaklı test parçalarının radyografik muayenesi tavsiye edilir.

5.3 Öngörülen yıllık test tekrarlarında istenilenler yedek test parçalarından alınan test parçaları ile de karşılanamaz ise, bir alt seviyeye indirilerek onaylanır. Eğer daha önceki test sonuçları ve yeni bulguların tümünün değerlendirilmesi sonucu, malzeme veya kaynak hatalarının testın başarısız olmasında etkin olduğu kanaatına varılırsa, kısa bir süre sonra test tekrarlanabilir. İstenenler bu testle de karşılanmaz ise, derece düşürülür. Bu durumda yeniden derece yükseltilmesi en erken üç ay sonra (ürünün elden geçirilmesi ve düzeltilmesinden sonra) ve yalnız 5.2'de belirtilen kapsamdaki bir test sonucunda yapılabilir.

5.4 Normal mukavemetli tekne yapım çelikleri için verilen bir onayın daha yüksek mukavemetli tekne yapım çeliklerinin kaynağı için genişletilmesinde, (örneğin; derece 2'den derece 2Y'ye veya derece 3Y'den derece 3Y40'a) ana malzeme olarak yüksek mukavemetli tekne yapım çeliğinin kullanıldığı yeni ve tam bir onay testi yapılmalıdır. Bu durum benzer şekilde diğer malzemeler için de geçerlidir.

5.5 Eğer bir onay sırasında kaynak dikişinin müsaade edilen düşük sınırların altında hidrojen içerdiği B.5'e uygun deneylerle belirlenir ise, mevcut bir onaya H15 (H) ek sembolü eklenen veya H15 (H) sembolü bulunan bir onayı H10 (HH) veya H5 (HHH) sembolü ile değiştirilir. Başka kuruluşlarda yapılmış ve üç yıldan daha eski olmayan eşdeğer deneyler de bu amaçla geçerli kabul edilebilir.

6. Fiziksel Özellikler, Kaynak Performansı ve Ambalaj

6.1 Bütün kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, söz konusu kullanma amacına, normlara uygun özelliklere ve ayrıca tatmin edici bir genel kaynak durumuna sahip bulunmalıdır. Ambalajlama, kuralına uygun, sevkiyat ve depolama sırasında aşırı nem almayacak ve bozulmasına neden olmayacak şekilde yapılmalıdır. Bu özelliklerin ve ambalajların kontrolü, onay ve tekrar testlerinin önemli bir parçasıdır.

6.2 Çubuk elektrotlarda örtü, çekirdeği oluşturan çubuğu eşit kalınlıkta ve merkezleri aynı olacak şekilde sarmalıdır. Doğru olarak kullanma sırasında yani kaynak yaparken örtünün tek tarafında bir krater çıkıntısı oluşmamalıdır. Örtüde kaba düzensizlikler ve yüzey hataları bulunmamalıdır. Örtü çekirdeğe sıkı bir şekilde tutunmalı ve belirlenen sınır şartlarında depolanabilmelidir. Kuralına uygun taşıma ve kullanma sırasında örtü yırtılmamalı veya çubuktan ayrılmamalıdır. Tutma ve tutuşturma uçlarında örtü bulunmamalıdır.

6.3 Kaynak telleri (tel elektrotlar ve kaynak çubukları) düzgün bir yüzeye sahip olmalı ve kaynak işlemini engelleyecek (örneğin akım geçişine engel olacak) , yüzey hataları, pas veya diğer pislikleri içermemelidir. Kaynak tellerinin yüzeyinde metalik kaplamalar bulunabilir; ancak bunlar kaynak davranışı ve kaynak bağlantısının özelliklerini olumsuz yönde etkilememelidir. Rulo şeklindeki kaynak telleri, burkulma etkisinden uzak olmalı ve kolaylıkla açılmalıdır.

6.4 Kaynak tozları ve koruyucu gazlar normlarda belirlenen saflık derecesinde olmalı ve nem içerikleri mümkün mertebe düşük bulunmalıdır. Kaynak tozları taneli olmalı ve her besleme sistemlerinden kolayca beslenebilecek şekilde akabilmelidir. Tane büyüklüğünün dağılımı homojen olmalı ve her bir pakette değişmemelidir.

6.5 Azot-hidrojen karışımları, toz veya seramik kaynak banyosu altlıkları gibi diğer yardımcı malzemeler, mümkün mertebe metalurjik olarak nötr olmalı ve kaynak bağlantısının özelliklerini etkilememelidir. Bu tür bir etki kaçınılmaz ise, (örneğin; bazı alaşım elementlerinin

eksikliği veya azaldığı tozlarda), bu malzemeler onay veya tekrar testlerinin kapsamına alınır veya (ön) yöntem testlerinin bir kısmı olarak test edilir (Bölüm 4, A.2 ve B.3.2'ye bakınız).

6.6 Kaynak dolgu malzemeleri - gerektiğinde yardımcı malzemeler ile birlikte - bütün pozisyonlarda ve kaynak akımı sınır değerlerinde dahi yeterli ve homojen bir kaynak davranışı göstermeli ve aşırı bir sıçrama oluşturmamalıdır. Çubuk elektrotlarda örtü kaynak sırasında patlamamalıdır. Arkın, kaynak esnasında istemeden kesilmesi halinde, cüruf arkın hemen tekrar tutuşmasına engel olmamalıdır. Soğumuş cüruf, kaynak dikişinden büyük bir zorluk çıkarmadan uzaklaştırılabilmelidir. Dikişin dış ve iç (radyografi ile belirlenen) karakteristikleri, daha sonra istenecek üretim isteklerini karşılamalıdır. Ayrıca Bölüm 10, G'ye bakınız.

7. Onay Testlerinin Yapılışı

7.1 Onay testlerinin yapılmasında, aksi belirtilmedikçe Bölüm 1, F'deki veriler geçerlidir. Deneme kaynaklarının hazırlanmasındaki şartlar (kaynak parametreleri, paso sayısı, dikişin yapısı, vb. gibi) üreticilerin önerilerine ve gemi yapımı uygulamalarına uygun olmalı ve raporla belirlenmelidir. Çubuk elektrotlar 50 mm. lik bir kısım kalana kadar kaynak edilmelidir. Kaynak sırasında ısı girdisi (birim dikiş uzunluğu başına enerji girdisi) aşağıdaki bağlantıya göre hesaplanmalı ve raporda verilmelidir:

Birim uzunluk başına ısı girdisi = E [kJ/mm]

$$E = \frac{U[\text{Volt}] \times I[\text{Amp}] \times \text{Kaynak süresi}\,[\text{dak}] \times 6}{\text{Dikiş uzunluğu}\,[\text{mm}] \times 100}$$

7.2 Onay testlerine kullanılacak ana malzemeler, kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemelerin onaylanacağı mukavemet kategorisi ve kimyasal bileşimde olacaktır. Normal mukavemetli tekne yapım çelikleri için yapılacak onaylarda (kalite 1, 2, ya da 3), normal mukavemetli bir tekne yapım çeliği veya bunun yerine minimum çekme mukavemetleri eşit (400 N/mm^2) benzer bir yapı çeliği kullanılmalıdır. Yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri için yapılacak onaylarda (kalite 1Y, 2Y, 3Y veya 4Y) yüksek mukavemetli bir tekne yapım çeliği veya çekme mukavemeti en az 490 N/mm^2 olan benzer bir yapı çeliği kullanılmalıdır (5355 (St 52-3) gibi).

2Y40, 3Y40 veya 4Y40 çelik kalitelerini kapsayan onay için çekme mukavemeti en az 510 N/mm^2 olan tekne yapım çeliği veya benzer yapı çeliği kullanılacaktır. Saf kaynak metalinin testinde genel olarak normal mukavemetli tekne yapım çeliği veya benzer yapı çeliği kullanılır. Çok farklı kimyasal bileşimi olan kaynak dolgu malzemelerinde test parçası dikişinin yan kenarları takviye edilir ve aynı bileşimde bir altlık lama kullanılır (örneğin; paslanmaz çeliklerde).

7.3 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri hem doğru hem de alternatif akım için onaylanacak ise test için kaynak, alternatif akımla yapılır. Özel durumlarda doğru akımla kaynak da kullanılarak veya alternatife ek doğru akımla da kaynak yapılarak bir akım türünün kaynak özelliklerine etkisi incelenir (örneğin; doğru ve alternatif akımla çubuk elektrot kullanarak yapılan kendi ağırlıklı kaynaklarda (gravite kaynakları) veya belirli kaynak yöntemlerinde).

7.4 Ürünler ısıl işlemsiz durum için onaylanıyorsa, test parçalarına veya test numunelerine kaynak sonrasında ısıl işlem yapılmasına izin verilmez (B'deki uyarıya bakınız). Bunun istisnası, ileride değişik kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için açıklanan çekme parçalarında hidrojen giderme tavlamasıdır. Eğer kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri ısıl işlem görmüş durum için de kabul edilecek ise, belirtilen ek test parçaları hazırlanmalı (H.1.3) ve ısıl işleme tabi tutulmalıdır.

Test parçalarından çıkarıldıktan sonra test numunelerinin müteakip ısıl işlem görmelerine izin verilmez.

7.5 Özel durumlarda, aşağıdaki kurallarda verilen test parçaları ve test numunelerine ek testler (örneğin; sertlik ölçmeleri, kaynak nüfuziyetini ve iç yapı durumlarını incelemek için mikro veya makro numune incelemeleri gibi) veya belirtilen sıcaklıklardan daha düşük sıcaklıklar için çentik darbe deneyleri istenebilir. Paslanmaz östenitik çelikler için kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinde taneler arası korozyona dayanıklılığı ve katı östenitik çeliklerin sıcakta çatlamaya karşı dayanıklılığı kanıtlanmalıdır.

7.6 Bazı testler sırasında, istenenler karşılanamadığı takdirde, aynı cins iki takım test parçası ve test numunesi yeniden hazırlanır ve teste tabi tutulur. Burada ana malzeme, kaynak dolgu ve yardımcı malzemesi olarak ilk testte kullanılanlarla aynı partiden malzemeler kullanılır. Sonuçların yine olumsuz çıkması halinde, bunun nedenlerinin açıklanması ve bütün testlerin yeniden yapılmasından önce onay gerçekleştirilemez (Ayrıca bakınız 5.3). Çentik darbe deneylerinin tekrarı için, değişik

kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri ile ilgili aşağıdaki kurallara bakınız.

7.7. **TL**, özel bir durumda, gerekli görülebilecek ek testlerin yapılmasını ya da gerekliliklere uyulmasını talep edebilir.

8. Mekanik Test Yöntemleri

Aksi belirtilmediği müddetçe, bu bölümde belirtilen kaynak dolgu malzemesi mekanik test yöntemleri bu maddeye uygun olacaktır.

8.1 Test Numuneleri

8.1.1 Numune Boyutları

Dolgu metali ve alın kaynağı çekme, alın kaynağı eğme ve Charpy V- Çentik darbe test numuneleri, Kısım 2 Malzeme Bölüm 2'de verilen boyutlara göre makine ile kesilecektir.

8.1.2 Numune konumu ve hazırlanması

8.1.2.1 Dolgu Metali Çekme Test Numunesi

Boyuna eksen, kaynak merkezi ile aynı olacak şekilde ve:

- Dolgu metali test parçasında kaynağın kalınlık ortası ile;
- Çift paso kaynaklı test parçalarında 2. Pasonun kalınlık ortası ile çakışacaktır.

Test numuneleri, test öncesinde hidrojenin çıkması için 16 saati aşmayan bir sürede 250°C'yi aşmayan bir sıcaklığa kadar ısıtılacaktır.

8.1.2.2 Alın Kaynağı Çekme Test Numunesi

Kaynağın üst ve alt yüzeyleri, levhanın yüzeyi ile düzlem oluşturacak şekilde düzlenecek, taşlanacak ya da makine ile düzlenecektir.

8.1.2.3 Alın Kaynağı Eğme Test Numunesi

Kaynağın üst ve alt yüzeyleri, levhanın yüzeyi ile düzlem oluşturacak şekilde düzlenecek, taşlanacak ya da makine ile düzlenecektir. Ayrıca numunelerin keskin kenarları 2 mm'yi aşmayacak bir yarıçapa kadar yuvarlanacaktır.

8.1.2.4 Charpy V-Çentik Darbe Test Numunesi

Test numuneleri, boyuna eksenleri kaynak boyuna eksenine dik olacak şekilde kesilecektir ve;

- Çok paso kaynak tekniği kullanılarak yapılan alın kaynaklı test parçalarında dolgu metali orta kalınlığında;
- Çift pasolu test parçasında 2. Paso tarafında yüzeyin maksimum 2 mm altından
- Elektroslag ve elektro gaz kaynak test parçalarında bir yüzeyden maksimum 2 mm alttan

Çentik, test parçasının yüzeyinde levha yüzeyine dik olarak açılacak ve kaynağın merkezinde konumlandırılacaktır ve elektroslag ve elektrogaz kaynak test parçalarında dolgu metalinde erime hattından 2 mm mesafede konumlanacaktır.

8.2 Test Yöntemleri

8.2.1 Çekme

Çekme testleri onaylı bir çekme test makinesinde yapılacaktır.

Dolgu metali test numunelerinde akma gerilmesi, çekme mukavemeti ve uzama kayıt edilecektir. Alın kaynaklı test numunelerinde çekme mukavemeti, kopmanın yeri ile birlikte kayıt edilecektir.

8.2.2 Eğme

Test numuneleri, kırılma ya da çatlak olmaksızın numunenin kalınlığının üç katı kadar çapa sahip bir mandrel üzerinde 120° eğilecektir.

Bununla birlikte dış yüzeyde 3 mm'den küçük yüzeysel çatlaklar dikkate alınmayacaktır. Her eğme testi setinde bir numune kaynağın yüzeyi çekmeye, diğer numune kaynak kökü çekmeye maruz kalacak şekilde test edilecektir. Ancak yan eğme testlerinin yüz ve kök eğme testleri yerine yapldığı elektroslag ya da elektro gaz kaynaklı test parçaları bu durumdan istisnadır.

8.2.3 Charpy V-çentik darbe

Darbe testleri, onaylı bir çentik darbe test makinesinde yapılacaktır.

Üç test numunesineden oluşan bir set hazırlanacak ve test edilecektir. Ortalama emilen enerji değeri aşağıda verilen gerekliliklere uygun olacaktır. Bir tekil değer, 70%'inden az olmamak koşuluyla, gerekli ortalama değerden az olabilir. Kalite 2, 2Y, 2Y 40, 3, 3Y, 3Y 40, 4Y and 4Y 40 test parçaları için test sıcaklıkları, belirtilen sıcaklığın ±2°C toleransı ile kontrol edilecektir.

8.3 Tekrar Testi Yöntemleri

8.3.1 Çekme ve Eğme

Çekme ya da eğme test sonuçları gereklilikleri sağlamazsa, aynı tipten ikincil test numuneleri hazırlanacak ve tatmin edici şekilde test edilecektir. Eğer orijinal test parçası tatmin edici değilse yeni bir test parçası, aynı demetten alınan kaynak dolgu malzemeleri ile hazırlanacaktır. Eğer yeni parça aynı yöntem ile (özellikle paso sayısı) yapılıyorsa sadece ikincil tekrar testi numuneleri hazırlanacak ve test edilecektir. Diğer türlü tüm test numuneleri tekrar testi için hazırlanmalıdır.

8.3.2 Charpy V-çentik darbe

Charpy V-Çentik testleri için tekrar testi gereklilikleri, Kısım 2 Malzeme Bölüm 2'ye göre olacaktır. Daha fazla tekrar testi Sörveyörün kararına bağlı olarak yapılacaktır fakat bunlar yeni bir kaynaklı parçada yapılmalıdır ve önceden başarı ile yapılmış olma bile orijinal parça için gereken tüm testleri kapsamalıdır.

B. Tekne Yapım Çeliklerinin El ile Yapılan Elektrik Ark Kaynağında Kullanılan Elektrotlar

Ön Uyarılar:

Gemi yapımındaki normal uygulamalarda, yapı elemanları kaynak sırasında ısıl işleme (örneğin; gerilme giderme tavlaması gibi) tabi tutulmazlar. Dolayısıyla gemi yapımında kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin testi ve onayı genellikle işlem görmemiş, yani kaynağa hazır durumdaki malzeme üzerinde yapılır.

Bazı özel hallerde kaynak sırasında da ısıl işlem öngörülür veya istenirse, bu durumda söz konusu ısıl işlem sonrasında da yeterli özellik ve kalite değerlerine sahip olduğu kanıtlanmış kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kullanılabilir. Gerekli kanıtlamanın şekil ve kapsamı her durum için ayrı ayrı belirlenir.

Tekne yapım çeliklerinin kaynak dolgu malzemesi için söz konusu ana malzemenin test sıcaklığının (Bölüm 12, Tablo 12.1'e ve de Kısım 1 Tekne Yapım Kuralları Bölüm 2) minimum sıcaklık yükü (dizayn sıcaklığı) olduğu varsayılır. Maksimum sıcaklık yükünün 300°C olduğu kabul edilir.

1. Genel

1.1 Aşağıdaki kurallar tekne yapım çelikleri ve eşdeğer dövme ve dökme çelik türleri ile benzer yapı çeliklerinin el ile yapılan ve elektrik ark kaynağında kullanılan çubuk elektrotlar için geçerlidir. Yarı mekanize kendi ağırlıklı kaynak ve yay kuvvetli kaynak için kullanılan çubuk elektrotlarda, el ile yapılan elektrik ark kaynağında olduğu gibi işlem görürler.

1.2 Charpy V- Çentik Darbe testleri sonuçlarına bağlı olarak, elektrotlar aşağıdaki kalitelere ayrılırlar:

- Normal mukavemetli çelikler için : Kalite 1, 2, 3.
- Minimum akma gerilmesi 355 N/mm^2'ye kadar olan yüksek mukavemetli çelikler için: Kalite 2Y ve 3Y ve 4Y. (Kalite 1Y elle kaynak için uygun değildir).
- Minimum akma mukavemeti 390 N/mm^2'ye kadar olan yüksek mukavemetli çelikler için: Kalite 2Y40, 3Y40 ve 4Y40. Özel durumlarda (örneğin elektrotların soğuğa dayanıklı çeliklerle kullanıldıklarında), yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) yapısal çelikler (bakınız F. ve Tablo 5.14) için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri gibi daha yüksek bir kalite olarak onay verilebilir. Ek semboller, kapsama ve muafiyetler için bakınız A.4.1.

1.3 Hidrojen Testi

Eğer elektrotlar, 4.5'te verilen hidrojen testinin gereklilikleri ile uyumlu ise H15, H10 ya da H5 son eki, kalite derecesine eklenecektir.

2. Kaynak Metalinin Testi (Dolgu Metali Testleri)

2.1 Erimiş kaynak metalinin testi için Şekil 5.1'e göre

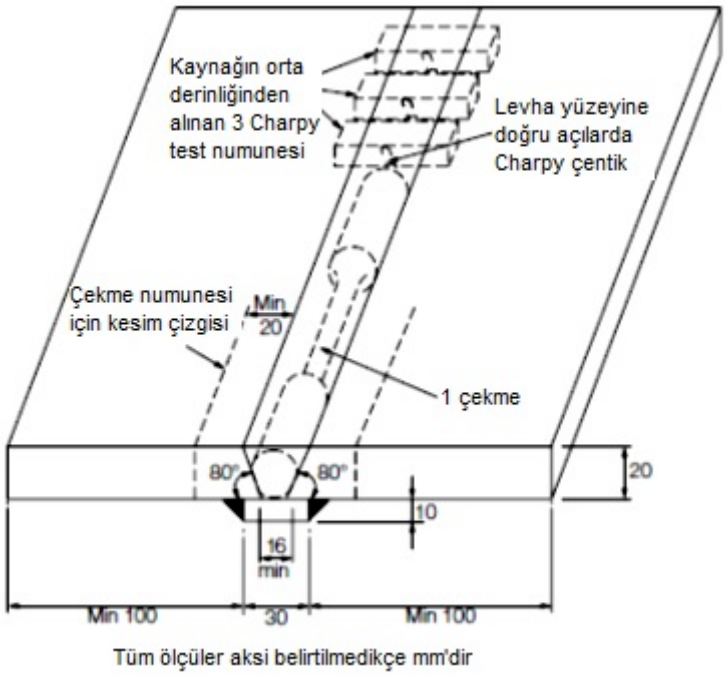
hazırlanmış iki test parçası yatay PA(d) kaynak pozisyonunda hazırlanır. Test parçalarından biri 4 mm. çapındaki çubuk elektrotlarla, diğeri üretilen en büyük çaplı elektrotlarla kaynak yapılarak hazırlanır. Bir elektrot yalnız bir çapta üretiliyorsa, o zaman bir test parçası yeterlidir. Bu test birleşimleri için, herhangi bir kalitedeki yapısal gemi çelikleri kullanılabilir.

Kaynak metali, söz konusu çubuk elektrotlara ve normal kaynak uygulamasına göre her tabaka, bir veya birkaç pasodan oluşacak şekilde hazırlanır. Tabakalar farklı doğrultularda kaynak edilecek ve her bir pasonun kalınlığı 2-4 mm. olacaktır. Her yeni tabakanın kaynağından önce test parçası sakin havada 250°C sıcaklığa kadar soğutulmalı, ancak sıcaklık 100°C dan aşağı düşmemelidir. Sıcaklığın ölçülmesi kaynağın ortasında ve yüzeyde yapılmalıdır.

2.2 Eriyen kaynak metalinin kimyasal bileşimi üretici tarafından, geçerli analiz yöntemleri ile belirlenmeli ve belgelenmelidir. Analiz, bütün önemli alaşım elementlerini ve yabancı maddeleri (örneğin; fosfor ve kükürt gibi) kapsamalıdır. Analiz değerleri, standardlardaki sınır değerlerini aşmamalıdır. Özel durumlarda daha dar analiz toleransları istenebilir.

2.3 Önerilen radyografik muayenelerden sonra kaynak metali test parçasından Şekil 5.1'e uygun bir yuvarlak çekme test numunesi üç ISO V çentikli çentik darbe test numunesi mekanik olarak işlenip hazırlanır. Yuvarlak çekme çubuğunun boyuna ekseni kaynağın ortasından ve levha kalınlığının yarısından alınmalıdır. Testler, A.8 Mekanik Test Yöntemleri'ne göre yapılacaktır. Darbe test numunelerinin üst yan yüzeyi, levha yüzeyinin 5 mm. altında olmalı, çentik de dikişin ortasında bulunmalıdır.

2.4 Kaynak metalinin mekanik değerleri Tablo 5.3'deki verilen değerleri karşılamalıdır. Çekme mukavemetinin üst limiti aştığı durumlarda, test sonuçları ile verilen diğer mekanik ve teknolojik özellikler ve kaynak metalinin kimyasal bileşimi göz önüne alınarak, elektrotun onayına özel bir önem verilir. Çentik darbe enerjilerinin ortalama değeri bu kurallarda istenilenlere uygun olmalıdır. Burada tekil bir değer ortalama değerin altına düşebilir, ancak bu istenen değerin %70'inden az olamaz.



Şekil 5.1 Kaynak metali test parçası

2.5 Tekrar testlerinin yapılması için A.7.6'ya bakınız.

2.6 Bazı özel hallerde, **TL**'nun uygun bulduğu ek tekrar testleri gerekir. A.7.6'ya da bakınız. Bu testler, istisnasız olarak, yeni test parçasının kaynağını ve orijinal olarak gerekli görülen tüm test numunelerinin (bunlardan

bazılarının ilk testte başarılı sonuçlar vermiş olsa da) testini kapsar.

3. Kaynaklı Birleştirmelere Uygulanan Testler (Alın Kaynak Testleri)

3.1 Alın Kaynaklı Test Parçalarının Hazırlanması

Şekil 5.2'e göre alın kaynaklı test parçaları, her kaynak pozisyonunda (yatay, korniş, düşey-yukarı, düşey-aşağı ve tavan) ve onay başvurusunda (bakınız A.4.9 ve Tablo 5.1) belirtilen kaynak pozisyonlarına göre Tablo 5.4'te gösterilen yarıçaplardaki elektrotlar ile kaynaklanacaktır. Ancak yatay ve aşağıdan yukarı pozisyon gerekliliklerini sağlayan elektrotların, **TL**' nin onayına tabi olarak korniş

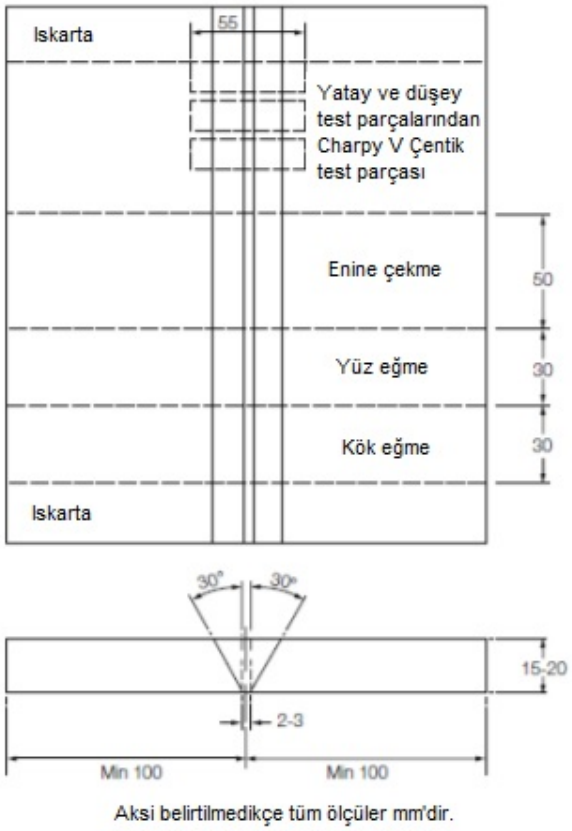
Örtülü elektrotların yalnız iç köşe dikişlerinde kullanılmak üzere kabul edilecek ise (örneğin; kendi ağırlıklı kaynak, vb. gibi), alın dikişi test parçaları yerine Şekil 5.3'e uygun olarak iç köşe dikişi test parçaları hazırlanır ve testte kullanılır. Özel durumlarda **TL** tarafından alın dikişi test parçasına ek olarak iç köşe dikişi test parçaları da istenebilir; örneğin; yukarıdan aşağıya doğru düşey kaynaklarda.

Test parçalarının hazırlanmasında her bir elektrot için aşağıda listelenmiş çelik kalitelerinden biri kullanılacaktır:

- Kalite 1 elektrotları: A
- Kalite 2 Elektrotları: A, B, D
- Kalite 3 Elektrotları: A, B, D, E
- Kalite 2Y Elektrotları: A32, A36, D32, D36
- Kalite 3Y Elektrotları: A32, A36, D32, D36, E32, E36
- Kalite 4Y Elektrotları: A32, A36, D32, D36, E32, E36, F32, F36
- Kalite 2Y40 Elektrotları: A40, D40
- Kalite 3Y40 Elektrotları: A40, D40, E40
- Kalite 4Y40 Elektrotları: A40, D40, E40, 40

Kalite 2Y, 3Y, 4Y elektrotları için minimum akma gerilmesi 315 N/mm^2 olan yüksek mukavemetli çelik kullanıldığında, çeliğin mevcut çekme mukavemeti 490 N/mm^2'den az olmayacaktır.

Tanecik arıtma eleman içeriği dahil kimyasal bileşim rapor edilecektir.



Şekil 5.2 Alın dikişi test parçası

3.2 Kaynak Sırası

3.2.1 Aşağıdaki kaynak yöntemi, test parçaları oluşturulurken uygulanacaktır (Tablo 5.4):

Yatay (a): İlk paso, 4mm'lik elektrotla. Kalan pasolar (son iki tabaka hariç) 5mm elektrotlarla ya da normal kaynak yöntemine göre daha fazla çapta elektrotlarla. Son iki tabakanın pasoları, üretilen en büyük çaptan elektrotlarla yapılacaktır.

Yatay (b): (İkinci yatay test gerekli ise) İlk paso 4mm'lik elektrotla. Sonraki paso, 5 mm ya da 6 mm çapın ara değerinden bir elektrotla. Kalan pasolar üretilen en büyük çaptan elektrotla yapılır.

Korniş: İlk paso 4 mm ya da 5 mm çapında elektrot ile. Daha sonraki pasolar 5 mm çapında elektrotlar ile.

Tablo 5.3 Kaynak metalinden istenenler (çubuk elektrotlar)

Kalite derecesi **(1)**	Minimum akma sınırı [N/mm^2]	Çekme mukavemeti [N/mm^2]	Minimum kopma uzaması (L_o=5·d_o) [%]	Minimum çentik darbe enerjisi [J] **(2)**	Test sıcaklığı [°C]
1	305	400 ila 560	22	47 (33)	+ 20
2					0
3					- 20
2Y	375	490 ila 660	22	47 (33)	0
3Y					- 20
4Y					- 40
2Y40	400	510 **(3)** ila 690	22	47 (33)	0
3Y40					- 20
4Y40					- 40

(1) *Muhtemel yüksek kalite dereceleri için 1.2'ye bakınız.*
(2) *Üç test numunesinin ortalama değerleridir; ( ) minimum tekil değerler ve tekrar testleri için 2.4 ve 2.5'e bakınız.*
(3) *Kaynaklı birleştirmeler yeterli değerlere erişiyorsa, 500 N/mm^2 lik çekme mukavemeti kabul edilebilir.*

Aşağıdan yukarıya doğru ve tavan: İlk paso 3.25 mm çapında elektrotla. Kalan pasolar 4 mm çapında elektrotla ya da eğer üretici tarafından bu pozisyon için önerildiyse 5 mm olabilir.

Yukarıdan aşağıya doğru: Eğer test edilen elektrot yukarıdan aşağıya doğru kaynak için kullanılacaksa, test parçaları üreticinin tavsiye edeceği elektrot çapları kullanılarak oluşturulacaktır.

Tüm parçalar için, metalin temizlenmesi amacıyla kök pasosu ayrıldıktan sonra kapak pasosu her test parçasına uygun olan kaynak pozisyonunda 4 mm çapındaki elektrotla yapılacaktır. Sadece yatay kaynağa uygun olan elektrtolar için test parçaları, kapak pasosunun yapılması için çevirilebilir.

Normal kaynak uygulaması kullanılacaktır ve her paso arasında parça, dikiş yüzeyinde kaynağın merkezindeki sıcaklık 250 ile 100°C arasında soğuyana kadar durgun havada bırakılacaktır. Kaynaktan sonra test parçaları herhangi bir ısıl işleme maruz bırakılmayacaktır.

3.2.2 Kullanılacak ana malzemelerin (A.7.2'ye bakınız) kimyasal bileşimleri kaydedilecektir.

Altlık pasosu yapılmadan önce kök, mümkün olduğunda, arkadan taşlanacaktır.

3.2.3 Kopmanın konumu kaydedilecektir. Başlangınç çatlakları gösteren eğme test numuneleri, kopmanın değerlendirilmesi için açılacaktır. **TL**, hidrojenin olası etkilerinin ortaya koymak için belirli bir zaman içerisinde eğme testleri ya da tamamlayıcı eğme testlerinin yapılmasını ön görebilir.

3.3 Radyografik muayene

Test numunelerinin hazırlanmasından önce kaynakta hata olup olmadığının değerlendirilmesi amacıyla kaynaklı parçaların radyografik muayeneden geçirilmesi önerilir.

3.4 Testlerin yapılması

Şekil 5.2'de gösterilen test numuneleri her test parçasından alınacaktır. Testler A.8 gerekliliklerine göre yapılacaktır.

3.5 Testlerin sonuçları ve gereklilikler

Tüm çekme ve darbe testlerinin sonuçları Tablo 5.5 gerekliliklerine uygun olacaktır.

Enine çekme testindeki kırılmanın yeri rapor edilecektir. Eğer eğmeden sonra 3 mm'yi aşan çatlak ya da kusur test numunesinin dış yüzeyinde görülmezse, test numunelerinin gerekliliklere uyduğu kabul edilecektir.

4. Sıcak Çatlama Testi

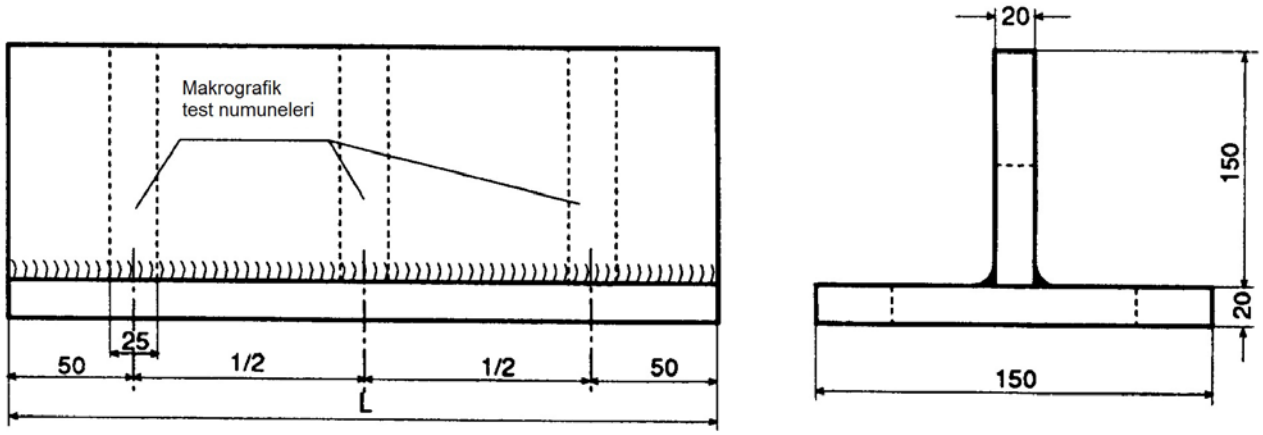
4.1 **TL** tarafından bir sıcak çatlama testinin istenmesi halinde iki levha Şekil 5.4'e uygun olarak kaynak edilir. Dik levhanın alın yüzeyi düzgün ve dik açı oluşturacak şekilde kesilmeli ve alt levhanın yüzeyine tam olarak oturmalıdır. Bütün düzgünsüzlükler giderilmelidir. Alt levha üç adet enine levha ile takviye edilmelidir.

4.2 Birinci iç köşe dikişi yatay pozisyonunda PA (d) ve bir pasoda kaynak edilmelidir. Bu işlem esnasında akım şiddeti (amper) elektrotun kullanılması için tavsiye edilen akım şiddeti (amper) alanının üst sınırında seçilmelidir. İkinci ters yüzeydeki iç köşe dikişi ilk dikişten hemen sonra ve yine yatay pozisyonda PA (d) kaynak edilmelidir. Bu kaynağa test parçasının sonundan ilk iç köşe dikişinin bittiği uçtan başlanmalıdır. Her iki iç köşe dikişi de sabit hızla ve elektrota salınım hareketi yaptırılmadan gerçekleştirilmelidir.

Tablo 5.4 Alın kaynağı test parçası, kaynak pozisyonları ve elektrot çapları

Onaylanması için başvurulan pozisyon(lar)	İstenilen alın kaynağı test parçası				
	Pozisyonlar		Elektrot çap(lar)ı (1)		
	Sayısı	Pozisyon	Kök pasosu	Dolgu ve kapak pasoları	Kapak pasosu
Bütün pozisyonlar (yukarıdan aşağıya düşey pozisyon dahil) **(1) (3)**	1 1 1 1	PA (d) PF (v-u) PE (o) PG (v-d)	4 3,25 3,25	5 ÷ 8 **(2)** 4 ya da 5 4 ya da 5	4 4 4
			Üretici talimatlarına göre		
Bütün pozisyonlar yukarıdan aşağıya düşey pozisyon dışında **(2) (3)**	1 1 1	PA (d) PF (v-u) PE (o)	4 3,25 3,25	5 ÷ 8 **(2)** 4 ÷ 5 4 ÷ 5	4 4 4
Yatay pozisyon ve aşağıdan yukarıya düşey pozisyon **(3) (3)**	1 1	PA (d) PF (v-u)	4 3,25	5 ÷ 8 **(2)** 4 ÷ 5	4 4
Yalnız yatay pozisyon **(4)**	1	PA (d)	4	5 ÷ 8 **(2)**	4
	1	PA (d)	4	5 ÷ 8 **(4)**	4
Sadece korniş pozsiyonu PC (h-v) için	1	PC (h-v)	4 ya da 5	5	4
Diğer bağımsız pozisyonlar **(X)**	1	(X)	Yukarıda belirtildiği gibi		

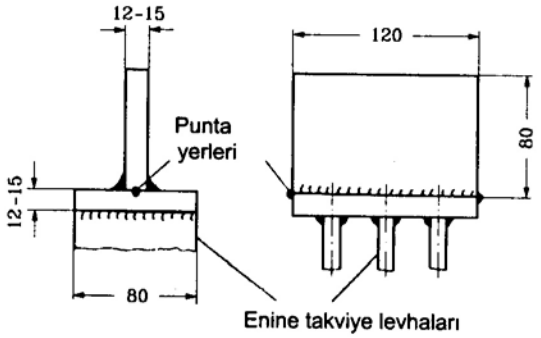
(1) *Elektrot çapı [mm]*
(2) *Dolgu pasoları 5 veya 6 mm. Son iki paso, kapak pasosu dahil üretilen en büyük çaplı (8 mm. çapını aşmayan) "elektrotla yapılmalıdır.*
(3) *Korniş pozisyonu* PC *(h-v dahil).*
(4) *İkinci pasolar 5 veya 6 mm. lik elektrotlarla diğer bütün dolgu ve kapak pasoları üretilen en büyük çaplı elektrotla yapılmalı ve 8 mm. çapını aşmamalıdır.*



Şekil 5.3 İç köşe dikişi test parçası

Tablo 5.5 Alın kaynak test gereklilikleri (elle örtülü elektrotlar)

Kalite Derecesi	Çekme mukavemeti (enine test) [N/mm^2]	Charpy V-Çentik Darbe Testleri		
		Test Sıcaklığı °C	Ortalama Enerjhi – J minimum	
			Yatay, Korniş, Tavan	Düşey (Yukarı ve Aşağı Doğru)
1	400	20	47	34
2		0	47	34
3		-20	47	34
2Y	490	0	47	34
3Y		-20	47	34
4Y		-40	47	34
2Y40	510	0	47	39
3Y40		-20	47	39
4Y40		-40	47	39



Şekil 5.4 Sıcak çatlama testine ait test parçası

4.3 Her iç köşe dikişi tam uzunluğu (120 mm.) Tablo 5.6'da verilen elektrot boyları ile tamamlanacaktır.

Kaynak yapıldıktan sonra iç köşe dikişlerindeki cüruf hemen temizlenmelidir.

4.4 Kaynak işleminden en erken yarım saat sonra yani test parçasının tam olarak soğumasından sonra, iç köşe kaynaklarında bir büyüteç yardımı ile veya bir çatlak muayene yöntemi ile çatlak aranır.

Daha sonra birinci iç köşe dikişi talaş kaldırarak işlenir ve ikinci iç köşe dikişi levhaların zorlanmasıyla (birbiri üzerine eğilmesiyle) kırılır (kökün çekmeye maruz bırakılacağı bir şekilde). Kırılan dikiş sıcak çatlaklar bakımından incelenir.

Sıcak çatlama testinde iç köşe dikişlerinin hem yüzeylerinde hem de iç kısımlarında çatlak görülmemelidir. Yalnız nihayetteki krater çatlaklarına tolerans gösterilebilir.

Tablo 5.6 Elektrotların erime boyları

Elektrotun çekirdek çapı [mm]	Erime boyu	
	1. iç köşe dikişi (mm)	2. iç köşe dikişi (mm)
4	200	150
5	150	100
6	100	75

5. Hidrojen Testi

5.1 Kaynak metalindeki yayılabilir hidrojenin belirlenmesi için gerekli hidrojen testi, tercihen DIN 8572, Bölüm 1 veya ISO 3690'a uygun olarak cıva yöntemine veya **TL**'nun muvafakatı ile diğer benzer yöntemlere göre yapılır. Geçici bir süre için, alternatif olarak **TL**'nun müsaadesi ile H15(H) ve H10 (HH) ek sembolleri için 4.3'e göre gliserin yöntemi de kullanılabilir. Onayda belirtilen kalite derecelerine ait ek semboller H15 (H), H10(HH) veya H5 (HHH) (A.4.1'e bakınız)e bağlı olarak kaynak metalindeki maksimum hidrojen miktarına Tablo 5.7'ye uygun olarak müsaade edilebilir.

5.2 ISO 3690'a göre civa yöntemi veya ısıl iletkenlik algılama yöntemi kullanılacaktır. Dört kaynak test parçası hazırlanacaktır. Parçaların sıcaklığı ve minimum tutma süresi, ilgili ölçüm yöntemine göre, aşağıda belirtilenlere uygun olacaktır:

Ölçüm yöntemi		Test sıcaklığı [°C]	Minimum tutma süresi [h]
Isıl iletkenlik Algılama yöntemi **(*)**	Gaz Kromatografisi	45	72
		150	6

(*) *Yayılabilir hidrojenin tamamının toplanmasını ve ölçümünün yapılmasını teyid eden test prosedürünün doğrulanması koşuluyla, taşıyıcı gazlı termal ekstrasyon yöntemi değerlendirilebilir.*

5.3 Hidrojen testi gliserin yöntemine göre yapılacak ise aşağıdaki yol izlenir:

5.3.1 Normalize edilmiş çelikten **(1)** 125x25x12 mm. boyutlarında dört çubuk test parçası hazırlanır, temizlenir ve 0,1 g ye yakın hassasiyetle tartılır. Test parçasının 125x25 mm. lik yüzeylerinden birine 4 mm. çapında yeni bir çubuk elektrotla yaklaşık 100 mm. uzunluğunda bir tek kaynak dikişi çekilir. Bu sırada elektrotun 120 ila 150 mm. lik bir uzunluğu harcanır.

5.3.2 Kaynak mümkün mertebe kısa ark boyu ile yapılmalı ve yaklaşık 150 Amperlik bir akım şiddeti seçilmelidir. Mekanize kaynakta elektrot çapı ve akım değerleri ısı girdisinin el ile yapılan elektrik ark kaynağındakinin aynı olmasına dikkat edilerek seçilmelidir. Kaynaktan önce dolgu malzemesi, üretici tarafından öngörülen şekilde kurutulabilir.

5.3.3 Kaynaktan önce elektrotlar, üreticinin tavsiye ettiği şekilde normal kurutma sürecine maruz bırakılabilirler. Her numunenin kaynağının bitmesinden 30 s içinde cüruf kaldırılmalı ve numuneye yaklaşık 20 °C'de su verilmelidir.

5.3.4 Ölçme sırasında gliserin 45°C sıcaklıkta tutulmalıdır. Test parçaları 48 saat gliserin içerisinde tutulmalı ve daha sonra çıkarılarak su ve alkol ile temizlenmelidir. Kurutmadan sonra parçalar 0,1 g. a yakın hassasiyetle yeniden tartılarak kullanılan kaynak metalinin miktarı belirlenir.

5.3.5 Elde edilecek sonuçlar

Test kabı içerisinde toplanan gazın hacmi 0,05 cm^3 ye yakın hassasiyetle ölçülür ve elde edilen değer 0°C sıcaklık ve 760 mm. cıva sütunu basınçtaki değere çevrilir.

Dört numunenin her biri ve ortalama yayılabilir hidrojen muhteviyatı raporlanacak ve 100 gramdaki ortalam değer cm^3 olarak Tablo 5.7'de verilen değerleri geçmeyecektir

(1) *Çeliğin bileşimi mümkünse şu değerleri aşmamalıdır : %0,15 C - %0,10 Si - %1,0 Mn - %0,03 P - %0,03 S*

.

Tablo 5.7 Kaynak metalindeki müsaade edilebilen hidrojen miktarı

Ek sembol	Yayılabilir Hidrojen miktarı	Ölçüm yöntemi
H 15	15 **(1)**	Civa yöntemi Isıl iletkenlik Algılama yöntemi Gliserin yöntemi
H 10	10 **(2)**	
H 5	5	Civa yöntemi Isıl iletkenlik Algılama yöntemi

(1) *Gliserin yöntemi kullanıldığında 100 gramda 10 cm^3.*
(2) *Gliserin yöntemi kullanıldığında 100 gramda 5 cm^3.*

Not : *H 5 ek sembollü kaynak sarf malzemelerinde gliserin yöntemi kullanılmayacaktır.*

6. Elle köşe kaynakları için örtülü elektrotlar

Sadece B.3'deki alın kaynak testinin uygun olmadığı köşe kaynağı onayına sunulan elektrot için ilk onay testleri, B.6.1'de verilen köşe kaynağı testlerinden ve B.2'de belirtilenlere benzer erimiş metal testlerinden oluşacaktır.

Elektrot, hem alın hem de köşe kaynağı onayına sunulmuşsa ilk onay testleri TL'nin kararına bağlı olarak aşağıda detaylandırılan ve korniş pozisyonunda kaynaklanan bir adet köşe kaynak testini içerecektir.

6.1 Köşe kaynaklı test parçaları

Elektrot, sadece köşe kaynağı için kullanılıyorsa Şekil 5.3'de gösterilen köşe kaynağı parçaları, üretici tarafından elektrodun kullanılması önerilen her kaynak pozisyonu için (korniş, aşağıdan yukarı doğru, yukarıdan aşağıya doğru ya da tavan) hazırlanacaktır.

Test parçaları için kullanılacak çelik kalitesi B.3.1'de detaylandırıldığı gibi olacaktır.

Birinci taraf, üretilen en büyük boyuttaki elektrot kullanılarak kaynaklanacaktır ve ikinci taraf üretilen en küçük ve köşe kaynağı için tavsiye edilen boyuttaki elektrot kullanılarak kaynaklanacaktır. Köşe kaynak boyutu, genel olarak elektrot boyutu ve test sırasında kullanılan kaynak akımı ile belirlenecektir

Test parçasının uzunluğu "L", iç köşe kaynağı kalınlığına uygun elektrot çapı ile en az bir tam boy (hatta üretilen en uzun boy) elektrotu eritebilecek şekilde seçilmelidir.

6.2 Köşe kaynağı parçalarında testler

6.2.1 Makrograflar

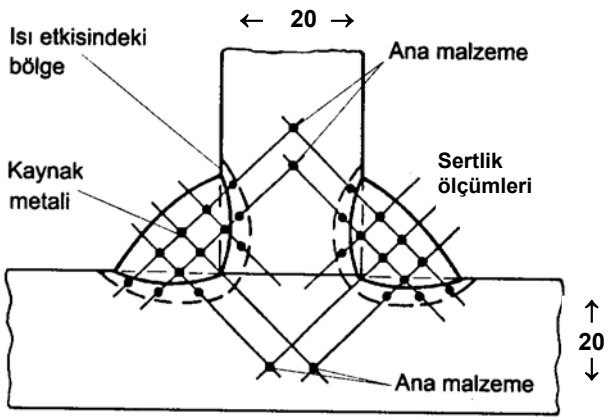
Her test parçası, her biri 25 mm kalınlığında olan üç makro kesit oluşturulacak şekilde bölümlendirilecektir. Bunlar kök nüfuziyeti, uygun profil, çatlaktan arınmışlık ve makul ölçüde gözeneklerden ve cüruf kalıntılarından arınmışlık açısından muayene edilecektir.

6.2.2 Sertlik

TL'nin kararına bağlı olarak, ısıdan etkilenen bölge (HAZ) ve ana malzemenin kaynak sertliği belirlenecek ve bilgi için raporlanacaktır (bakınız Şekil 5.5).

İç köşe dikişi test parçaları gözle kontrol ve değerlendirmeden sonra, Şekil 5.3'e uygun olarak parçalara ayrılır ve nüfuziyet açısından değerlendirilmesi ile sertlik ölçmeleri için Şekil 5.5'e göre "M" işaretli makro numuneler hazırlanır. Mümkünse ölçümler, Vickers sertlik ölçümleri ile (EN ISO 6507-1, HV 10) yapılmalıdır.

Minimum akma sınırı 355 N/mm^2 (ek sembol Y) kadar olan yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri için kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin kaynak metaline ait sertliğin 150 HV den az olmaması gerekir. Minimum akma sınırı 390 N/mm^2 (Ek sembol Y40) olan yüksek mukavemetli çeliklerin sertliği 160 HV'den az olmamalıdır. Isı etkisi altındaki bölgede (ITAB) ölçülen ana malzemenin sertlik değerleri de raporda belirtilmelidir. Diğer ölçme yöntemlerinde bunlara karşı gelen değerler aynı sonuçları vermelidir.



Şekil 5.5 Sertlik Ölçümleri

6.2.3 Kırılma

Köşe kaynağının kalan parçalarının bir tanesinde, birinci taraftaki kaynak talaş kaldırma ya da makine ile işlenmesi suretiyle köşe kaynağı kırılacak, ikinci tarafında iki levhanın birbirlerine doğru kapatılması suretiyle kaynak kökü çekmeye maruz bırakılacaktır. Kalan bölümlerde ikinci taraftaki kaynakta talaş kaldırma ya da makine ile işlem uygulanacak ve parça aynı yöntem kullanılarak kırılacaktır. Kırılan yüzeyler muayene edilecek ve eksik nüfuziyet ya da iç çatlaklara ilişkin kanıt bulunmayacaktır ve gözeneklilikten makul ölçüde arınmış olacaktır. Ayrıca bakınız Bölüm 12 G.10.3.4.

7. Gravite ve temas kaynağı için örtülü elektrotlar

Bir elektrot sadece otomatik gravite (kendi ağırlığı ile) ya da benzer kaynak araçları kullanılarak yapılan temas kaynağı için onaya sunulduysa, depolanan metal testleri, köşe kaynak testleri ve uygunsa normal manuel elektrotlar için olan testlere benzer kaynak testleri, elektrodun üretici tarafından tavsiye edildiği yöntem uygulanarak yapılacaktır.

Bir örtülü elektrot, normal manuel kaynağa ek olarak otomatik gravite ya da benzer kaynak araçları kullanılarak yapılan temas kaynağında kullanılmak için onaya sunulduysa, köşe kaynağı ve uygunsa alın kaynak testleri üretici tarafından tavsiye edildiği şekilde diğer temas aracının kendi ağırlığı kullanılarak yapılacaktır. Bunlar normal onay testlerine ek olarak yapılacaktır.

Otomatik gravite ya da benzer temas kaynak cihazları kullanılarak yapılan köşe kaynağı mevcutsa köşe kaynağı üretilen en büyük boyuttaki elektrot kullanılarak üreticinin tavsiye ettiği kaynak yöntemi kullanılarak yapılacaktır. Üreticinin tavsiye ettiği akım aralığı her elektrot boyutu için raporlanacaktır.

Hem normal hem de yüksek mukavemetli yapım çeliği için onay talep edildiyse parçalar yüksek mukavemetli çelik kullanılarak hazırlanacaktır.

8. Yıllık Tekrar Testleri ve Derece Yükseltilmesi

8.1 Yıllık testler ve üreticinin tesislerinin periyodik muayenesi

Onaylı elektrotlar, üretildiği tüm kurumlarda yıllık muayeneye tabi tutulurlar.

Yıllık testler en azından aşağıdakilerden oluşacaktır:

Tablo 5.8 Kaynaklı birleşimlerin gereken özellikleri

Kalite Derecesi (1)	Çekme mukavemeti [N/mm^2]	En az çentik darbe enerjisi [J] (2)			En az eğme açısı Mandrel çapı=3xnumune kalınlığı
		Pozisyonlar		Test sıcaklığı [°C]	
		PA, PC, PE (d, h-v, o)	PF, PG (v-u, v-d)		
1	≥ 400	47 (33)	34(24)	+ 20	İlk çatlak oluşuncaya kadar 120°, en çok 3 mm uzunluğa kadar olan az sayıdaki gözeneklerin varlığı kabul edilir (kırık yüzeyinde)
2				± 0	
3				- 20	
2Y	≥ 490	47 (33)	34(24)	±0	
3Y				- 20	
4Y				- 40	
2Y40	≥ 510	47 (33)	41(29)	0	
3Y40				- 20	
4Y40				- 40	

(1) *Daha yüksek kalite dereceleri için 1.2'ye bakınız.*
(2) *Üç testin ortalaması; minimum tekil değerler ve tekrar testleri için 2.4 ve 2.5'e bakınız.*

8.1.1 Normal manuel ark kaynağı için örtülü elektrot

İki adet dolgu metal test parçası, B.2'ye göre hazırlanacaktır. Mekanik özellikler (her parçada bir çekme testi, 3 Charpy-V darbe testi) Tablo 5.3'e göre olacaktır. Bu aynı zamanda sadece köşe kaynağı için onaylanan elektrotlara da uygulanacaktır.

TL'nin kararına göre yatay ya da düşey pozisyonda kaynaklanacak bir alın kaynak testi, 4 mm elektrotlu dolgu kaynak testi yerine gerekebilir. Üç Charpy V-Çentik darbe test numunesi alın kaynak parçasından alınacaktır.

H10 ve H5 işaretli örtülü elektrotlar için 4.5'e uygun bir hidrojen testi her yıllık test için **TL**'nin kararına göre gerekebilir.

8.1.2 Gravite ya da temas kaynağı için örtülü elektrotlar

Bir elektrot sadece gravite ya da temas kaynağı için onaylandıysa yıllık test; üretici tarafından tavsiye edilen gravite ya da diğer temas araçları kullanılarak yapılan bir dolgu metal test parçasını kapsamalıdır. Eğer bu elektrot ayrıca normal manuel ark kaynağı için de onaylandıysa yıllık test 6.1.1'e göre yapılacaktır.

8.2 Elektrotların Derece Yükseltilmesi (Upgrading) ve Kapsam Arttırılması (Uprating)

8.2.1 Yükseltme ve kapsam arttırılması sadece üreticinin talebiyle ve tercihen yılık test zamanında göz önünde bulundurulur.

8.2.2 Yükseltme, çentik tokluğu ile ilgilidir ve sonuç olarak B.3.2.1'de gerekli kılındığı şekliyle (uygulanabilen yatay, korniş, aşağıdan yukarıya veya/ve yukarıdan aşağıya, tavan pozisyonları) ilgili alın kaynaklı parçalardan sadece Charpy V darbe testleri gerekir ve testleri yükseltilmiş sıcaklıkta yapılmalıdır.

Bu alın kaynak testleri, yıllık dolgu metal test normal gerekliliklerine (bu testler Charpy V numuneleri için yükseltilmiş sıcaklık dikkate alınarak yapılacaktır) ek olarak yapılacaktır.

8.2.3 Kapsam arttırılması, yüksek mukavemetli çeliklerin kaynağının kapsanacağı şekilde onay kapsamının arttırılması ile ilgilidir. Tabii ki 4.1'de belirtildiği gibi genişletilmiş onay, normal mukavemetli çeliğin kaynağını kapsamaya devam edecektir. Bu amaçla tüm alın kaynakları; yüksek mukavemetli çelik ana malzeme olarak kullanılarak B.3.2'de gerekli kılındığı gibi tekrar yapılacaktır

C. Metal Ark Kaynağında Kullanılan Teller ve Tel Gaz Kombinasyonları

1 Genel

1.1 Kategoriler

Tel-gaz kombinasyonları ve özlü ya da toz kaplı teller (koruyucu gaz ile ya da gaz korumasız kullanım için) onay testleri amaçları için aşağıdaki kategorilere ayrılırlar:

- Yarı otomatik çok pasolu kaynakta kullanım için.
- Otomatik çok pasolu kaynakta tek elektrotta kullanım için.
- Otomatik iki pasolu kaynakta tek elektrotta kullanım için.

Not:
Yarı otomatik terimi, kaynağın kaynakçı tarafından elektrot telinin sürekli olarak beslendiği bir kaynak tabancası vasıtası ile elle yapıldığı metotları ifade eder.

1.2 Kaliteler ve Son Ekleri

1.2.1 Darbe testlerinin sonuçlarına bağlı olarak teller ve tel gaz kombinasyonları aşağıdaki kalitelere ayrılırlar:

- Normal mukavemetli çelikler için: Kalite 1, 2 ve 3;
- Minimum akma gerilmeleri 355 N/mm^2'e kadar olan yüksek mukavemetli çelikler için : Kalite 1Y, 2Y, 3Y ve 4Y.
- Minimum akma gerilmeleri 390 N/mm^2'e kadar olan yüksek mukavemetli çelikler için: Kalite 2Y 40, 3Y40, ve 4Y40.

1.2.2 "S" son eki, yarı otomatik çok pasolu kaynak için verilen onayı göstermek için kalite markasından sonra eklenecektir.

1.2.3 Otomatik kaynak amacıyla kullanılacak teller için "T" (iki paso), "M" (çok paso) ya da "TM" (iki paso-çok paso) son ekleri; kalite markasından sonra eklenecektir.

1.2.4 Hem yarı otomatik ve otomatik kaynak için kullanılacak tellerde yukarıda belirtilen son ekler kombine olarak eklenecektir.

1.3 Koruyucu Gaz Birleşimi

1.3.1 Koruyucu gazın birleşimi olabildiğince rapor edilmelidir. TL tarafından aksine karar kılınmadıysa ek onay testleri, orijinal onay testlerinde kullanılan dışında bir koruyucu gaz kullanıldıysa ek onay testleri gerekir.

1.3.2 TL'nin rızasına bağlı olarak bir tel ile belirli bir gazın kombinasyonu için verilen onay, aynı tel ile Tablo 5.9'da belirtilen aynı grup numarasındaki herhangi bir gazın kombinasyonuna uygulanabilir ya da transfer edilebilir.

1.4 Düşük Hidrojen Onayı

1.4.1 Kalite 2, 2Y, 2Y40,3, 3Y, 3Y40, 4Y ya da 4Y40 gerekliliklerini sağlayan özlü ya da toz kaplı teller, üreticinin görüşüne göre, 4.5'te detaylandırılan hidrojen testine tabi tutulabilirler. Bu testlerde üreticinin tavisye ettiği kaynak koşulları kullanılacak ve manuel elektrotlar kullanıldığında bırakılana benzer olan kaynak dolgu ağırlığının elde edileceği bırakma oranı ayarlanacaktır.

1.4.2 Test gereklilikleri ile uyumu belirtmek için H15, H10 ya da H5 son eki kalite markasına manuel ark kaynak elektrotları ile aynı koşullarda (bakınız B.5.3.5) eklenecektir.

2. Yarı Otomatik Çok Pasolu Kaynak Onayı

2.1 Genel

Yarı otomatik çok pasolu kaynak için onay testleri C.2'de gerek görülen hariç olmak üzere genel olarak 5.B'ye göre tüm test parçalarının hazırlanması için yarı otomatik çok paso tekniği kullanılarak yapılacaktır.

2.2 Dolgu Metal Parçalarının Hazırlanması

2.2.1 İki dolgu test parçası Şekil 5.1'de gösterildiği gibi yatay pozisyonda hazırlanacaktır. Bunlardan bir tanesi gemi yapılarının kaynağı için kullanılacak olan en küçük çaplı diğeri ise en büyük çaplı tel kullanılarak yapılacaktır.

Eğer tek bir çaptan tel üretildiyse sadece bir dolgu metal parçası hazırlanacaktır.

2.2.2 Kaynak metali üretici tarafından tavisye edilen uygulamaya göre bırakılacaktır ve her kaynak metal tabakası kalınlığı 2 ila 6 mm arasında olacaktır.

2.3 Kimyasal Analiz

Test parçasındaki dolgu kaynak metalinin kimyasal analizi, üretici tarafından tedarik edilecek ve tüm önemli alaşım element içeriğini kapsayacaktır.

2.4 Mekanik Testler

Her parçada B.2.3'e göre testler yapılacaktır ve sonuçlar gerekli kaliteye uygun olarak B.2.4'i sağlayacaktır.

2.5 Alın Kaynak Parçalarının Hazırlanması

2.5.1 Şekil 5.2'de gösterilen alın kaynaklı parçalar

üretici tarafından tel ya da tel-gaz kombinasyonunun tavsiye edildiği her kaynak pozisyonu için (yatay, korniş, aşağıdan yukarıya, yukarıdan aşağıya ve tavan) hazırlanacaktır.

2.5.2 Yatay kaynaklı parça, ilk paso için onaylanacak en küçük çaplı tel ile ve kalan pasolar onaylanacak en kalın çaplı tel ile kaynatılacaktır.

2.5.3. Onay sadece yatay pozisyon için talep ediliyorsa, ek bir alın kaynaklı parça bu pozisyonda 2.5.2'de istenenden farklı bir çapta teller kullanılarak hazırlanacaktır. Sadece tek çaptan bir tel üretildiyse sadece bir yatay alın kaynaklı parça hazırlanacaktır.

2.5.4 Yatay pozisyon dışındaki pozisyonlardaki alın kaynaklarında, ilk paso onaylanacak en küçük çaplı tel kullanılarak ve kalan pasolar ilgili pozisyon için üretici tarafından önerilen en kalın çaplı tel kullanılarak hazırlanacaktır.

2.6 Radyografik Muayene

Kaynaklı parçaların, test numuneleri hazırlanmadan önce kaynaklarda kusur olup olmadığının kontrol edilmesi amacıyla radyografik muayeneye tabi tutulması önerilir.

2.7 Her parçada, testler B.2.3'e göre yapılacaktır ve sonuçlar B.2.4'ün gerekliliklerine uygun olacaktır.

2.8 Köşe Kaynak Testleri

Köşe kaynaklı test parçaları B.6.1'e göre yapılacaktır ve B.6.2'ye göre test edilecektir.

3. Otomatik Çok Pasolu Kaynak Onayı

3.1 Genel

Otomatik çok pasolu kaynakların onay testleri, genel olarak D çok pasolu kaynak onayına göre (D.2 hariç), tüm parçaların hazırlanmasında otomatik çok paso tekniği kullanılarak yapılacaktır.

3.2 Dolgu Metal Parçası Hazırlanması

Bir dolgu metal parçası Şekil 5.7'de gösterildiği gibi hazırlanacaktır. Kaynak, D.2.2.1'de detaylandırıldığı gibi (ancak her tabaka 3 mm'den az olmayacaktır) yapılacaktır.

3.3 Kimyasal Analiz

Test parçasındaki dolgu kaynak metalinin kimyasal analizi, üretici tarafından tedarik edilecek ve tüm önemli alaşım element içeriğini kapsayacaktır.

3.4 Mekanik Testler

Parçadaki testler D.2.2.3'e göre yapılacaktır ve sonuçlar D.2.2.4'e uygun olacaktır.

3.5 Alın Kaynaklı Parçaların Hazırlanması

Onaylanacak her kaynak pozisyonu için bir alın kaynaklı parça hazırlanacaktır. Genel olarak bu, sadece bir parçanın gerektiği durumda yatay pozisyon olacaktır. Parçanın hazırlanması D.2.3.1'e göre olacaktır.

3.6 Radyografik Muayene

Her parçanın testten önce kaynakta kusur olup olmadığının kontrol edilmesi amacıyla radyografik muayeneye tabi tutulması önerilir.

3.7 Mekanik Testler

Parçadaki testler D.2.3.3'e göre yapılacaktır ve sonuçlar Tablo 5.10c'ye uygun olacaktır. Birden fazla parça hazırlanıp test edildiyse her parçadan alınacak enine çekme ve eğme test numunelerinin sayısı yarıya indirilebilir.

3.8 Takdire Bağlı Onay

TL'nin takdirine bağlı olarak, yarı otomatik çok pasolu kaynak için onaylanan teller ya da tel-gaz kombinasyonları ek testler olmaksızın otomatik çok pasolu kaynak onayı için onaylanabilir.

Bu genel olarak otomatik çok pasolu kaynağın, ilgili tel-gaz kombinasyonunda yapılan yarı otomatik kaynak için geçerli olan kaynak akımı ve enerjisi koşullarında yapılması halinde olur.

Bu durumda iki kaynak yöntemi arasındaki tek fark, kaynak tabancasının kaynakçının elinde değil de otomatik vasıta tarafından tutulmasıdır.

4. Otomatik İki Pasolu Kaynak Onayı

4.1 Genel

Otomatik iki pasolu kaynak için onay testleri genel olarak D.3'ün gerekliliklerine göre (C.4 hariç) tüm test parçalarının hazırlanması için otomatik iki paso kaynak tekniği kullanılarak yapılacaktır.

Tablo 5.9 Gaz tipleri ve karışımlarının belirlenmiş gruplarının birleşim sınırları

Tanım (1)		Bileşim elemanları [% hacim]						Tipik uygulama	Notlar
Grubu	Tanım No.	Oksitleyici		İnert		İndirgeyici	Reaksiyona girmeyen		
		$C0_2$	0_2	Ar	He	H_2	N_2		
R	1 2			kalan **(2)** kalan **(2)**		> 0 to 15 >15 to 35		TIG, plazma ark kaynağı, plazma ark kesme, kök koruma	İndirgeyici
I	1 2 3			100 - kalan	- 100 > 0 to 95			MIG ,TIG plazma ark kaynağı, kök koruma	asal
M1	1 2 3 4	> 0 - 5 > 0 - 5 - > 0 - 5	- - > 0 - 3 > 0 - 3	kalan **(2)** kalan **(2)** kalan **(2)** kalan **(2)**		> 0 - 5 - - -		MAG	Az oksitleyici
M2	1 2 3 4	> 5 - 25 - > 0 - 5 > 5 - 25	- > 3 - 10 > 3 - 10 > 0 - 8	kalan **(2)** kalan **(2)** kalan **(2)** kalan **(2)**					Daha belirgin oksitleyici
M3	1 2 3	>25 - 50 - > 5 - 50	- > 10 - 15 > 8 - 15	kalan **(2)** kalan **(2)** kalan **(2)**					
c	1 2	100 kalan	- > 0 - 30						
F	1 2					> 0 - 50	100 kalan	Plazma ark kesme, kök koruma	Reaksiyona girmeyen İndirgeyici

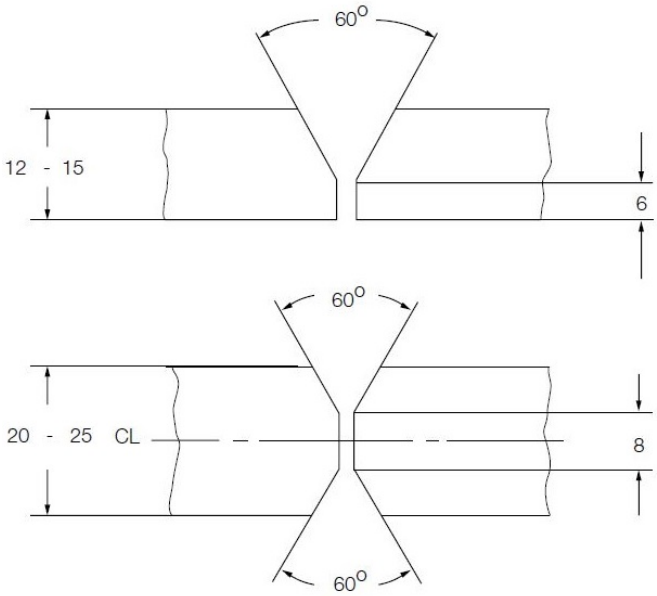
(1) *Bileşim elemanları belirtilmemişse bu tablodaki gruplardan birine eklenir, gaz karışımı, özel bir gaz karışımını belirtir ve S öneki ile gösterilir. Standardın 4. kısmına bakınız.*

(2) *Argon yerini %95 Helyum olabilir. Helyum içeriği ilave bir tanım sayısı ile gösterilir.*

4.2 Alın Kaynaklı Parçaların Hazırlanması

4.2.1 İki alın kaynaklı test parçası genel olarak D.3.1 ve D.3.2'de detaylandırıldığı gibi 12-15 mm ve 20-25 mm kalınlıktaki levhalar kullanılarak yapılacaktır. Eğer onay 25 mm'den kalın levhalar için talep edildiyse bir parça yaklaşık 20 mm kalınlıktaki levhalar kullanılarak ve diğeri onayın talep edildiği maksimum kalınlıktaki levha kullanılarak oluşturulacaktır.

4.2.2 Test parçalarının levha hazırlaması Şekil 5.6'da gösterildiği gibi olacaktır. Üretici tarafından talep edilmesi durumda kenar hazırlamasında ufak sapmalara izin verilebilir. 25 mm den kalın levhalar kullanılarak hazırlanan parçalar için kenar hazırlaması bilgi için raporlanacaktır. Sapma ve varyasyonların, bu teknik ve kalınlık aralığı için üreticinin standart tavsiye edilen prosedüründen kaynaklandığı öngörülecektir.



Aksi belirtilmedikçe tüm boyutlar mm'dir

Şekil 5.6 İki paso alın kaynağı test parçası için tavsiye edilen kenar ağzının hazırlaması

4.2.3 Kullanılan tellerin çapları üreticinin tavsiyeleri doğrultusunda olacak ve rapor edilecektir.

4.3 Radyografik Muayene

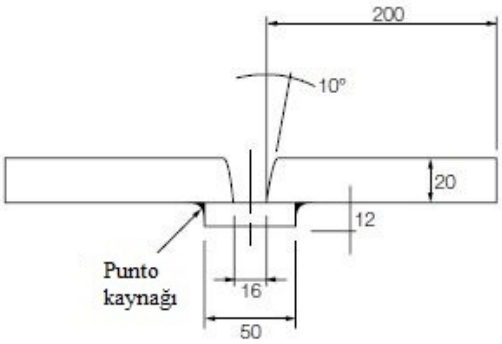
Kaynaklı parçaların, testten önce kaynaklarda kusur olup olmadığının kontrol edilmesi ve her parçanın kaynaklı boyunun büyük kısmında tam nüfuziyetin doğrulanması amacıyla radyografik muayeneye tabi tutulması önerilir.

4.4 Mekanik Testler

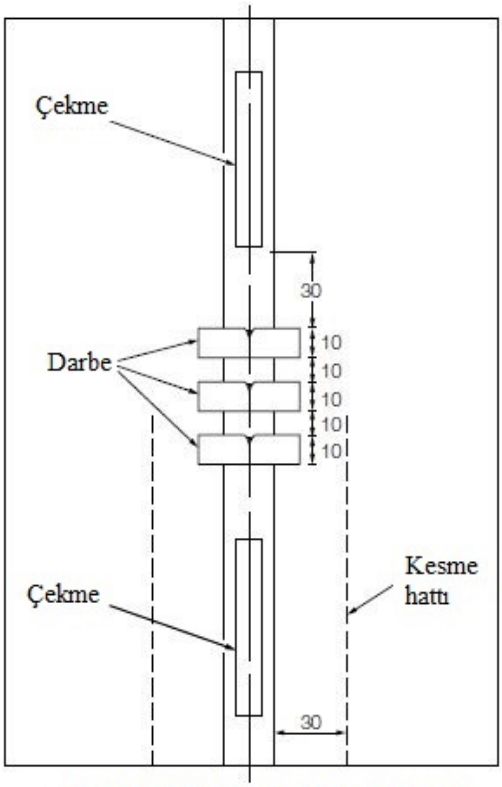
Testler her parçada D 3.2.3 ÷ D.3.2.6'ya göre yapılacaktır ve sonuçlar D.2.2.4 ve Tablo 5.10c'ye uygun olacaktır.

4.5 Kimyasal Analiz

Kaynaklanan ikinci taraftaki dolgu metalin kimyasal analizi her parça için raporlanacaktır.



Aksi belirtilmedikçe tüm boyutlar mm'dir



Aksi belirtilmedikçe tüm boyutlar mm'dir

Şekil 5.7 Bir dolgu metal test parçası hazırlanması

5. Yıllık Testler ve Derece Yükseltme

5.1 Yıllık Testler

5.1.1 Yıllık testler en az aşağıdakilerden oluşacaktır:

- Yarı otomatik ya da hem yarı otomatik hem de otomatik çok pasolu kaynak için onaylanan teller: C.2.2'ye göre hazırlanmış, gemi yapılarının yarı otomatik çok pasolu kaynağı için onaylanan çap aralığında bir tel kullanılarak hazırlanan bir dolgu metal test parçası.

- Otomatik iki pasolu kaynak için onaylanan teller: C.3.2'ye göre hazırlanmış, gemi yapılarının otomatik çok pasolu kaynağı için onaylanan çap aralığında bir tel kullanılarak hazırlanan bir dolgu metal test parçası.

- Otomatik iki pasolu kaynak için onaylanmış teller: C.4.2'ye göre 20-25 mm kalınlıktaki levhalar kullanılarak hazırlanmış bir alın kaynak test parçası. Tel çapı rapor edilecektir.

5.1.2 Test numuneleri, aşağıda gerekli görülen testler hariç, bu bölümün gerekliliklerine göre hazırlanacak ve test edilecektir.

- Dolgu metal parçaları için (yarı otomatik ve otomatik çok pasolu kaynak) : Bir çekme ve üç darbe testi.

- Alın kaynaklı parçalar için (otomatik iki paso) : Bir enine çekme, iki eğme ve üç darbe testi. Bir boyuna çekme testi, telin sadece otomatik iki paso kaynağı için onaylandığı durumda ayrıca gerekecektir.

Not:
TL*'nin takdirine bağlı olarak hidrojen testleri B.5'e göre yapılabilir.*

5.2 Dercece Yükseltme ve Kapsam Arttırma

5.2.1 Özlü tellerin ya da tel-gaz kombinasyonlarının darbe özellikleri ile bağlantılı olarak yükseltilmesi, B.8.2.2'de detaylandırıldığı gibi göz önünde bulundurulacaktır.

5.2.2 Özlü tellerin ya da tel-gaz kombinasyonlarının çekme özellikleri ile bağlantılı olarak kapsamının arttırılması, B.8.2.3'de detaylandırıldığı gibi göz önünde bulundurulacaktır.

D. Tozaltı ark kaynağı için tel toz kombinasyonları

1. Genel

1.1 Kategoriler

Tek elektrotlu tozaltı otomatik ark kaynakları için tel toz kombinasyonları aşağıdaki iki kategoriye ayrılır:

– Çok pasolu teknik ile kullanım için

– İki pasolu teknik ile kullanım için

Her iki teknik ile yapılacak kaynakta kullanılması amaçlanan belirli tel toz kombinasyonlarında, her bir teknik için testler uygulanacaktır.

1.2 Kaliteler

Darbe testlerinin sonuçlarına bağlı olarak tel toz kombinasyonları aşağıdaki kalitelere ayrılırlar::

– Normal mukavemetli çelik için: Kalite 1, 2 ya da 3

- Minimum akma gerilmeleri 355 N/mm^2'e kadar olan yüksek mukavemetli çelikler için : Kalite 1Y, 2Y, 3Y veya 4Y.

- Minimum akma gerilmeleri 390 N/mm^2'e kadar olan yüksek mukavemetli çelikler için: Kalite 2Y40, 3Y40, veya 4Y 40.

"T" (iki paso), "M" (çok paso) ya da "TM" (iki paso-çok paso) son ekleri; parantez içinde belirtilen teknikler için onayını belirtmek amacıyla kalite işaretinden sonra eklenecektir.

1.3 Çoklu elektrotlu tozaltı ark kaynağı

Çok elektrotlu tozaltı ark kaynağı için tel toz kombinasyonları ayrı onay testlerine tabi olacaktır. Bu testler genel olarak bu bölümün gerekliliklerine göre yapılacaktır.

1.4 Birleşimlerin Mekanik Testleri

Tel/toz onayı için tozaltı kaynak ile oluşturulan parçalardaki mekanik testler Tablo 5.10a'da verilmiştir.

2. Çok pasolu kaynak tekniği için onay testleri

2.1 Çelik Kaliteleri

Çok pasolu teknik ile kullanım onayı talep edildiğinde dolgu metal ve alın kaynağı testleri yapılacaktır.

Dolgu metal test parçası için her türlü kaliteden gemi yapısal çeliği kullanılabilir.

Alın kaynaklı test parçaları oluşturulurken her bir tel toz kombinasyonu için aşağıda listelenen çelik kalitelerinden bir tanesi kullanılacaktır:

- Kalite1 tel toz kombinasyonları : A
- Kalite 2 tel toz kombinasyonları : A, B, D
- Kalite 3 tel toz kombinasyonları : A, B, D, E
- Kalite 1 Y tel toz kombinasyonları : A32, A36
- Kalite 2 Y tel toz kombinasyonları : A32, A36, D32, D36
- Kalite3 Y tel toz kombinasyonları : A32, A36, D32, D36, E32, E 36
- Kalite 4 Y tel toz kombinasyonları : A32, A36, D32, D36, E32, E36, F32, F 36
- Kalite 2 Y 40 tel toz kombinasyonları : A40, D40
- Kalite 3 Y 40 tel toz kombinasyonları : A40, D40 E 40
- Kalite 4 Y 40 tel toz kombinasyonları : A40, D40, E40, F40

2.2 Dolgu metal test parçası

2.2.1 Hazırlama

Şekil 5.7'de gösterildiği gibi bir dolgu metal test parçası hazırlanacaktır.

Kaynak yatay pozisyonda yapılacaktır ve her pasonun yönü levhanın her bitiminde değiştirerek yapılacaktır. Her pasonun tamamlanmasından sonra toz ve kaynak cürufu kaldırılacaktır. Her paso arasında parça, sakin havada

250°C ila 100°C arasında soğuyana kadar bırakılacaktır.

Burada sıcaklık kaynağın merkezinde dikişin yüzeyinde alınacaktır. Tabakanın kalınlığı telin çapından ya da 4 mm'den az olmayacaktır.

Kaynak koşulları (amper değeri, voltaj ve kaynak hızı dahil) üreticinin tavsiyelerine göre olacaktır ve çok pasolu kaynağın normal iyi kaynak uygulamasına uygun olacaktır.

Tablo 5.10a Tel / toz onayı için tozaltı ark kaynağı kullanılarak yapılan parçalardaki mekanik testler

M (Çok pasolu teknik)		T (İki pasolu teknik)		TM (İki pasolu ve çok pasolu teknik)			
Dolgu metal parçası	Alın Kaynak Parçası	Alın Kaynak Parçası (min kalınlık)	Alın Kaynak Parçası (maks kalınlık)	Dolgu metal parçası	Alın kaynaklı test parçası		
					Çok Pasolu Teknik	Iki pasolu teknik	
						(Min Kalınlık)	(Maks Kalınlık)
-	2 TT	2 TT	2 TT	-	2 TT	2 TT	2 TT
-	4 TB	2 TB	2 TB	-	4 TB	2 TB	2 TB
3CV	3 CV	3 CV	3 CV	3 CV	3 CV	3 CV	3 CV
2 LT	-	1 LT	-	1 LT	-	-	1 LT

Sembol tanımları:

TT: Alın kaynak parçasında enine çekme testi

TB : Alın kaynak parçasında enine eğme testi

CV : Kaynak ekseninde Charpy-V Darbe Testi

LT : Kaynakta boyuna çekme testi

2.2.2 Kimyasal Analiz

TL'nin görüşüne göre, Test parçasındaki dolgu kaynak metalinin kimyasal analizi, üretici tarafından sağlanacaktır ve tüm önemli alaşım element içeriğini kapsayacaktır.

2.2.3 Testlerin Yapılması

Tablo 5.10a'ya uygun olarak, Şekil 5.7'deki test numuneleri her test parçasından hazırlanacaktır. Testler A.8 Mekanik Test Yöntemleri'ne göre yapılacaktır.

2.2.4 Sonuçlar ve Gereklilikler

Tüm testlerin sonuçları, Tablo 5.10b'nin gerekliliklerine uygun olacaktır.

2.3 Alın Kaynağı Test Parçası

2.3.1 Hazırlama

Bir alın kaynaklı test parçası, Şekil 5.8'de gösterildiği gibi iki levhanın (20 ila 25 mm kalınlıktaki, her birinin genişliği 150 mm'den az olmayacak şekilde ve belirtilen sayıdaki ve boyuttaki test numunelerinin kesilmesine olanak sağlayacak boyda) yatay konumda kaynaklanmasıyla oluşturulacaktır.

Levha ağızları tek V-birleşimi oluşturulacak şekilde hazırlanacaktır ve eritilecek yüzler arasındaki kenar açısı 60° ve kök yüksekliği 4 mm olacaktır.

Kaynak, çok pasolu teknik ile yapılacaktır ve kaynak koşulları dolgu metal testi için kabul edilenlerle aynı olacaktır.

Arka kapak pasosu, kök pasosunun temiz metale kadar temizlenmesinden sonra yatay pozisyonda uygulanacaktır. Kaynaktan sonra test parçası, herhangi bir ısıl işleme tabi tutulmayacaktır.

Tablo 5.10b Dolgu metal testi gereklilikleri (tel toz kombinasyonları)

Kalite	Minimum akma gerilmesi N/mm²	Çekme mukavemeti N/mm²	50 mm ölçü boyunda uzama (Lo = 5 d) % minimum	Charpy V-çentik darbe testleri	
				Test Sıcaklığı °C	Ortalama enerji J minimum
1	305	400 - 560	22	20	34
2				0	34
3				-20	34
1Y	375	490 - 660	22	20	34
2Y				0	34
3Y				-20	34
4Y				-40	34
2Y 40	400	510 - 690	22	0	39
3Y 40				-20	39
4Y 40				-40	39

Tablo 5.10c Alın kaynak test gereklilikleri (tel-toz kombinasyonları)

Kalite	Çekme mukavemeti (enine test) N/mm²	Charpy V-çentik darbe testleri	
		Test Sıcaklığı °C	Ortalama enerji J minimum
1	400	20	34
2		0	34
3		-20	34
1Y	490	20	34
2Y		0	34
3Y		-20	34
4Y		-40	34
2Y40	510	0	39
3Y40		-20	39
4Y40		-40	39

2.3.2 Radyografik Muayene

Kaynaklı parçaların, test numuneleri hazırlanmadan önce kaynaklarda kusur olup olmadığının kontrol edilmesi amacıyla radyografik muayeneye tabi tutulması önerilir.

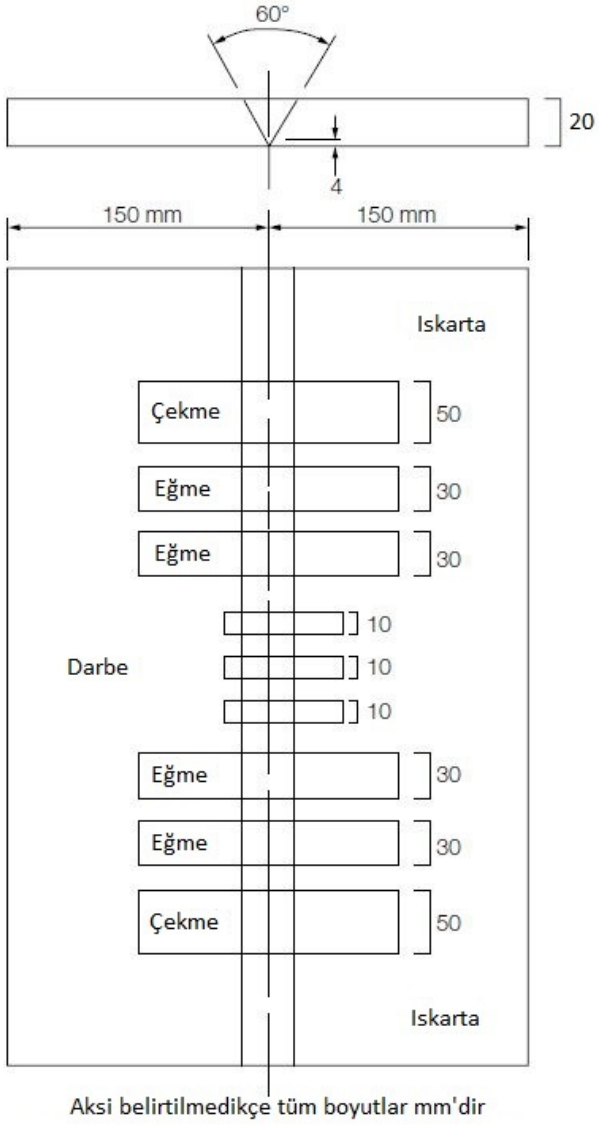
2.3.3 Testlerin Yapılması

Her kaynaklı parçadan alınacak test numuneleri Tablo 5.10a'da verilmiş ve Şekil 5.8'de gösterilmiştir. Testler A.8 Mekanik Test Yöntemleri'ne göre yapılacaktır.

2.3.4 Testlerin Sonuçları ve Gereklilikler

Tüm çekme ve darbe testlerinin sonuçları Tablo 5.10c'nin gerekliliklerine uygun olacaktır. Enine çekme testinde kopmanın yeri rapor edilecektir.

Eğme test numunelerinin, eğmeden sonra test numunesinin kenarlarında boyutları 3 mm'yi aşan herhangi bir çatlak ya da kusur görülmediyse gereklilikleri karşıladığı kabul edilir.



Şekil 5.8 Çok pasolu alın kaynaklı test parçası (tozaltı ark kaynağı)

3. İki paso tekniği için onay testleri

3.1 Test parçası sayısı

Iki paso tekniği ile kullanım için onay talep edildiğinde iki alın kaynaklı test parçası aşağıdaki kalınlıkların kullanılmasıyla hazırlanacaktır:

– 1 ve 1Y Kaliteleri için: 12 ÷15 mm ve 20 ÷ 25 mm

– 2, 2Y, 3, 3Y ve 4Y Kaliteleri için: 20 ÷ 25 mm ve 30 ÷ 35 mm

- 2Y 40, 3Y 40 ve 4Y 40 Kaliteleri için: 20 ÷ 25 mm ve 30 ÷ 35 mm

Onayın ortalama aralığa (maksimum kaynaklı levha kalınlığı) sınırlandırılması için **TL** ile anlaşmaya varılabilir. Test parçaları daha sonra onayın talep edildiği kaliteye bağlı olmaksızın 12 ÷15 mm ve 20 ÷ 25 mm kalınlıktaki levhalar kullanılarak kaynaklanacaktır.

Bir tel toz kombinasyonunun sadece iki paso tekniği kullanılarak onaylanması önerildiyse dolgu test metal parçası oluşturulması gerekmemektedir. Bu durumda onay testleri 3.2'de tanımlanan iki pasolu birleşimlerdeki alın kaynakları ile sınırlıdır.

Hem normal hem de yüksek mukavemetli çeliğin kaynağı için onay talep edildiyse yüksek mukavemetli çelik kullanılarak iki parça oluşturulacaktır. TL'nin takdirine bağlı olarak iki parçanın normal mukavemetli çelik kullanılarak oluşturulması gerekli görülebilir.

3.2 Alın kaynağı test parçaları

3.2.1 Parçaların hazırlanması

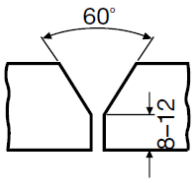
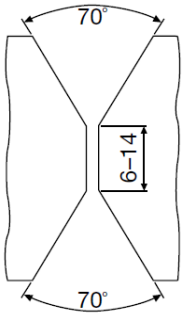
Kullanılacak maksimum tel çapı, çelik levha kaliteleri ve kaynak ağzı hazırlamaları Şekil 5.9'da göre olacaktır. Kaynak ağzı hazırlamasında küçük sapmalara üretici tarafından talep edildiyse izin verilebilir. Kök boşluğu 1 mm'yi geçmemelidir.

Her alın kaynağı iki paso olarak atılacaktır. Bu kaynakta üreticinin tavsiyelerine ve normal iyi kaynak uygulamasına göre amper değerleri, voltaj ve kaynak hızı kullanılarak her iki taraftan birer paso atılacaktır.

İlk pasonun tamamlanmasından sonra toz ve kaynak cürufu temizlenecektir ve parça 100°C'ye soğuyuncaya kadar açık havada bırakılacaktır. Burada sıcaklık kaynak dikişinin yüzeyinde kaynağın merkezinde ölçülecektir. Kaynaktan sonra test parçaları herhangi bir ısıl işleme tabi tutulmayacaktır.

3.2.2 Radyografik Muayene

Kaynaklı parçaların, test numuneleri hazırlanmadan önce kaynaklarda kusur olup olmadığının kontrol edilmesi amacıyla radyografik muayeneye tabi tutulması önerilir.

Levha kalınlığı [mm]	Tavsiye edilen hazırlama [mm]	Maksimum tel çapı [mm]	Tel-Toz kombinasyonu kalitesi	Normal Mukavemetli Çelik Kalitesi	Yüksek Mukavemetli Çelik Kalitesi
yaklaşık 12 – 15		5	1	A	-
			1Y	-	A32 A36
yaklaşık 20 – 25		6	1	A	-
			1Y	-	A 32, A 36
			2	A, B ya da D	-
			2Y	-	A 32, A 36, D 32, D 36
			2Y 40	-	A 40, D 40
			3	A, B, D ya da E	-
			3Y	-	A 32, A 36, D 32, D 36, E 32, E 36
			3Y 40	-	A 40, D 40, E 40
			4Y	-	A 32, A 36, D 32, D 36, E 32, E 36, F 32, F 36
			4Y 40	-	A 40, D 40, E 40, F 40
yaklaşık 30 – 35		7	2	A, B ya da D	-
			2Y	-	A 32, A 36, D 32, D 36
			2Y 40	-	A 40, D 40
			3	A, B, D ya da E	-
			3Y	-	A 32, A 36, D 32, D 36, E 32, E 36
			3Y 40	-	A 40, D 40, E 40
			4Y	-	A 32, A 36, D 32, D 36, E 32, E 36, F 32, F 36
			4Y 40	-	A 40, D 40, E 40, F 40

Şekil 5.9 Alın Kaynaklı Test Parçaları (Iki paso Tekniği)

3.2.3 Testlerin Yapılması

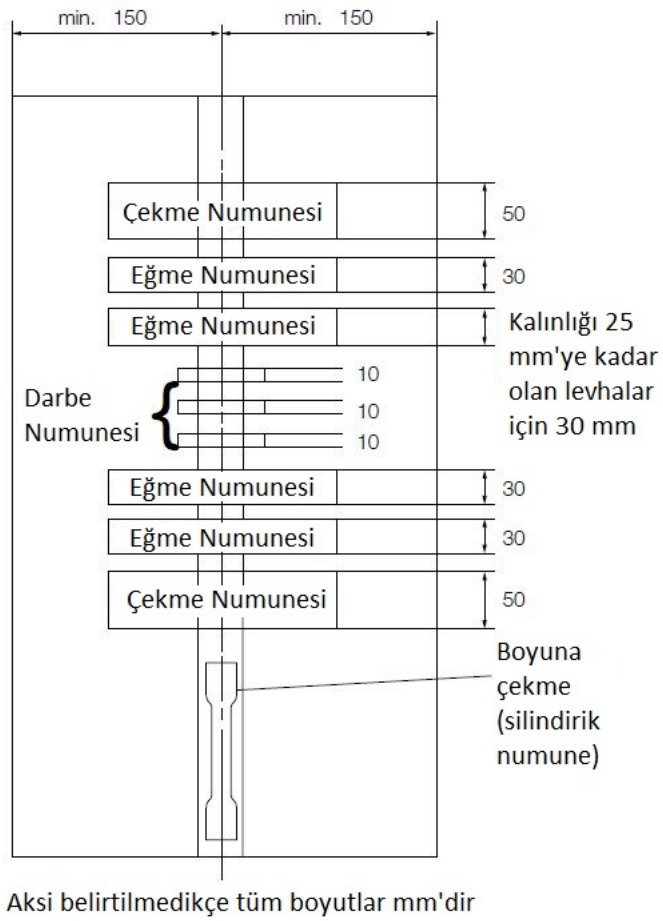
Her parçadan, Tablo 5.10a'da belirtilen ve Şekil 5.8'de gösterilen test numuneleri hazırlanacaktır. Testler A.8 Mekanik Test Yöntemleri'ne göre yapılacaktır. Charpy V-çentik darbe test numuneleri her bir kaynaklı parçadan Şekil 5.11'te gösterilen pozisyonlardan ve yönlerden işlenerek çıkarılacaktır.

3.2.4 Testlerin Sonuçları ve Gereklilikler

Tüm çekme ve darbe testlerinin sonuçları Tablo 5.10b ve Tablo 5.10c'nin gerekliliklerine uygun olacaktır. Enine çekme testindeki kopmanın yeri rapor edilecektir. Eğme test numunelerinin, eğmeden sonra test numunesinin kenarlarında boyutları 3 mm'yi aşan herhangi bir çatlak ya da kusur görülmediyse gereklilikleri karşıladığı kabul edilir.

3.2.5 Kimyasal Analiz

Kaynak metalinin kimyasal analizi üretici tarafından yaptırılacak ve tüm önemli alaşım elementleri içeriğini kapsayacaktır.



Şekil 5.10 Test numuneleri

4. Yıllık Testler – Derece Yükseltme

4.1 Yıllık Testler

Onaylı tel/toz kombinasyonlarının üretildiği tüm tesisler yıllık muayeneye tabi olacaktır.

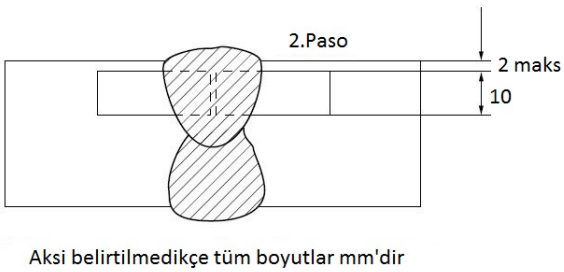
Yıllık testler en az aşağıdakilerden oluşacaktır:

4.1.1 Çok paso tekniği: Dolgu metal parçasında 1 çekme ve 3 darbe testi.

4.1.2 Iki paso tekniği: 20 mm kalınlıktaki levha kullanılarak bir alın kaynağı parçasında 1 enine çekme, 2 enine eğme ve 3 darbe testi. Tel toz kombinasyonu sadece iki paso tekniği için onaylandıysa bir boyuna çekme test numunesi ayrıca hazırlanacaktır.

Parçalar, ilk onayın gerekliliklerine göre hazırlanacak ve test edilecektir.

Bir tel-toz kombinasyonu hem normal hem yüksek mukavemetli çeliğin kaynağı için onaylandıysa yüksek



Şekil 5.11 Charpy V-çentik darbe test numuneleri

mukavemetli çelik 4.1.2'de gerekli görülen alın kaynak parçasının hazırlanması için kullanılacaktır.

4.2 Derece Yükseltme ve Kapsam Arttırma

4.2.1 Tel toz kombinasyonlarının darbe özellikleri ile bağlantılı olarak yükseltilmesi B.8.2.2'de detaylandırıldığı gibi göz önünde bulundurulacaktır. Iki paso kaynağı için onaylanan tel toz kombinasyonları için onaylanan maksimum kalınlıktaki bir alın kaynağı hazırlanacak ve 3.2.3'e göre Charpy-V testi için örnek alınacaktır.

4.2.2 Tel-toz kombinasyonlarının çekme özellikleri ile bağlantılı olarak derecesinin arttırılması 6.2.3'te detaylandırıldığı gibi göz önünde bulundurulacaktır.

E. Elektrogaz ve Elektroslag Düşey Kaynağı için Dolgu Malzemeleri

1. Genel

1.1 D'de detaylandırılan iki paso tekniği gereklilikleri, elektroslag ve elektrogaz düşey kaynağında kullanılan özel dolgu malzemelerinin nozullu ya da nozulsuz olarak kullanılması onayında uygulanabilir. Ancak mekanik testlerde kullanılan ve alın kaynaklı parçalardan alınan test parçalarının özellikle sayısı ve çeşidi ile ilgili olarak aşağıdaki gerekliliklerde aksi talep edilmemiş olmalıdır.

1.2 1Y, 2Y, 3Y, 4Y, 2Y40, 3Y40 ve 4Y40 Kaliteleri için, kaynak dolgu malzemelerinin onayı sadece özel tipte yüksek mukavemetli çelik ile kulanımı ile sınırlandırılabilir. Bu durum tanecik inceltme elementleri içeriği ile alakalıdır ve eğer genel onay gerekli ise bir niyobyum ile işlenmiş çelik onay testleri için kullanılabilir.

1.3 Özel kaynak dolgu malzemeleri için A.4.1'deki açıklama teknik sebeplerden ötürü tam olarak uygulanabilir olmayabilir.

Hem normal hem de yüksek mukavemetli çeliğin kaynağı için onay talep edildiyse yüksek mukavemetli çelik kullanılarak iki parça oluşturulacaktır. TL'nin takdirine bağlı olarak iki parçanın normal mukavemetli çelik kullanılarak oluşturulması gerekli görülebilir.

2. Alın Kaynağı Testleri

2.1 Test Parçalarının Hazırlanması

Biri 20/25 mm diğeri 35/40 mm ya da daha fazla kalınlıktaki levhalar kullanılarak iki alın kaynağı test parçası hazırlanacaktır. Bu parçaların her birinde kullanılacak çeliğin kalitesi, Şekil 5.12'de iki pasolu tozaltı ark kaynağında verilen gerekliliklere göre seçilecektir.

Levhanın kimyasal kompozisyonu, tanecik küçültme elementleri içeriği de dahil olmak üzere rapor edilecektir. Kaynak koşulları ve kaynakağzı hazırlaması, kaynak dolgu malzemesi üreticisi tarafından tavsiye edilenler olacak ve rapor edilecektir.

2.2 Radyografik Muayene

Kaynaklı parçaların, test numuneleri hazırlanmadan önce kaynaklarda kusur olup olmadığının kontrol edilmesi amacıyla radyografik muayeneye tabi tutulması önerilir.

2.3 Test serileri

Her parça, Şekil 5.12'ye göre test numuneleri elde edilecek şekilde kesilecektir.

Parçanın uzunluğu tüm test numunelerinin seçimine izin verecek şekilde yeterli olmalıdır:

– 2 boyuna çekme test numunesi (eksenleri kaynağın merkesinde olacak şekilde)

– 2 enine çekme test numunesi

– 2 yan eğme test numunesi

– 2 set olarak Şekil 5.12'ye göre 3 Charpy-V çentik darbe test numuneleri

- Çentik kaynağın ekseninde olacak şekilde bir set,
- Çentiğin erime hattından 2 mm mesafede olacağı şekilde dolgu metalinde.

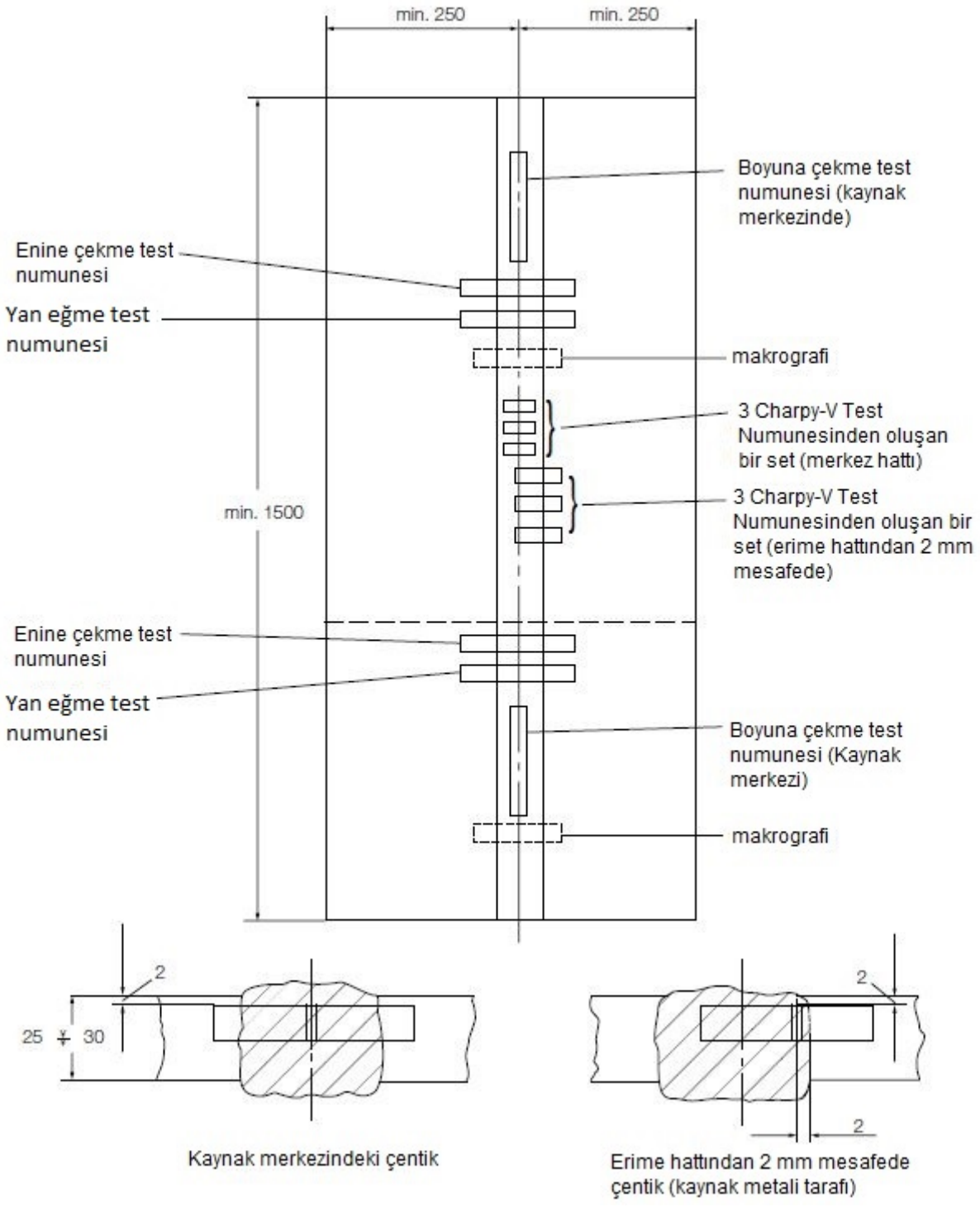
– Kaynaktan 2 makro (kaynağın ortasına doğru ve kaynağın bir sonuna doğru)

2.4 Elde edilecek sonuçlar

Çekme, eğme ve darbe testlerinin sonuçları, D.3'ün ilgili doldurma ürünü sınıfı gerekliliklerine (iki paso kaynağı) uyacaktır.

3. Yıllık Testler ve Derece Yükseltme

3.1 Elektroslag ve elektro gaz kaynağında kullanılması için onaylı dolgu malzemeleri üreten tüm fabrikalar, A.3.2, A.7.4 ve 7.5'teki gerekliliklere uygun bir yıllık muayeneye ve testlere tabi olacaktır.



Şekil 5.12 Elektroslag ve elektrogaz alın kaynağı test parçası

3.2 Bir test parçası 20/25 mm kalınlığında levhalar ile hazırlanmalı ve E.2'de belirtildiği gibi test edilmelidir. Aşağıdaki numuneler seçilecektir:

– Kaynağın merkezinden bir boyuna çekme numunesi,

– 1 enine çekme numunesi,

– 2 yan eğme numunesi,

– Kaynağın merkezinde çentiklenmiş 3 Charpy-V numunesi (Pozisyon 1 Şekil 5.12) ,

– Kaynaktan enine olarak çentikleri erime hattından 2 mm mesafede açılan 3 adet Charpy-V numunesi

– Makrokesit.

3.3 Elde edilecek sonuçlar söz konusu dolgu malzemesi sınıfı için D.3'te verilen gereklilikleri (iki paso kaynağı) karşılamalıdır.

3.4 Derece Yükseltme ve Kapsam Arttırma

Yükseltme ve kapsam arttırma yıllık testte sadece üreticinin isteği doğrultusunda göz önünde bulundurulacaktır. Genel olarak bu amaç için E.2'de belirtilen alın kaynağı parçalarından tam kapsamlı testler gerekecektir. Bu durum eğer ilgili dolgu malzemeleri C ya da D'ye göre onaylı ise (muhtemelern yükseltilmiş ya da kapsamı arttırılmış) talep edilen diğer testlerden bağımsızdır.

F. Kaynaklı Yapılarda kullanılan Yüksek Mukavemetli Su Verilmiş ve Temperlenmiş Çeliklerin Kaynak Dolgu Malzemeleri Onayı

1. Genel

1.1 Kapsam

1.1.1 Buradaki gereklilikler bölümün önceki kısımlarında verilenleri desteklemektedir ve kaynaklı yapılarda kullanılacak, akma gerilmesi 420 N/mm^2'den 690 N/mm^2'a kadar ve darbe kaliteleri A, D, E ve F olan, su verilmiş ve temperlenmiş yüksek mukavemetli çeliklerin ya da TMCP çeliklerinin (UR W16'ya -**TL** Kuralları, Kısım 2, Bölüm 3, C- göre) kaynağında kullanılan kaynak dolgu malzemelerinin onay ve muayene koşullarını ifade eder.

Özel bir gereklilik belirtilmediyse, bölümün önceki kısımlarındaki gereklilikler benzer şekilde uygulanır.

1.1.2 Tercihen ilgili çeliklerle kullanılacak olan kaynak dolgu malzemeleri, aşağıdaki gibi bir kaç kategoriye ayrılmıştır::

- Elle kaynak için örtülü elektrotlar
- Çok pasolu tozaltı ark kaynağı **(2)** için tel toz kombinasyonları
- Ark kaynağı için solid tel gaz kombinasyonları (gaz tungsten ark kaynağı için çubuklar dahil)
- Ark kaynağı için gaz korumalı ya da gaz korumasız özlü tel.

1.2 Derecelendirme, Gösterim

1.2.1 Kaynak metalinin akma mukavemetine bağlı olarak ilgili kaynak dolgu malzemeleri altı (akma) mukavemet grubuna ayrılmıştır:

- Y42 – minimum akma mukavemeti 420 N/mm^2 olan çeliklerin kaynağı için
- Y46 - minimum akma mukavemeti 460 N/mm^2 olan çeliklerin kaynağı için
- Y50 - minimum akma mukavemeti 500 N/mm^2 olan çeliklerin kaynağı için
- Y55 - minimum akma mukavemeti 550 N/mm^2 olan çeliklerin kaynağı için
- Y62 - minimum akma mukavemeti 620 N/mm^2 olan çeliklerin kaynağı için

(2) *Tek ya da iki paso tekniği için tel toz kombinasyonları, **TL** tarafından özel olarak göz önünde bulundurulacaktır. 1,0% Mn, 0,03 % P, 0,03 % S.*

- Y69 - minimum akma mukavemeti 690 N/mm^2 olan çeliklerin kaynağı için

1.2.2 Altı (akma) grubunun her biri, Charpy-V çentik darbe testi gereklilikleri (test sıcaklıkları) açısından üç ana kaliteye ayrılmıştır:

- Kalite 3, test sıcaklığı -20°C
- Kalite 4, test sıcaklığı -40°C
- Kalite 5, test sıcaklığı -60°C

1.2.3 Bu bölümün önceki kısımlarda kullanılan tanım şemalarına benzer olarak, yüksek mukavemetl su verilmiş ve temperlenmiş çeliklere aşağıdaki gibi sınıf belirlenmesine ve onaya tabidir:

- F.1.2.2'e göre, 3,4 or 5 Kaliteleri ile
- Y Ek sembolü ve kaynak metalinin minimum akma gerilmesini gösteren, 1.2.1'e karşılık gelen ek kod numarası (Y42, Y46, Y50, Y55, Y62 ve Y69) ile
- Kaynak metalinin kontrol edilen hidrojen içeriği için H10 (HH) ya da H5 (HHH) ek sembolü
- Yarı mekanize kaynak için ek sembol S (= yarı otomatik) ile
- Çok pasolu kaynağı gösteren M ek sembolü ile (sadece tam mekanize kaynak için kaynak dolgu malzemelerine uygulanabilir)

1.2.4 Her yüksek kalite aşağıdakilerden birini içerir. A... ve D... Kalite çelikler, UR W16'ya göre (**TL** Kuralları, Kısım 2, Bölüm 3, C) en az kalite 3 kaynak dolgu malzemeleri kullanılarak, E… Kalite çelikler en az kalite 4 kaynak dolgu malzemeleri kullanılarak, F… Kalite çelikler en az kalite 5 kaynak dolgu malzemeleri kullanılarak kaynaklanacaktır. Aşağıdaki tabloya bakınız:

Dolgu Malz. Kalitesi	Çelik Kaliteleri
3Y..	D.. ve A..
4Y..	E.., D.. ve A..
5Y..	F.., E.., D.. ve A..

Y42, ..Y46 ve ..Y50 kaliteleri ile onaylanmış kaynak dolgu malzemeleri ayrıca, onaylandığı mukavemet seviyesinin iki altındaki çeliklerin kaynağı için uygun görülebilir. ..Y55, ..Y62 ve ..Y69 kaliteleri ile onaylanmış kaynak dolgu malzemeleri ayrıca onaylandıkları mukavemet seviyesinin altındaki çeliklerin kaynağı için uygun görülebilir.

TL münferit durumlarda uygulama kapsamını, herhangi bir mukavemet seviyesi için olan onayın diğer mukavemet seviyesi onayını sağlayamayacağı şekilde bir değere kadar sınırlandırabilir.

1.3 Üretim, test ve onay prosedürü

1.3.1 Üreticinin tesisinde üretim metotları ve kalite kontrol önlemleri, üretimde makul ölçüde aynılığın sağlanacağı şekilde olacaktır. Ayrıca bakınız bölümün önceki kısımları

1.3.2 Test ve onay prosedürü, bölümün önceki kısımlarına ve aşağıdaki madde 2 ve 3'e ve Madde F.1.1.2'de belirtilen kaynak dolgu malzemelerinin her bir kategorisinde (tipinde) önceki kısımlarda gerekli görülenlere uygun olacaktır.

2. Kaynak Metal Testi

2.1 Dolgu kaynak metalinin testi için kaynak dolgu malzemesi tipine bağlı olarak (ve kaynak yöntemine göre) B, C, D 'de istenenlerden ilgili olanlara benzer test parçaları hazırlanacaktır. Kullanılacak ana metal kaynak metalinin özellikleri ile uyumlu ince taneli yapı çeliği olacaktır ya da kaynağın yanları, aynı birleşimden bir kaynak metali ile düzlenecektir.

2.2 Dolgu kaynak metalinin kimyasal birleşimi belirlenecek ve B.2.2'de tanımlanana benzer bir şekilde sertifikalandırılacaktır. Analizin sonuçları standartlardaki üretici tarafından verilen limit değerleri aşmayacaktır ve her durumda oldukça kısıtlı toleranslar uygulanır.

2.3 Kaynak dolgu malzemelerinin tipine bağlı olarak (ve kaynak yöntemine göre) A.8 ve B.2, D.2, C.2 ya da C.3'te belirtilen ilgili test numuneleri benzer şekilde kaynak metali test parçalarından alınacaktır.

2.4 Mekanik özellikler, Tablo 5.11a ve 5.11b'de belirtilen gereklilikleri sağlamalıdır. Bu testlerin uygulanmasında bölümdeki önceki kısımlarda geçen

hükümler benzer şekilde uygulanacaktır. Buna özellikle çentik darbe testindeki test sıcaklığının korunması ve sonuçların uygulanması dahildir.

3. Kaynaklı Birleşimlerdeki Testler

3.1 Kaynak dolgu malzemelerinin tipine bağlı olarak (ve kaynak yöntemine göre) kaynaklı birleşimlerdeki testler; ilgili olan B, C, D ya da E'ye benzer şekilde alın kaynaklı test parçalarında yapılacaktır.

3.2 Kaynak dolgu malzemelerinin tipine bağlı olarak (ve kaynak yöntemine göre) 3.1'de belirtilen alın kaynaklı test parçaları UR W17'de (TL Kuralları Kısım 3 Bölüm 5 ve Bölüm 12, E) belirtilene benzer şekilde kaynaklanacaktır. Ana metal uygun akma ve çekme mukavemetine sahip yüksek mukavemetli ince tanecikli yapı çeliği olacaktır ve uygulamanın yapıldığı ek sembol ile uyumlu olacaktır.

3.3 Kaynak dolgu malzemelerinin tipine bağlı olarak (ve kaynak yöntemine göre) bu bölümde önceki kısımlarda belirtilen test numuneleri alın kaynaklı test parçalarından alınacaktır.

3.4 Mekanik özellikler Tablo 5.11c'de belirtilen gerekliliklere uyacaktır. Bu testlerin uygulanmasında bölümdeki önceki kısımlarda geçen hükümler benzer şekilde uygulanacaktır. Buna özellikle çentik darbe testindeki test sıcaklığının korunması ve tekrar testi numuneleri ile ilgili gereklilikler dahildir.

Tablo 5.11a Kaynak metaline ait gerekli tokluk özellikleri

Kalite sınıfı	Test sıcaklığı [°C]	Minimum çentik darbe enerjisi [J] (1)
3	-20	Y42: ≥ 47 Y46: ≥ 47 Y50: ≥ 50 Y55: ≥ 55 Y62: ≥ 62 Y69: ≥ 69
4	-40	
5	-60	

(1) *Charpy V-çentik darbe test numuneleri, üç numunenin ortalama değeri; Her bir minimum değer ve tekrar testleri için bakınız UR W17 (**TL** Kuralları, Kısım 3, Bölüm 5 ve Bölüm 12, E), Bölüm 3.3.2*

Tablo 5.11b Kaynak metaline ait gerekli mukavemet özellikleri

Kalite sınıfına eklenen semboller	Minimum akma mukavemeti ya da 0.2% uzama gerilimi [N/mm^2]	Çekme mukavemeti (1) [N/mm^2]	Minimum uzama [%]
Y42	420	530-680	20
Y46	460	570-720	20
Y50	500	610-770	18
Y55	550	670-830	18
Y62	620	720-890	18
Y69	690	770-940	17

(1) *Kaynaklı birleşimlerden alınan enine çekme numunelerinden elde edilen sonuçların, Tablo 11c'de belirtilen minimum çekme mukavemeti gerekliliklerini sağlaması durumunda kaynak metalinin çekme mukavemeti gerekli görülen değerin %10 altına kadar kabul edilebilir. Uzama test raporunda belirtilecektir.*

Not:

Çok kalın levhaların kaynaklarında, ana malzemenin "destek etkisi" kaynağın her iki tarafında da oluşmuyorsa ve kaynak metalin çekme mukavemeti aynı zamanda kaynaklı birleşimin çekme mukavemetini belirliyorsa, dipnot **(1)***'in uygulanması esnasında bir sonraki yüksek mukavemet kategorisinin (bir sonraki daha büyük ek sembol) seçilmesi gerekli olabilir.*

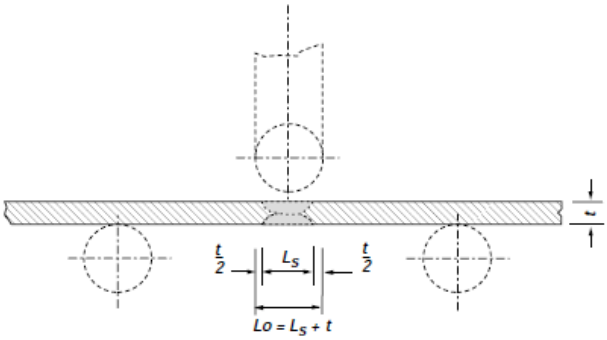
Tablo 5.11c Kaynaklı birleşimlere ait gerekli özellikler

Kalite Sınıfı	Ek Sembolü	Minimum Çekme Mukavemeti [N/mm^2]	Minimum çentik darbe enerjisi, test sıcaklığı	Minimum eğme açısı (1)	Eğme oranı D/t (2)
Tablo 11.a'ya göre 3 ile 5 arası	Y42	530	Tablo 11.a'ya göre Kalite sınıfına ve akma mukavemetine bağlı	120°	4
	Y46	570			4
	Y50	610			4
	Y55	670			5
	Y62	720			5
	Y69	770			5

(1) *İlk çatlak başlamasından önce oluşan maksimum 3 mm azami boya kadar ufak gözenekler kabul edilebilir.*

(2) *D = Mandrel çapı, t = numune kalınlığı*

3.5 Tablo 5.11c'de gerekli görülen eğme açısı sağlanmadıysa, numune eğer Lo ölçüm boyunda eğilme uzaması Tablo 5.11b'deki minimum uzama gerekliliklerini sağlıyorsa başarılı olmuş kabul edilebilir. Ölçüm boyu: Lo = Ls + t (Ls = kaynak genişliği, t = numune kalınlığı), aşağıdaki şekile bakınız.



4. Hidrojen Testi

4.1 Solid tel gaz kombinasyonları hariç kaynak dolgu malzemeleri ISO 3690'da belirtilen civa metoduna göre bir hidrojen testine tabi tutulacaktır. Buna alternatif olarak soğuma hızı ve kaynak örneklerinin hazırlanması sırasındaki gecikme zamanları ve hidrojen hacim belirlemeleri açısından civa yöntemi ile ilişkili olan başka diğer metotlar (örneğin kromatografik metot) da kabul edilebilir.

4.2 B.5'deki hükümlere göre belirlenen kaynak metalindeki yayınabilir hidrojen içeriği, Tablo 5.11d'de verilen sınırları aşmayacaktır.

5. Yıllık Tekrar Testi

UR W17'de belirtilen yıllık tekrar testleri, madde 2'de belirtilen kaynak metal test parçalarının hazırlanmasını ve testini gerektirecektir. Özel durumlarda **TL**, daha kapsamlı tekrar testlerini gerekli görebilir.

Tablo 5.11d İzin verilebilir yayınabilir hidrojen içeriği

Akma mukavemeti grubu	Hidrojen sembolü	Maksimum hidrojen içeriği [cm^3/ 100 g dolgu kaynak metali]
Y42 Y46 Y50	H 10 (HH)	10
Y55 Y62 Y69	H 5 (HHH)	5

G. Soğuğa Dayanıklı Çelikler için Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri

1. Genel

1.1 Aşağıdaki kurallar, **TL** malzeme kurallarına göre sıvılaştırılmış gazlar için üretilen kapların, boru devrelerinin, vs. yapımında kullanılan soğuğa dayanıklı çeliklerin kaynağındaki kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerine uygulanır.

Not :

Malzeme kurallarına göre gemi yapımında kullanılan soğuğa dayanıklı çelikler üç gruba ayrılır. Bunlar düşük alaşımlı karbon-manganez çelikler, nikel alaşımlı çelikler ve östenitik çeliklerdir. Bu nedenle, aşağıda konu edilen kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri bu üç gruba aittir. Diğerleri benzer şekilde işlem görecektir. Alüminyum alaşımları için Bölüm 8'e bakınız.

1.2 Soğuğa dayanıklı çeliklerin kaynağında kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri türü ve özelliklerine (Alaşım tipi) bağlı olarak, F'ye göre yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş yapı çelikleri veya I'ya göre paslanmaz (östenitik) veya nikel alaşımlı soğuğa dayanıklı çeliklerde olduğu gibi sınıflandırılır ve onaylanır. Düşük sıcaklığa uygunluğu hakkında özel bir işaret verilmez (F'ye göre kalite derecesi bunun dışındadır); bazı özel hallerde düşük sıcaklığa uygunluk (çentik darbe testinde test sıcaklığı) onay sertifikasında belirtilir. Genel olarak minimum çalışma (dizayn) sıcaklığı, bu test sıcaklığının 5°C üstündedir.

2. Kaynak Metalinin Testi

2.1 Kaynak metalinin testi, F veya I'da belirtildiği gibi, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin türüne göre yapılır. Burada çentik darbe enerjisi testi için verilen test sıcaklığı geçerlidir. Bazı özel haller için başka türlü belirtilmemiş ise test sıcaklığı Tablo 5.12'den alınır.

2.2 Kaynak metalinin mukavemet ve kopma uzaması için istenenler, ana malzemeye uygulananlardan belirlenir. Malzeme kurallarına bakınız (Kısım 2 Bölüm 3, F, Bölüm 4, D Bölüm 5, F ve Bölüm 6, E). Bazı özel ana malzemeler mukavemet değerleri ana malzemeden düşük olan değişik türde kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerle kaynak ediliyorsa (örneğin; %9 nikelli çeliğin kaynağında) yapı elemanının hesabında kullanılan mukavemet değerleri uygulanacaktır. Başka türlü belirtilmemişse, Tablo 5.12'deki test sıcaklıklarında minimum çentik darbe enerjisi değerleri ortalama 47J, minimum tekil değer 39 J olacaktır.

3. Kaynaklı Birleştirmelerin Testleri

Kaynaklı birleştirmelerin testleri, F veya I'da belirtildiği gibi kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerin türüne göre yapılacaktır. Nikelli çelikler için kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerde, kaynaklı birleştirmeler onay için istenen ana malzeme ile yapılacaktır. Karbon-manganez çeliklerde (düşük alaşımlı) ve östenitik çelik ürünlerinde benzer
bileşimdeki ana malzeme kullanılabilir. Diğer taraftan 2.1 ve 2.2 benzer şekilde geçerlidir.

4. Hidrojen Testleri

Söz konusu olan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için hidrojen testleri, öngörüldüğü hallerde (örneğin; F.4'e göre) yapılacaktır. Burada her durum için belirtilen istekler uygulanır.

5. Tekrar Testleri

A.3.1'de belirtilen yıllık tekrar testlerinde 2'ye göre kaynak metali test parçaları hazırlanacak ve test edilecektir. **TL** genişletilmiş tekrar testleri isteyebilir (A.3.2, A.7.4 ve A.7.5'e bakınız)

H. Yüksek Sıcaklığa Dayanıklı Çelikler için Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri

1. Genel

1.1 Aşağıdaki koşullar, çalışma sıcaklığı yüksek olan buhar kazanları, basınçlı kaplar, boru devreleri, vs. nin yapımında kullanılan **TL** Malzeme Kurallarına uygun yüksek sıcaklığa dayanıklı çeliklerin kaynağında uygulanan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için geçerlidir.

Uyarı :

TL *Malzeme Kurallarına göre bunlar esasında EN 10028 Kısım 2'ye uygun olarak karbon-manganez çeliklere P235GH (HI), P265GH(HII), P295GH (17 Mn4), P355GH (19 Mn 6), Molibden alaşımlı çeliklere 16Mo3 (15Mo3) ve krom molibden alaşımlı çeliklere 13CrMo4-5 (13CrMo4-4), 10Cr Mo9-10 (10CrMoI-10 ve 11CrMo9-10'a uygulanır. Bu nedenle aşağıdaki maddeler bu çeliklerin kaynağında kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri ile ilgilidir. Tablo 5.13'de görüldüğü gibi onay kapsamına giren malzemelere göre sınıflandırılan diğer mamuller de bunlarla birlikte göz önüne alınır. Diğer yüksek sıcaklığa dayanıklı çelikler için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri de benzer şekilde işlem görür.*

Tablo 5.12 Çentik darbe testi için minimum dizayn sıcaklıkları ve test sıcaklıkları

Kaynak dolgu ve yardımcı Malzemeleri için	Malzeme için başvurulacak kurallar ve standartlar	Minimum dizayn sıcaklığı [°C]	Çentik darbe testi için test sıcaklığı [°C]
Basınçla sıvılaştırılmış amonyağa uygun taneleri inceltilmiş yapı çelikleri	Malzeme Kuralları Bölüm 3, F Tablo 3.16'ya göre	0	- 20
Anma akma sınırı 420'den 690 N/mm^2'ye kadar olan su verilmiş ve temperlenmiş yüksek mukavemetli taneleri inceltilmiş yapı çelikleri	Malzeme Kuralları Bölüm 3, F Tablo 3.17'ye göre	0	- 20
Anma akma sınırı 355 N/mm^2 kadar olan diğer taneleri inceltilmiş yapı çelikleri	Örneğin; EN 10028 Kısım 3	-45**(1)**	Minimum dizayn sıcaklığının 5° altında fakat -20°C'dan daha yüksek olmamalı
Nikelli çelikler %0,5 nikel %1,5 nikel %3,5 nikel %5 nikel %9 nikel	EN 10028 Kısım 4'e uygun çelikler 13MnNi6-3 15NiMn6 12Ni14 12Ni19 X8Ni9, X7Ni9	 -55 -60 **(2)** -90 **(2)** -105 **(2) (3)** -165	 -60 -65 **(2)** -95 **(2)** -110 **(2)** (-196) **(3)** -196
Östenitik çelikler	EN.....(AISI) X2CrNi19-11/1.4306 (304L) X2CrNiMo17-13-2/1.4404 (316 L) X6CrNiTi18-10/1.4541 (321) X6CrNiNb18-10/1.4550 (347)	-165	- 196

(1) *TL düşük dizayn sıcaklıklarını, maksimum -55°C'a kadar ilgili özelliklerin onay testi ile kanıtlanması koşulu ile onaylayabilir.*

(2) ***TL,*** *su verilmiş ve temperlenmiş % 1,5, %3,5 ve %5 nikel içerikli çeliklerin düşük dizayn sıcaklığını onaylayabilir; Buna göre* ***TL*** *test sıcaklığının belirlenmesini isteyebilir.*

(3) *%5 nikel içerikli çelikler, Malzeme Kuralları Bölüm 3, F Tablo 3.15'deki dip notta belirtilen koşullara göre -165°C minimum dizayn sıcaklığı onaylanabilir. Buna göre test sıcaklığı - 196°C'dır.*

1.2 Yüksek sıcaklığa dayanıklı çelikler için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, kimyasal bileşimleri (alaşım tipi) ve mekanik (mukavemet) özelliklerine göre Tablo 5.13'de görüldüğü gibi kalite dereceleri içinde sınıflandırılır ve onaylanır.

Tablo 5.13'ün sol kolonundaki bir çeliğin testi ve onayı sağ kolonundaki çelik (leri) içerir. Farklı yüksek sıcaklığa dayanma özellikleri göz önüne alınmalıdır. Tablolar ilgili dövme ve dökme çelik kalitelerine benzer şekilde uygulanır.

1.3 Kaynaktan sonra ısıl işlem uygulanacak yapı elemanları için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri ısıl işlem görmemiş durum için ve her ısıl işlem durumu için ayrı ayrı test edilmeli ve onaylanmalıdır. Genel olarak aşağıdaki durumlar göz önüne alınır.

U = İşlem görmemiş (kaynaklı durumda) ve

S = Gerilme giderici tavlanmış

Özel hallerde normalizasyon (N) su verme ve temperleme (V) gerekli olabilir. Tavlama sıcaklığı ve zamanı, standartlara ve malzeme spesifikasyonlarına göre daha sonra yapı elemanlarına uygulanacak ısıl işlemdeki gibi seçilir. Bunlarda tam veriler yoksa, tavlama sıcaklığı ve zamanının belirtildiği Bölüm 9, Tablo 9.2 kullanılabilir.

2. Kaynak Metalinin Testi

2.1 Kaynak metalinin testi, B.2'nin hükümlerine benzer şekilde test parçası ve test numunesi kullanılarak kaynak dolgu ve yardımcı malzemesinin türüne (kaynak yöntemine) göre yapılacaktır. Buna ek olarak maksimum uygulama sıcaklığında ve 2.3'e göre daha düşük bir ikinci sıcaklıkla %0,2 uzama sınırı gerilmesi belirlenmesi için sınav parçasından iki tane daha yuvarlak çekme test numunesi alınır ve test edilir. Bu maksatla sınav parçaları uygun olarak büyütülür.

2.2 Dolgu kaynak metalinin kimyasal bileşimi B.2.2'dekine benzer şekilde belirlenecek ve belgelenecektir. Analiz değerleri standartlarda (örneğin; DIN 1599, EN ISO 21952 or EN ISO 17634) veya üretici verilerindeki sınır değerleri aşmayacaktır. Her durumda dar toleranslar geçerlidir.

2.3 Kaynak metali test parçasından en az B.2.3'te belirtilen test numuneleri alınacak ve oda sıcaklığında test edilecektir. Buna ek olarak, maksimum uygulama sıcaklığında ve bundan 100°C daha düşük test sıcaklığında % 0,2 uzama sınırı gerilmesinin ya da akma mukavemetinin belirlenmesi için test parçasından iki tane daha yuvarlak test numunesi alınacak ve test edilecektir.

TL diğer ek test numuneleri ve testler isteyebilir. Örneğin; yaşlanma işlemine tabi tutulmuş parçalarda çentik darbe testi, yaşlanma testi, % 1 uzama sınırı gerilmesinin belirlenmesi veya kırılma (gevreklik) testleri.

2.4 Mekanik özellikler oda sıcaklığında Tablo 5.14'deki istekleri yerine getirmelidir. Bununla beraber 0,2 uzama sınırı gerilmeleri yükseltilmiş sıcaklıkta Tablo 5.15'deki değerlere uymalıdır. **TL** tarafından ek testler isteniyorsa bunlara ait istekler her durum için ayrı ayrı belirtilecektir. A.7.6 ve B.2.4'deki koşullar testlerin ve gerekiyorsa tekrar testlerinin yapılması için benzer şekilde uygulanır.

3. Kaynaklı Birleştirmelerin Testi

3.1 Kaynaklı birleştirmelerin testi, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerin türüne (ilgili kaynak yöntemine) bağlı olarak alın kaynağı test parçasında B.3'deki koşullara benzer şekilde yapılır.

3.2 Alın kaynağı test parçaları, B.3.2'de belirtilen yöntemlere benzer şekilde Tablo 5.14 göz önüne alınarak hazırlanacaktır. Mümkünse ana malzeme olarak, söz konusu kalite derecesine ait yüksek sıcaklığa dayanıklı çelik alınacaktır.

3.3 Kaynak yöntemine bağlı olarak B.3.4'te belirtilen test numuneleri aksi belirtilmediği sürece alın kaynaklı test parçalarından alınacaktır.

3.4 Akma mukavemeti hariç, kaynaklı birleşimlerin mekanik özellikleri Tablo 5.14'te belirtilen kaynak metali gerekliliklerini sağlayacaktır. A.7.6 ve B.3.4'ün hükümleri testlerin yapılmasında ve gerekli olabilecek her türlü tekrar testinde benzer şekilde uygulanacaktır.

4. Hidrojen Testi

Eğer bir hidrojen testi gerekiyorsa bu B.5'e göre yapılacaktır. Çözünebilir hidrojen içeriği;10 ml/100 g dolgu kaynak metalini geçmeyecektir.

5. Sıcak Çatlak Testleri

Eğer sıcak çatlak testi gerekli ise bu B.4'e ya da ilgili standartlara (e.g. EN ISO 17641-2) göre yapılacaktır.

6. Yıllık Tekrar Testleri

6.1 A.3.1'de belirtilen yıllık tekrar testlerinde 2'ye göre kaynak metali test parçaları hazırlanacak ve test edilecektir. **TL** genişletilmiş tekrar testleri isteyebilir (A.3.2, A.7.4 ve A.7.5'e bakınız)

6.2 Yıllık tekrar testleri, öngörülen kapsamda hem ısıl işlemsiz durum ve hem de çeşitli (onaylı) ısıl işlemli durum için yapılacaktır (1.3'e bakınız).

I. Paslanmaz, Manyetik Olmayan ve Nikel Alaşımlı Soğuğa Dayanıklı Çelikler için Östenitik ve Östenitik Feritik Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri

1. Genel

1.1 Aşağıdaki kurallar, paslanmaz (östenitik) çeliklerin ve çelik dökümlerin bunlarla birlikte kaplanmış levhaların kaynağı ve bu malzemelerin alaşımsız veya düşük alaşımlı (tekne) yapı çelikleri birleştirmeleri için kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerine uygulanır. Aynı kurallar ayrıca manyetik olmayan, nikel alaşımlı soğuğa dayanıklı çeliklere ve diğer benzeri çeliklere de uygulanır.

Tablo 5.13 Yüksek sıcaklığa dayanıklı çelik için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri

Kalite derecesi	Çeliğe bağlı test ve onay (1)		Onay kapsamına giren çelik (2)	
	Tanımı	Malz. No.	Tanımı (1)	Malz.No.
235GH	P235GH	1.0345	-	-
265GH	P265GH	1.0425	P235GH	1.0345
295GH	P295GH	1.0481	P235GH P265GH	1.0345 1.0425
355GH	P355GH	1.0473	P235GH P265GH P295GH	1.0345 1.0425 1.0481
16Mo3	16Mo3	1.5415	P235GH P265GH P295GH P355GH	1.0345 1.0425 1.0481 1.0473
13CrMo4-5	13CrMo4-5	1.7335	16Mo3	1.5415
10CrMo9-10	10CrMo9-10	1.7380	16Mo3 13CrMo4-5	1.5415 1.7335
11CrMo9-10	11CrMo9-10	1.7383	16Mo3 13CrMo4-5 10CrMo9-10	1.5415 1.7335 1.7380

(1) ***TL*** *Kısım 2 Malzeme kurallarına göre veya EN 10028'e uygun çelik kaliteleri*

(2) ***TL*** *Kısım 2 Malzeme kurallarına göre veya EN 10028'e uygun çelik kaliteleri ve diğer döküm ve dövme çelik kaliteleri.*

Tablo 5.14 Oda sıcaklığında (+20°C) kaynak metalinden istenen özellikler

Kalite derecesi	Minimum akma mukavemeti veya %0,2 uzama sınırı gerilmesi (1) R_{eL} veya $R_{p0,2}$ [N/mm^2]	Minimum çekme mukavemeti R_m [N/mm^2]	Minimum kopma uzaması A_5 [%]	Minimum çentik darbe enerjisi (2) [J]
235GH 265GH	285	480	22	47 (33)
295GH 355GH	360	520	22	
16Mo3	355	510	22	
13CrMo4-5	355	510	20	
10CrMo9-10 11CrMo9-10	400	520	18	

(1) *Düşük akma sınır R_{eL} uygulanacaktır. Akma sınırı açık olarak belirlenemiyorsa %0,2 uzama gerilmesi ($R_{p0,2}$) kullanılmalıdır.*

(2) *3 test numunesinin ortalama değerleri; ( ) minimum tekil değer ve tekrar testleri için B.2.4, 2.5 ve de H.2.4'e bakınız*

Tablo 5.15 Yükseltilmiş sıcaklıklarda % 0,2 uzama sınırı gerilmeleri

Kalite derecesi	Aşağıdaki °C sıcaklıklarda minimum akma mukavemeti ve yerine kullanılan % 0,2 uzama sınırı gerilmeleri (1)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	[N/mm^2]									
235GH	206	190	180	170	150	130	120	110	-	-
265GH	234	215	205	195	175	155	140	130	-	-
295GH	272	250	235	225	205	185	170	155	-	
355GH	318	290	270	255	235	215	200	180	-	-
16Mo3	-	-	-	215	200	170	160	150	145	140
13CrMo4-5	-	-	-	230	220	205	190	180	170	165
10CrMo9-10	-	-	-	215	200	170	160	150	145	140
11CrMo9-10	-	-	-	-	255	235	225	215	205	195

(1) *Düşük akma mukavemeti (R_{eL}) uygulanacaktır. Akma mukavemeti açık olarak belirlenemiyorsa %0,2 uzama sınırı gerilmesi ($R_{p0,2}$) kullanılmalıdır.*

Kaplama kaynağı ve güç kaynak edilebilen malzemeler (feritik) için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeler benzer şekilde işlem görür.

Uyarı :

Gemi (Tanker) yapımında günümüzdeki uygulamalara göre bilhassa Tablo 5.21'in soldaki üç kolonunda verilen molibden alaşımlı paslanmaz çelikler kullanılır. Bunların yanında teçhizat parçaları için 5CrNi 18 10 (Malz. No. 14301 A ISI 304) ve X6 CrNiTi 18-10 (Malz. No. 14541 AISI 321) tipindeki diğer çelikler de kullanılır. Bu ana malzemeler ve bunların tekne yapımındaki birleştirmelerinde kullanılacak kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri aşağıdaki maddelerde ele alınacaktır. Ayrıca ***TL*** *tarafından onayı alınmış olan kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerini de içerir. Diğer ana malzemeler için kullanılacak kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri de gerekirse gruplara ayrılarak benzer şekilde ele alınmalıdır.*

%1'den %3'e kadar oksijen ilave edilmiş veya maksimum %2,5 CO_2 ilave edilmiş asal gazlar, 1.1'de belirtilen uygulama alanındaki östenitik kaynak dolgu malzemesi ile yapılan kaynaklarda koruyucu gaz olarak kullanılabilir. Yüksek mertebede azot ilave edilmiş azot gazlar, nitrojen içeren çelikler için kullanılabilir. Maksimum %18 CO_2 ilave edilen M21 tipi gaz karışımları (Tablo 5.8'e bakınız) yalnız cüruf oluşumlu özlü tel elektrotlar ile kullanılabilir; (özlü teller) tel-gaz kombinasyonu için onaylar buna uygun olarak verilir.

1.2 Paslanmaz (östenitik ya da östentik-ferritik) çeliklerin kendi aralarında bağlantıları için kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, kimyasal bileşimleri (Malzeme No.) ve kaynağı yapılacak ana malzemelerin mekanik (mukavemet) özelliklerine göre Tablo 5.18'e göre kalite derecelerine ayrılır. Tablonun sol sütunundaki bir çelik için yapılan test ve onay, sağ sütunda bulunan çelikleri de kapsar, ancak korozyon davranışları ayrı olarak ele alınmalıdır. Bu Tablo, eşdeğer dövme ve çelik döküm cinsleri için de geçerlidir.

Tablo 5.16 Paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan östenitik kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri

Kalite derecesi	Test ve onaya bağlı çelikler		Onay kapsamına giren çelikler	
	Tanım	Malzeme No./AISI	Tanım	Malzeme No./AISI
4301	X5CrNi18-10	1.4301/304	-	-
4306	X2CrNi19-11	1.4306/304 L	X5CrNi18-10 C2CrNi18-9 GX6CrNi18-9	1.4301/304 1.4307/3047L 1.4308/-
4307	X2CrNi18-9	1.4307/304 L	X5CrNi1810	1.4301/304
4404	X2CrNiMo17-13-2	1.4404/316 L	X5CrNi18-10 X2CrNi19-11 GX6CrNi18-9 X5CrNiMo17-12-2 GX6CrNiMo18-9	1.4301/304 1.4306/304L 1.4308/- 1.4401/316 1.4408/-
4429	X2CrNiMoN17-13-3	1.4429/316LN	X2CrNiN1810 X5CrNiMo17122 X2CrNiMo17132 X2CrNiMoN17122 GX6CrNiMo18-9 X2CrNiMo18-14-3 X5CrNiMo17-13-3 X6CrNiMoTi17-12-2 X10CrNiMoTi18-12 X6CrNiMoNb17-12-2 X10CrNiMoNb18-12	1.4311/303 LN 1.4401/316 1.4404/316 L 1.4406/316 LN 1.4408/- 1.4435/316 L 1.4436/316 1.4571/316 Ti 1.4573/- 1.4580/316 Cb 1.4583/318
4435	X2CrNiMo18-14-3	1.4435/316 L	X5CrNi18-10 X2CrNi19-11 GX6CrNi18-9 X5CrNiMo17-12-2 X2CrNiMo17-13-2 GX6CrNiMo18-9	1.4301/304 1.4306/304L 1.4308/- 1.4401/316 1.4404/316L 1.4408/-
4438	X2CrNiMo18-16-4	1.4438/317L	X5CrNiMo17-12-2 X2CrNiMo17-13-2 X2CrNiMo18-14-3 X5CrNiMo17-13-3	1.4401/316 1.4404/316L 1.4435/316L 1.4436/316
4439	X3CrNiMoN17-13-5	1.4439/(317LN)	X2CrNiMoN17-12-2 X2CrNiMoN17-13-3 X2CrNiMo18-16-4 GX2CrNiMoN17-13-4 GX6CrNiMo17-13 X5CrNiMo17-13	1.4406/316 LN 1.4429/316 LN 1.4438/317 L 1.4446/- 1.4448/- 1.4449/317
4462	X2CrNiMoN22-5	1.4462/-	X8CrNiMo27-5 X6CrNiMo24-8-2 X4CrNiMoNb25-7	1.4460/329 1.4463/- 1.4582/329
4550	X6CrNiNb18-10	1.4550/347	X5CrNi18-10 X2CrNi19-11 GX6CrNi18-9 X6CrNiTi18-10 GX7CrNiNb18-9	1.4301/304 1.4306/304L 1.4308/- 1.4541/321 1.4552/-
4571	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571/316Ti	X5CrNi18-10 X2CrNi19-11 GX6CrNi18-9 X5CrNiMo17-12-2 X2CrNiMo17-13-2 GX6CrNiMo18-9 X2CrNiMo18-14-3 X5CrNiMo17-13-3 X6CrNiTi18-10 X6CrNiNb18-10 GX7CrNiNb18-9 X10CrNiMoTi18-12 X6CrNiMoNb17-12-2 GX7CrNiMoNb18-2 X10CrNiMoNb18-12	1.4301/304 1.4306/304 L 1.4308/- 1.4401/316 1.4404/316 1.4408/- 1.4435/316 L 1.4436/316 1.4541/321 1.4550/347 1.4552- 1.4573/- 1.4580/316 Cb 1.4581/- 1.4583/318

1.3 Manyetik olmayan paslanmaz çeliklerin kaynağında kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, kaynak metalinin bir kimyasal bileşimine (Malzeme No.) ait kalite derecesine bağlı olarak onaylanır. Tablo 5.19'da birkaç örnek verilmiştir. Tablonun sol sütunundaki bir çelik için yapılan test ve onay sağ sütunda bulunan çelik(leri) de kapsar, ancak korozyon davranışları ayrı olarak ele alınmalıdır. Tablo benzer şekilde eşdeğer dövme ve çelik döküm kalitelerine de uygulanır.

1.4 Paslanmaz (östenitik veya östenitik-feritik) çeliklerin, alaşımsız veya düşük alaşımlı çeliklerle birleştirmelerinde ve kaplanmış levhaların kaynaklarındaki ara pasoları veya kaplama kaynakları için kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, kaynak metalinin bir kimyasal bileşimine ait kalite derecesine göre onaylanır. Tablo 5.23'de birkaç örnek verilmiştir. Onaylar, söz konusu ana malzemelerin mukavemet ve diğer özellikleri ile karşılaştırma yapılarak ve/veya uygun olduğu kanıtlanan belirli bir kullanma türü için yapılır.

Tablo 5.17 Paslanmaz, manyetik olmayan çeliklerin kaynağı için östenitik kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri

Kalite derecesi	Test ve onaya bağlı çelikler		Onay kapsamına giren çelikler	
	Tanımı	Malz. No.	Tanımı	Malz. No.
3954	X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3	1.3964	X4CrNiMnMoN19-13-8 X2CrNiMoN22-15 X2CrNiMoN18-14-3 X2CrNiMo18-15	1.3948 1.3951 1.3952 1.3953
3984	X2CrNiMnMoNNb23-17-6-3	1.3974	X2CrNiMnMoNNb21-15-7-3 X2CrNiMoN22-15 X2CrNiMoN18-14-3 X2CrNiMnMoNNb21-16-5-3	1.3914 1.3951 1.3952 1.3964

Tablo 5.18 Alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerle paslanmaz çeliklerin birleştirme kaynakları, ara pasolar ve Kaplama kaynakları için östenitik kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri (örnek)

Kalite derecesi	Kaynak dolgu malzemesi (kaynak metali)		Kullanım türü (Uyarı) (2)
	Tanım (1)	Malz. No /AWS	
4332	E 23 12 nC X2CrNi24-12	(1.4332) / E 309 L 1.4332 / E 309 L	Benzer bileşimli kaplanmış levhalar arasındaki kaynaklı birleştirmelerde ara pasolar ısıya dayanıklı CrNi çelikler arasındaki kaynaklı birleştirmeler paslanmaz çeliklerle alaşımsız veya düşük alaşımlı çelikler arasındaki birleştirmeler. Kaplama kaynakları
4370	E 18 8 Mn 6 X15CrNiMn18-8	(1.4370) / (E 307) 1.4370 / -	Paslanmaz çeliklerle alaşımsız veya düşük alaşımlı çelikler arasındaki birleştirmeler
4431	E 20 10 3 X12CrNiMo19-10	1.4431 / - 1.4431 / -	4370'deki gibi
4459	E 23 12 2 X8CrNiMo23-13	1.4459 / E 309 Mo (1.4459) /(E 309 Mo)	4332'deki gibi

(1) *İlk sıra (E...) : Örtülü elektrot; İkinci sıra : Tel-gaz ve/veya tel-toz kombinasyonundaki teli gösterir.*

(2) *Özel mamüller için üreticinin özel verileri onay belgesinde kısa ve kesin olarak belirtilmelidir.*

Tablo 5.19 Soğuğa dayanıklı nikelli çelikler için östenitik kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri (örnek)

Kalite derecesi	Test ve onaya bağlı çelik (1)		Onay kapsamına giren çelik (1)	
	Tanımı	Malz. No.	Tanımı	Malz.No.
5637	12Ni14 (%3,5Ni)	1.5637	--	--
5680	12Ni19 (%5 Ni)	1.5680	12Ni14 (%3,5 Ni)	1.5637
5662	X8Ni9 (%9 Ni)	1.5662	12Ni14 (%3,5 Ni) G9Ni14 (%3,5 Ni) 12Ni19 (%5 Ni)	1.5637 1..... 1.5680
5663	X7Ni9 (%9 Ni)	1.5663	12Ni14 (%3,5 Ni) G9Ni14 (%3,5 Ni) 12Ni19 (%5 Ni) X8Ni9 (%9 Ni)	1.5637 1..... 1.5680 1.5662
(1) *EN 10028-4'e uygun çelikler*				

1.5 Soğuğa dayanıklı nikelli çeliklerin kaynağı için kullanılan östenitik kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, kaynak edilen ana malzemenin mekanik özelliklerine (mukavemet ve tokluk) ve kimyasal bileşimine (Malzeme No.) bağlı olarak Tablo 5.26'da görüldüğü gibi kalite derecelerine göre sınıflandırılır. Tablonun sol sütunundaki bir çelik için yapılan test ve onay, sağ sütundaki çelik(leri) de kapsar. Tablo benzer şekilde eşdeğer dövme ve çelik döküm cinslerine de uygulanır.

2. Kaynak Metalinin Testi

2.1 Dolgu kaynak metalinin testi için, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin (dolayısıyla kaynak yönteminin) cinsine bağlı olarak B.2 (yalnız yatay pozisyonda kaynak edilen bir test parçası) benzer şekilde sınav parçaları hazırlanır. Ana malzeme olarak aynı cinsten bir paslanmaz çelik kullanılmalı veya kaynak edilecek yüzeyler aynı malzeme ile doldurularak tamponlanmalıdır.

2.2 Dolgu kaynak metalinin kimyasal bileşimi B.2.2'ye göre belirlenmeli ve belgelenmelidir. Buna alternatif olarak kimyasal bileşim bir dolgu kaynağının analizi ile EN ISO 15792-1'e göre de saptanabilir. Analiz sonuçları standartlarda veya üretici tarafından verilen sınırları (hangisinde toleranslar daha dar ise o belge geçerlidir) aşmamalıdır.

Tablo 5.18 ve 5.19'da belirtilen kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin "piting direnci eşdeğeri" (%Cr+%3,3 Mo), testi yapılan ve onaya esas alınan ana malzemeninkinden en az %1 fazla olmalıdır. Kaynak metali analizi ve ana malzeme için standart verilerden hesaplanan ortalama kimyasal bileşim buradaki etkenleri belirler.

2.3 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin türüne veya kaynak yöntemine göre, B.2.3'euygun olarak kaynak metali test parçasından test numuneleri alınır.

2.4 Mekanik özellikler Tablo 5.20'deki değerleri sağlamalıdır. Testlerin yapılışı ve yedek test parçaları ile ilgili olarak B.2.4'de belirtilenler geçerlidir. 1.4'e uygun kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için istenen özellikler söz konusu kullanım maksadına göre ve her durum için özel olarak belirlenir. Testlerle kanıtlanan çentik darbe enerjisi değerleri ve test sıcaklığı onay belgesinde belirtilmelidir.

Paslanmaz çeliklerle normal veya yüksek mukavemetli gemi yapım çeliklerinin kaynaklı birleştirmelerinde kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri normal veya yüksek mukavemetli çeliklerin minimum isteklerini yerine getirmelidir. 1.5'te belirtilen kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler için, G.2.2 ayrıca göz önüne alınır.

3. Kaynaklı Birleştirmelere Uygulanan Testler

3.1 Madde 1.2, 1.3 ve 1.5'e giren kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için kaynaklı birleştirmeler üzerinde yapılacak test için, bunların türü (ve kaynak yöntemine bağlı olarak) B.3.1'e göre alın kaynağı test parçası hazırlanır. 1.4'ün kapsamına giren kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için, kaynaklı birleştirmeler üzerinde test uygulanması, ancak bunların çoğunlukla birleştirme kaynaklarında kullanılması ve dolayısıyla dikiş kesitindeki oranlarının (örneğin; kaplanmış çeliklerin ara tabakaları) büyük olması halinde gerekir. Ancak kaynak davranışının kusursuzluğunun (A.6'ya bakınız) belirlenebilmesi için, **TL** tarafından onayı istenen değişik kaynak pozisyonunda hazırlanmış test parçaları istenebilir. 1.3'e giren kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için dolgu kaynağı uygulamaları dışında, testin kapsamı her özel durum için ayrı ayrı belirlenir.

3.2 Madde 3.1'e uygun alın kaynağı test parçaları, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin (ve dolayısıyla kaynak yönteminin) türüne bağlı olarak B.3.2'e benzer şekilde hazırlanır. Ana malzeme olarak minimum mukavemet değerleri Tablo 5.15'e uygun olan ve Tablo 5.16, 5.17 ve 5.19'da verilen aynı türden veya benzer kimyasal birleşimden çelikler alınmalıdır. 1.4 ve Tablo 5.15'e uygun kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için de benzer yöntem uygulanır.

Tablo 5.20 Kaynak metali için istenilen özellikler

Kalite derecesi	Minimum %0,2 uzama sınırı gerilmesi [N/mm^2]	Çekme mukavemeti [N/mm^2]	Minimum kopma uzaması [%]	Minimum çentik darbe enerjisi [J] (1)	Test sıcaklığı [°C]
4306	195	500 - 700	30	47 (33)	+ 20 **(2)**
4404	205	510 - 710	30		
4429	295	580 - 800	30		
4435	205	510 - 710	30		
4438	205	510 - 710	30		
4439	295	580 - 800	30		
4462	480	680 - 900	25	35 (24)	- 30
4550	205	510 - 740	30	47 (33)	+ 20 **(2)**
4571	225	500 - 740	30		
3954	430	700 – 950	30	70 (49)	+ 20
3984	510	850 – 1050			
5637	355	490 - 640	22	47 (33)	- 95 **(3)**
5680	390	530 - 840	20		- 196 **(3)**
5662	490 **(5)**	640 **(5)**- 840	18		- 110(-196) **(3)(4)**
5663	585	680-820	18		- 196 **(3)**

(1) *Üç test parçasının ortalamasıdır; Tekil değerler ( ) ve tekrar testleri için 1.2.4'e bakınız.*

(2) *Düşük sıcaklıkta özel istekler uygulanır. G'ye bakınız (G.2.2).*

(3) *G'ye bakınız (ve G.2.2).*

(4) *Kalite derecesi 5680 (%5 nikelli çeliğin kaynağı) minimum dizayn sıcaklığı -165°C'da uygulanıyorsa, test sıcaklığı -196°C olacaktır.*

(5) *Ana malzemeni "teslim durumu" HT 640 ise, bu kaynak dolgu malzemesi aynı zamanda ana malzemenin HT 680 durumundaki gibi onaylanacaktır. Bu durumda kalite derecesi 5663'de belirtilen minimum istekler uygulanacaktır.*

3.3 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin (ve dolayısıyla kaynak yönteminin) türüne göre alın kaynağı test parçalarından B.3.3'te belirtilen test numuneleri alınmalıdır.

3.4 Mekanik özellikler Tablo 5.20'de istenen değerleri vermelidir. **TL**, bu bölümün kapsamına giren östenitik kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için Tablo 5.11(b)'deki Dip Not **(1)**'in benzer şekilde uygulanmasında anlaşmaya varabilir.

4. Tanelerarası Korozyona Direnç Testi

4.1 Tanelerarası korozyona direnç testi, EN ISO 3651-2'e göre çapraz alın kaynaklı test numuneleri üzerinde bakır sülfat-sülfirik asit yöntemiyle yapılmalıdır. Bu sırada çatlak görülmemeli veya metalografik olarak bulunan tane sınırlarındaki penetrasyon 0,05 mm. yi aşmamalıdır.

4.2 Özel korozyon koşullarında veya özel malzemelerde **TL** tarafından ek veya alternatif korozyon testleri istenebilir (örneğin; kloridler etkisinde (örneğin deniz suyunda) pitinge dayanıklılık testi).

5. Sıcak Çatlama Testi

5.1 Sıcak çatlama testi B.4'e veya EN ISO 17641-2'e göre östenitik kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için öngörülen test parçası üzerinde yapılır.

5.2 Diğer sıcak çatlama testleri için **TL** ile karşılıklı anlaşma söz konusudur.

6. Yıllık Tekrar Testleri

6.1 Madde A.3.1'e uygun olarak yapılacak yıllık tekrar testleri için 2'ye uygun kaynak test parçaları hazırlanmalı ve test edilmelidir (Mekanik özellikler ve kaynak metalinin kimyasal analizi). Tablo 5.20'de belirtilen çekme mukavemetine erişilemiyorsa ve Tablo 5.11(b)'deki Dip Not **(1)** benzer şekilde uygulanması söz konusu ise, tekrar testlerinde kaynaklı birleştirmelerden yassı test parçaları alınarak test edilecektir.

6.2 Özel durumlarda **TL** tarafından kapsamı genişletilmiş tekrar testleri istenebilir. Bu konu için ayrıca A.3.2, A.7.4 ve A.7.5'e bakınız.

J. Alüminyum Alaşımları için Kaynak Dolgu Malzemeleri

1. Genel

1.1 Kapsam

1.1.1 Bu gereklilikler, Kısım 2 Malzeme Kuralları Bölüm 8, UR W25'e göre özellikleri verilen tekne konstrüksiyon ve deniz yapıları için kullanılan alüminyum alaşımlarına ait kaynak dolgu malzemelerinin onay ve muayenesi koşullarını belirtmektedir. Burada özel bir gereklilik verilmiyorsa (örneğin onay prosedürü ya da test parçalarının kaynağı ya da testi için) bu bölümün (UR W17) önceki kısımları benzer şekilde uygulanır.

1.1.2 İlgili alüminyum alaşımları ile kullanılacak kaynak dolgu malzemeleri aşağıdaki gibi iki kategoriye ayrılmıştır:

W = Metal ark inert gaz kaynağı (ISO 4063'e göre MIG, 131), tungsten inert gaz ark kaynağı (TIG, 141) ya da plazma ark kaynağı (15) için tel-elektrot ve tel-gaz kombinasyonları

R = Tungsten inert gaz kaynağı (TIG, 141) ya da plazma ark kaynağı (15) için çubuk gaz kombinasyonları

1.2 Derece Yükseltme, Tanım

1.2.1 İlgili dolgu malzemeleri, Tablo 5.21'de belirtildiği gibi onay testlerinde kullanılan ana malzemenin alaşım tipi ve mukavemet seviyesine göre kalitelere bölünür.

1.2.2 Bir tel ya da çubuğun onayı; Tablo 5.22'ye göre belirli bir koruyucu gaz ile bağlantılı olarak verilecek ya da "S" grup işareti ile belirtilecek "Özel" gazın birleşimi ve saflığı açısından belirtilecektir. Koruyucu gazın birleşimi raporlanacaktır. **TL** ile anlaşmaya varılması halinde, bir tel ya da çubuğun her türlü belirli gaz ile kullanılması onayı, aynı tel ya da çubuk ve Tablo 5.22'de beirtilen aynı grup numaralı gazın kombinasyonuna uygulanabilir ya da transfer edilebilir.

Tablo 5.21 Onay testi için dolgu malzemesi ve ana malzeme kaliteleri

Dolgu malzemesi kalite derecesi	Testler için ana malzeme (Sembol)	
	Alaşım gösterimi	
	Nümerik	Kimyasal Sembol
RA/WA	5754	AlMg3
RB/WB	5086	AlMg4
RC/WC	5083	AlMg4.5Mn0,7
	5383	AlMg4.5Mn0.9
	5456	AlMg5
	5059	-
RD/WD	6005A	AlSiMg(A)
	6061	AlMg1SiCu
	6082	AlSi1MgMn

Not:
Yüksek mukavemetli AlMg ana malzemesi onayı ayrıca düşük mukavemetli AlMg kalitelerini ve bunların AlSi kaliteleri ile kombinasyonlarını kapsar.

Tablo 5.22 Koruyucu gazları ve kullanılacak karışımların birleşim limirleri

Grup	Gaz Kombinasyonu (Hacm. %) (1)	
	Argon	Helyum
I - 1	100	---
I - 2	---	100
I - 3	Kalan	> 0 ÷ 33
I - 4	Kalan	> 33 ÷ 66
I - 5	Kalan	> 66 ÷ 95
S	Özel gaz, kombinasyonu belirtilecek, bakınız 1.2.2	

(1) *Diğer kimyasal birleşim gazları (karışım gazlar); "özel gazlar "olarak göz önünde düşünlebilir ve ayrı bir test gerektirebilir.*

1.3 Üretim, test ve onay prosedürü

1.3.1 Üreticinin tesisi, üretim yöntemleri ve kalite kontrol önlemleri, üretimde makul ölçüde değişmezlik sağlanacak şekilde olacaktır. Ayrıca bakınız UR W17.

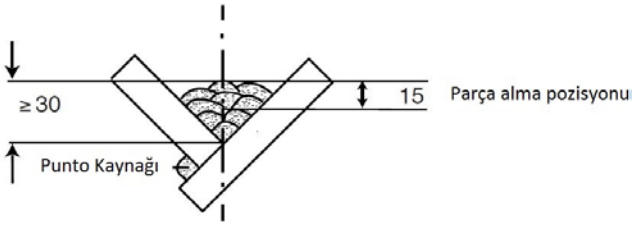
1.3.2 Test ve onay prosedürü, bu bölümün önceki kısımları ve bölüm 2 ve 3 e göre ve bu bölümün önceki kısımlarında gerektiği gibi her bir kaynak dolgu mlazemesi için 1.1.2'de belirtilen koruyucu gazları ve bunların karışımı olacaktır.

2. Test, gerekli özellikler

2.1 Dolgu kaynak metalinin testi

2.1.1 Dolgu kaynak metalinin kimyasal birleşim testi için Şekil 5.13'e göre bir test parçası hazırlanacaktır.

Boyut, kaynak dolgu malzemesi tipine (ve kaynak yöntemine) bağlıdır ve kimyasal analiz için yeterli miktarda saf metal sağlayacaktır. Kullanılan ana metal kimyasal birleşim açısından kaynak metali ile uyumlu olacaktır.



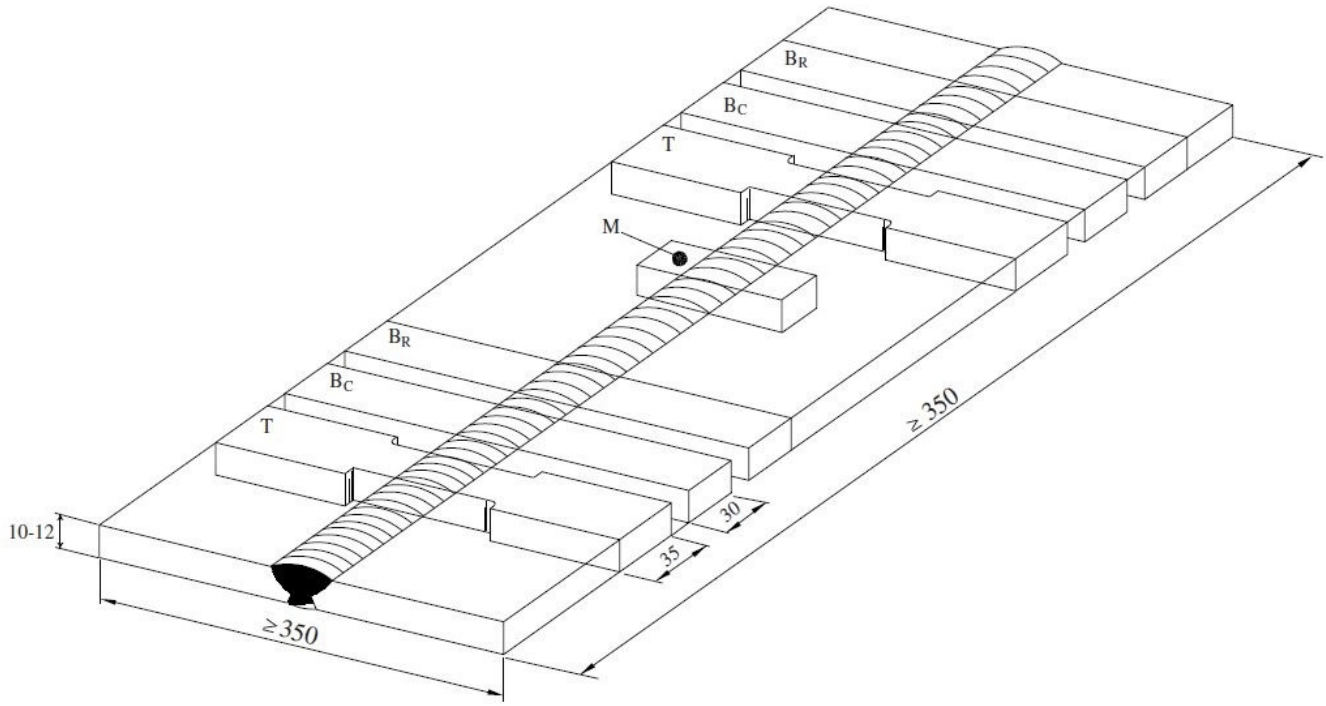
Şekil 5.13 Dolgu kaynak metal test parçası

2.1.2 Dolgu kaynak metalinin kimyasal birleşimi UR W17'ye ve C.2.3'de belirtilene benzer şekilde belirlenecek ve belgelendirilecektir. Analizin sonuçları üretici tarafından belirtilen limit değerleri aşmayacaktır.

2.2 Alın kaynak parçalarının testi

2.2.1 Kaynaklı birleşimlerin testi, Şekil 5.14 ve Şekil 5.15'e göre Tablo 5.21'de verilen malzemelerden ve ilgili olarak B.3, C.2.5, C.3.5 ya da C.4.2'de (Referans: UR W 17 (Bölüm 4.3,6.2.5,6.3.5 or 6.4.2) belirtilenlere benzer şekilde alın kaynaklı test parçalarında yapılacaktır.

2.2.2 Şekil 5.16b'ye göre 10 ila 12 mm kalınlıktaki alın kaynaklı test parçaları, üretici tarafından dolgu malzemesinin önerildiği her kaynak pozisyonunda (yatay, korniş, dik yukarı ve tavan) hazırlanacaktır. Ancak **TL** ile anlaşılması halinde, yatay ve dik yukarı kaynak pozisyonları gerekliliklerini karşılayan dolgu malzemeleri ayrıca korniş kaynak pozisyonu gerekliliklerini karşıladığı kabul edilecektir.



Notlar:

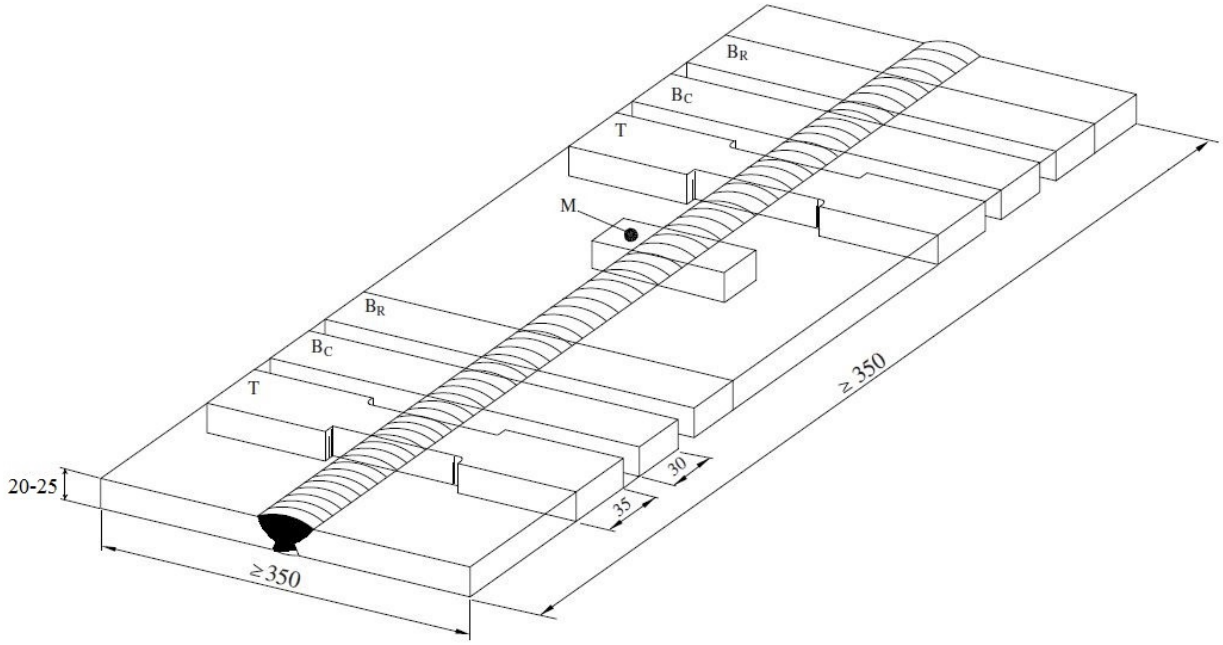
1) Kaynak ağzı hazırlama, 70°'lik tek V ya da çift V olacaktır.

2) Arka kapak pasolarına tek V kaynak parçalarında izin verilebilir.

3) Çift V parçalarında her iki taraf aynı kaynak pozisyonunda kaynaklanacaktır.

Şekil 5.14 Pozisyon kaynak için alın kaynaklı parçalar

T = Düz çekme test numunesi
B_C = Yüz eğme test numunesi
B_R = Kök eğme test numunesi
M = Makro kesit



Notlar:

1) Kaynak ağzı hazırlama 70°'lik tek V ile yapılacaktır.

2) Arka kapak pasolarına izin verilir.

Şekil 5.15 Yatay pozisyonda ek alın kaynaklı test parçaları

2.2.3 Ek olarak, Şekil 5.15'e göre kalınlığı 20 ila 25 mm olan bir adet test parçası sadece yatay pozisyonda kaynaklanacaktır.

2.2.4 Kaynağın tamamlanmasından sonra parçalar ortam sıcaklığında doğal soğumaya bırakılmalıdır.

Kaynaklı test parçaları ve test numuneleri herhangi bir ısıl işleme maruz bırakılmamalıdır.

Kalite D parçaları, kaynağın tamamlanmasından sonra test yapılmadan önce en az 72 saatlik bir periyotta doğal yaşlandırmaya bırakılmalıdır.

2.2.5 Şekil 5.14 ve Şekil 5.15'de gösterilen ve bu bölümün önceki kısımlarında açıklanan test numuneleri, alın kaynaklı test parçalarından alınacaktır.

2.2.6 Mekanik özellikler Tablo 5.23'te belirtilen gereklilikleri karşılayacaktır. Bu bölümün önceki kısımları testlerin yapılmasında (tekrar testleri ve yeniden test gereklilikleri dahil) benzer şekilde uygulanacaktır. Kopmanın konumu raporda belirtilecektir. Makro test numunesi, erime eksikliği, kavite, kalıntı (yabancı madde), gözenek ya da çatlak gibi kusurlara karşı muayene edilecektir.

3. Yıllık tekrar testleri

3.1 Yıllık tekrar testleri, 2.1.1'de (5.16a) belirtildiği gibi dolgu kaynak metal test parçasının ve 2.2.2'ye (5.16b) göre yatay pozisyon alın kaynağı test parçasının hazırlanması ve testini gerektirecektir.

Tablo 5.23 Enine çekme ve eğme testleri için gereklilikler

Kalite	Test için kullanılan ana malzeme	Tensile Grade strength R_m [N/mm^2] min.	Mandrel çapı	Eğme açısı 1) [°] min.
R**A**/W**A**	5754	190	3t	180
R**B**/W**B**	5086	240	6t	
R**C**/W**C**	5083	275	6t	
	5383 ya da 5456	290	6t	
	5059	330	6t	
R**D**/W**D**	6061. 6005A ya da 6082	170	6t	

Not:

1) *Test esnasında test numuneleri herhangi bir doğrultuda 3 mm'den daha büyük bir kusur göstermeyeceklerdir.*

Eğer erime kusurundan kaynaklandığına dair kanıt yoksa test numunesinin köşelerinde oluşan kusurlar değerlendirme esnasında ihmal edilebilir

K. Bakır ve Bakır Alaşımları için Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri

1. Genel

1.1 Aşağıdaki kurallar, gemi yapı elemanlarında (örneğin; dümenlerde) ve özellikle deniz suyu ileten boru devrelerinde kullanılan **TL** Malzeme Kurallarına uygun bakır ve bakır alaşımlarının kaynağı için kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerine uygulanır.

Uyarı :

TL *Malzeme kurallarına uygun olarak bakır ve yüksek mukavemetli pirinç yanında özellikle bakır nikel alaşımları CuNi10Fe1Mn ve CuNi30Mn1Fe ve bazı dökme bakır alaşımları da (pervane yapımında kullanılan) kaynak için kullanılır. Geçerli onay uygulamalarına göre bu ana malzemeler için aşağıdaki kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kullanılır. Diğer dökme alaşımların kaynağında kullanılan bu gibi mamüllerde benzer şekilde işlem görür.*

1.2 Bakır ve bakır alaşımlarının kaynağı için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kimyasal bileşimlerine (alaşım tipi) ve mekanik (mukavemet) özelliklerine göre Tablo 5.24'te görüldüğü gibi kalite derecelerine ayrılır. Tablo 5.24'ün sol sütunundaki ana malzeme için test ve onay, tablonun sağ sütunundaki ana malzeme(ler)inkini de kapsar.

2. Kaynak Metalinin Testi

2.1 Başka türlü belirlenmemişse kaynak metallerinin testi erimiş kaynak metalinin kimyasal analizini içerir ve B.2'ye benzer şekilde çekme testi yapılır (yalnız bir test parçası yatay pozisyonda kaynak edilir).

2.2 Kimyasal bileşim B.2.2'ye benzer şekilde belirlenecek ve belgelendirilecektir. Analiz değerleri standartlarda (örneğin; EN ISO 8836) veya üretici belgelerinde verilen sınırları (hangisindeki toleranslar daha dar ise o geçerlidir) aşmamalıdır.

3. Kaynaklı Birleştirmelere Uygulanan Testler

3.1 Kaynaklı birleştirmelerin testi, alüminyum alaşımlarının kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için verilen J'ye benzer şekilde veya **TL**'nun müsaadesi ile standartlara (örneğin; EN ISO 24373) göre yapılacaktır.

3.2 Mekanik özellikler Tablo 5.25'de ana malzeme için istenilen özellikleri sağlamalıdır. Bu özellikler için farklı değerlere sadece **TL**'nin rızası ile izin verilebilir ve parçalar boyutlandırılırken mümkün ölçüde dikkate alınacaktır.

4. Yıllık Tekrar Testleri

4.1 A.3.1'de belirtilen yıllık tekrar testleri, 3.1'e göre bir alın kaynak test parçasının alüminyum alaşımlarında olduğu gibi yatay pozisyonda hazırlanmasını ve testini gerektirecektir.

L. Nikel ve Nikel Alaşımları için Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri

1. Genel

1.1 Aşağıdaki kurallar nikel ve nikel alaşımları için kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerine uygulanır.

Tablo 5.24 Bakır ve bakır alaşımları için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri

Kalite derecesi	… İlişkili Test ve Onay		Onay kapsamına girenler	
	Tanımı	Malz. No.	Tanımı	Malz.No.
CuNi30Fe	CuNi30Mn1Fe	2.0882	CuNi5Fe CuNi10Fe1Mn CuNi20Fe	2.0872 2.0878
CuNi30Mn	CuNi 30 Mn 1 Fe	2.0882	CuNi5Fe CuNi10Fe1Mn CuNi20Fe	2.0872 2.0878
SCU1**(1)**	CU1**(5)**	-	-	-
SCU2**(2)**	CU2**(5)**	-	CU1**(1)**	-
SCU3**(3)**	CU3**(5)**	-	CU1**(1)** CU2**(2)**	-
SCU4**(4)**	CU4**(5)**	-	CU1**(1)** CU2**(1)** CU3**(1)**	- - -

(1) *Örneğin; Al-Bronz veya Mn-Bronz*

(2) *Örneğin; Al-Bronz veya Ni-Mn-Bronz*

(3) *Örneğin; Al-Bronz, Ni-Al-Bronz veya Mn-Al-Bronz*

(4) *Örneğin; Mn-Al-Bronz*

(5) ***TL** Malzeme Kurallarına uygun, dökme bakır alaşımlar (pervane yapımı için) veya uygun mukavemet özellikleri olan diğer benzer alaşımlar.*

Tablo 5.25 Kaynaklı birleştirmelerden istenen özellikler

Kalite derecesi	Minimum %0,2 uzama sınırı gerilmesi	Çekme mukavemeti	Minimum kopma uzaması
	[N/mm^2]	[N/mm^2]	[%]
CuNi 30 Fe	120	360-490	30
CuNi 30 Mn	120	360-490	30
SCU1	175	370 min.	20
SCU2	195	410 min.	18
SCU3	245	500 min.	16
SCU4	275	550 min.	18

Uyarı :

Geçerli onay uygulamalarına göre Tablo 5.26'nın sol sütununda verilenlere uygun kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kullanılır. Aşağıdaki maddeler bu malzemeler için kullanılan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri ile ilgilidir, fakat değişik malzemelerin (örneğin; östenitik çeliklerle feritik-perlitik çeliklerin) ve bilhassa soğuğa dayanıklı nikelli çeliklerin kaynaklı birleştirmelerini kapsar.

1.2 Nikel ve nikel alaşımların, değişik malzemelerin birbiriyle ve soğuğa dayanıklı nikelli çeliklerin kaynağı için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kimyasal bileşimlerine (alaşım tiplerine) ve mekanik (mukavemet ve tokluk) özelliklerine göre Tablo 5.26'da görüldüğü gibi

kalite derecelerine ayrılır. Tablo 5.26'nın sol sütunundaki ana malzeme için test ve onay Tablonun sağ sütunundaki malzeme(ler)inkini de kapsar. Düşük sıcaklıkta kullanılan soğuğa dayanıklı nikelli çeliklerin kaynağa uygunluğu onay sertifikasında ayrı olarak belirtilmelidir (G.'ye bakınız).

Tablo 5.26 Nikel ve nikel alaşımları için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri

Kalite derecesi	Test ve onaya bağlı olanlar		Onay kapsamına giren malzemeler	
	Tanımı	Malz. No.	Tanımı	Malz. No.
NiTi3 (2.4156)	Ni99,6	2.4060	Ni99,2 Ni99,6 LCNi99,6 LCNi99 ve demir dışı değişik metal alaşımlarının birbirleri ile ve çelikle kaynaklı birleştirmeleri	2.4066 2.4056 2.4061 2.4068
NiTi4 (2.4155)	Ni99,6	2.4060	NiTi3 gibi	
NiCr19Nb (2.4648)	NiCr15Fe	2.4816	NiCr15 Fe LC-NiCr15 Fe NiCr20 Ti NiCr20 TiAl NiCr23 Fe ve değişik nikel alaşımlarının (NiCu dışında) birbirleri ile ve çelikle kaynaklı birleştirmeleri; soğuğa dayanıklı nikelli çeliklerin kaynaklı birleştirmeleri	2.4816 2.4817 2.4951 2.4952 2.4851
NiCr20Nb (2.4806)	NiCr15Fe	2.4816	NiCr19Nb gibi	
NiCr16FeMn (2.4620)	NiCr15Fe	2.4816	NiCr19Nb gibi	
NiCr20Mo9Nb (2.4621)	NiCr22Mo9Nb	2.4856	NiCr21Mo NiCr22Mo6Cu NiCr22Mo7Cu NiCr21Mo6Cu soğuğa dayanıklı nikelli çelikler	2.4858 2.4618 2.4619 2.4641
NiCr21Mo9Nb (2.4831)	NiCr22Mo9Nb	2.4856	NiCr20Mo9Nb gibi	
NiCu30Mn (2.4366)	NiCu30Fe	2.4360	EN 10025'e göre alaşımsız yapı çelikleri ve DIN 17155'e göre kazan malzemeleri ile farklı malzemelerin birleştirilmeleri	
NiCu30MnTi (2.4377)	NiCu30Fe	2.4360		

2. Kaynak Metalinin Testi

2.1 Dolgu kaynak metalinin testi için, standartlarda (örneğin; EN ISO 14172, EN ISO 15792-1 ve EN ISO 6847 (DIN 32525)) belirtilen test parçaları, B.2'nin hükümlerine göre hazırlanır. Kullanılan ana malzeme ile ilgili standartlardaki veriler, gerektiğinde kaynak dikişi yanlarının doldurularak tamponlanması ve kaynak parametreleri göz önüne alınmalıdır.

2.2 Dolgu kaynak metalinin kimyasal bileşimi B.2.2'ye benzer şekilde standartlardaki veriler de göz önüne alınarak belirlenecek ve belgelendirilecektir. Analiz değerleri standartlarda veya üretici belgelerinde verilen

sınır değerlerini (hangisindeki toleranslar daha dar ise o geçerlidir) aşmamalıdır.

2.3 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin türüne ve kaynak yöntemlerine göre B.2.3'e bağlı olarak standartlar da göz önüne alınarak kaynak metali test parçalarından test numuneleri alınır.

2.4 Mekanik özellikler Tablo 5.27'deki istekleri sağlamalıdır. Soğuğa dayanıklı nikelli çeliklerin kaynağı için G.2.1 ve G.2.2'deki çentik darbe enerjisi istekleri uygu-lanır. Testlerin ve gerekli olabilecek yedek testlerin yapılması için A.7.6, ve B.2.4 benzer şekilde uygulanır.

2.5 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemesinin karakterinin özelliği veya kullanma maksadının gerektirmesi nedeni ile **TL** diğer başka testlerin yapılmasını isteyebilir ve istenilen özellikler için başka değerler saptayabilir.

3. Kaynaklı Birleştirmelere Uygulanan Testler

3.1 Testler, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin türüne (ve ilgili kaynak yöntemine) göre B.3'dekine benzer şekilde hazırlanan alın kaynağı test parçalarında yapılacaktır.

3.2 Alın kaynaklı test parçası yukarıda adı geçen standartlar (2.1'e bakınız) göz önüne alınarak B.3.2'e göre kaynak edilir. Mümkünse, ana malzeme olarak ileriki uygulamalarda kaynak edilecek malzeme göz önüne alınmalıdır. Her halde yeterli mukavemette malzeme kullanılmalıdır.

3.3 Aksi belirtilmemişse, alın kaynağı test parçalarından, B.3.3'de belirtildiği şekilde çeşitli kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri türleri (ve uygulanıyorsa değişik kaynak yöntemleri) için test numuneleri alınır.

3.4 Mekanik özellikler (uzama sınırı dışında) 2.4 ve Tablo 5.27'ye uygun olmalıdır. **TL** istenilen özellikler için başka değerler saptayabilir (2.4'e bakınız).

4. Yıllık Tekrar Testleri

A.3.1'e göre yapılan yıllık tekrar testlerinde 2'ye uygun olarak alın kaynağı test parçaları kaynak ve test edilir. **TL** kapsamı genişletilmiş tekrar testleri isteyebilir (A.3.2, A.7.4 ve A.7.5'e bakınız).

Tablo 5.27 Nikel ve nikel alaşımları için istenen özellikler (1)

Kalite derecesi	Uzama sınırı gerilmesi		Çekme mukavemeti	Kopma uzaması
	$R_{p0,2}$ [N/mm^2] min	$R_{p1,0}$ [N/mm^2] min	R_m [N/mm^2] min	A_5 [%] min
NiTi3 NiTi4	200	220	410	25
NiCr19Nb NiCr20Nb	360	380	600	
NiCr16FeMn	360	380	600	
NiCr20Mo9Nb NiCr21Mo9Nb	420	440	700	
NiCu30Mn NiCu30MnTi	200	220	460	

(1) *2.4'de belirtilen çentik darbe enerjisi için uygulanıyorsa G.2.1 ve G.2.2 geçerlidir.*

BÖLÜM 6

ÜZERİNE KAYNAK YAPILABİLİR ASTAR BOYALAR

Sayfa

A. GENEL **6-** 2
B. ASTAR BOYALARIN DENENMESİ VE ONAYI **6-** 2
1. Ana Malzeme
2. Dolgu Metali
3. Test Parçalarının Tipi ve Boyutları
4. Operasyonel Prosedürler
5. Test Gereklilikleri
6. Tekrar Testleri
C. ASTAR BOYALARIN UYGULAMA KONTROLLERİ, ÜRETİM TESTLERİ **6-** 3
D. PERİYODİK KONTROL TESTLERİ **6-** 3

A. Genel

1. Kaynaklanacak levhalara ve parçalara uygulanacak astar boyalar, köşe kaynaklarında gözenek oluşturma eğilimleri açısından kaynağa uygunluklarının doğrulanması için testlere tabi tutulacaklardır.

2. Bu bölümdeki gereklilikler üzerine kaynak yapılabilir astar boyaların onay ve periyodik kontrol testleri prosedürüne uygulanır. Onay, aşağıdaki kaynak metotları ile sınırlıdır:

- Elle yapılan metal erk kaynağı
- Otomatik gravite (kendi ağırlığı ile) kaynak, yarı otomatik çıplak tel ya da özlü ark kaynağı

Yukarıdakilere ek olarak kaynak metotlarında kullanılacak astar boyaların kabulü, kullanıcının iş yerinde kaynak yönteminin onayı ile bağlantılı olarak özel olarak düşünülecektir.

3. Onay başvurusu, **TL**'ye astar boya üreticisi ya da yetkili sağlayıcı tarafından gönderilecektir.

4. Aşağıdaki bilgi ve destek dokümanı, mümkün olduğu şekilde, teslim edilecektir:

- Üretici
- Marka
- Astar boya bileşenleri, inceltici tipi ve karışım oranı
- Talimatlar (yüzey hazırlaması, uygulama yöntemi, kuruma zamanı, tavsiye edilen kuru film kalınlığı vb.)
- Önceki testler ve onaylar ile ilgili dokümantasyon

B. Astar Boyaların Onay Testi

Onay testleri genel olarak kusurları genel tolerans limitleri içinde kalan kaynakların elde edilmesi için astar boyaların uygunluğunun doğrulanması amacı ile yapılır. Onay için astar boya örnekleri, temsili yeterli miktarda astar boyadan alınacaktır. Örnek alma prosedürleri sörveyörün tatmin olacağı şekilde yapılacaktır. Testler; üreticinin atölyesinde, kullanıcının atölyesinde ya da TL ile anlaşmaya varılarak seçilen yeterli derecede teçhizatlı ve personeli bulunan laboratuarlarda yapılabilir. Testler için tersanelerde genel olarak kullanılan kaynak makineleri, kaynak prosedürleri ve sertifikalı kaynakçılar kullanılacaktır. Astar boya üreticinin talimatlarına göre uygulanacak ve test parçaları üzerinde ölçülecektir. Kalınlık ölçümleri uygun ve kalibre edilmiş ekipman kullanılarak yapılacaktır. Parçalara uygulanan astar boyanın kalınlık ölçümleri, kaynak ve kırılma testleri sörveyörün mevcudiyetinde yapılacaktır.

1. Ana Malzeme

Test numuneleri için normal mukavemetli gemi inşaat çelikleri ya da denk kaliteler kullanılacaktır.

2. Dolgu Metali

2.1 Onaylı dolgu metalleri kullanılacaktır.

2.2 Manuel metal ark kaynağı için temel örtülü elektrotlar kullanılacakken gravite kaynağı için asit ve rutil elektrotlar kullanılacaktır. Test için kaynak metali, TL'nin takdirine göre gemi inşasında sıklıkla kullanılanlar arasından seçilecek

3. Test Parçalarının Tipi ve Boyutları

3.1 Test parçaları, aşağıdaki boyutlarda levhalardan oluşan çift köşe kaynaklı T-birleştirmelerinden oluşacaktır:

- Manuel kaynak ve gaz örtülü yarı otomatik çıplak tel ve özlü ark kaynağı için **300mm x 120mm x 15mm**
- Otomatik gravite kaynağı için **700mm x 120mm x 15mm**

3.2 Gerekli parça sayısı

Farklı dolgu malzemesi ticari markaları testlerde aşağıdaki gibi kullanılacaktır:

a) Manuel kaynak için 4 elektrot

b) Yarı otomatik kaynak için 1 çıplak tel

c) Yarıotomatik özlü ark kaynağı için 2 özlü tel

d) Gravite kaynağı için 2 elektrot (en az biri yüksek verimli olacak)

(a), (b) ve (c)'deki her marka için iki parçanın, biri yatay pozisyonda diğer düşey pozisyonda 4 mm çapında elektrot

ve 1,2 mm çapında tel kullanılarak kaynaklanması gerekmektedir.

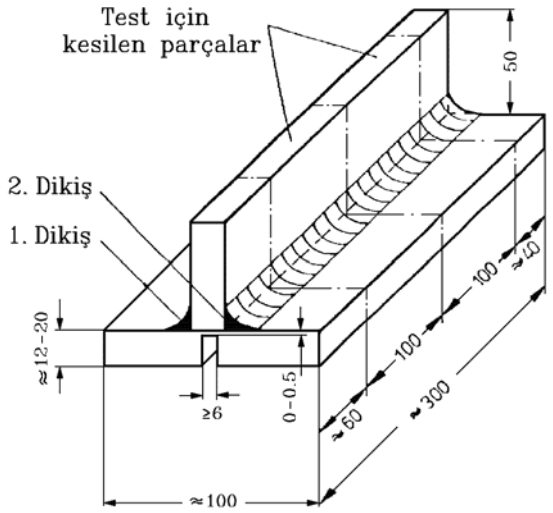
(d)'deki her marka için bir parçanın 5 mm çapında elektrot kullanılarak yatay pozisyonda kaynaklanması gerekmektedir.

4. Operasyonel Prosedürler

Test parçalarının astar boya kalınlığı (kuru film üzerinde ölçülen) normal kullanım için öngörülen maksimum kalınlıktan en az %30 fazla olacaktır. Parçalar, yüzeyler arasında yapışık temasla bir T oluşturacak şekilde punto kaynağı ile birleştirilecektir. T parçasının bir tarafında bacak boyu 9 mm olan bir köşe kaynağı bırakılacaktır. Diğer tarafta köşe kaynağı, B.1.4.2'de belirtildiği gibi düşey ve yatay pozisyonda boyutları 7x7 mm'yi aşmayan dikişlerle bırakılacaktır (Şekil 6.1). Görsel muayeneyi takiben, boyunda kırılmanın oluşmasını sağlamak için iki yardımcı dikiş test köşe kaynağına iki kaynak dikişi atılır. İlk köşe kaynağının kaldırılmasından sonra test parçası kaynağın kökündeki çekme gerilmesine sebep olacak şekilde T'nin kapanma açısı gözetilerek kırılacaktır.

5. Test Gereklilikleri

Görsel muayene; dış ve kırılmış yüzeyin kaynak nüfuziyeti ve delik, gözenek ve diğer kusurların tespiti açısından kontrol edilmesini kapsayacaktır. Kaynağın nihayetlerinden 10 mm'de yer alan muhtemel kusurlar dikkate alınmayacaktır. Kaynak boyunun 1/4'ünü aşmayan nüfuziyet eksiklikleri kabul edilecektir. Çapı 3 mm'yi aşmayan delik ve gözenekler, toplam gözenek alanının kırılma kesit alanının %5'inden fazla olmadığı durumlarda genel olarak kabul edilir.



Şekil 6.1 Çift köşe kaynak üretim test parçası

6. Tekrar Testleri

Her manuel ve yarı otomatik sürekli tel kaynak yöntemi için en fazla iki parçanın ve gravite kaynak yöntemi için ne fazla bir parçanın negatif sonuç vermesi durumunda, her biri asıl testi geçemeyen iki parça üzerinde tekrar testine izin verilir. Her tekrar testinin her iki parçası tatmin edici sonuçlar verecektir aksi takdirde astar boya onaylanmaz.

C. Sertifikasyon

Gerekli kontrol ve testlerin tatmin edici sonuçlarına bağlı olarak **TL**, üretici ya da ilgili sağlayıcıya astar boyanın kaynaklanacak haddelenmiş çelik ürünün yüzeylerinde kullanılması yetkisini veren onay sertifikasını çıkaracaktır.

D. Periyodik Kontrol Testleri

Onayın üç yıl geçerliliği vardır ve aşağıdaki periyodik testlerin tatmin edici sonuçlarına bağlı olarak yenilenebilir. Onay testleri için istenenlerde olduğu gibi T tipi test parçaları, en az aşağıdaki dolgu metali ile kaynaklanacaktır:

a) Manuel kaynak için iki elektrot

b) Yarıotomatik kaynak için bir çıplak tel

c) Yarıotomatik özlü ark kaynağı için 1 özlü tel

d) Gravite kaynağı için bir elektrot

(a)'daki her elektrot için iki parçanın kaynaklanması gerekmektedir. Bunlardan biri yatay diğeri düşey pozisyonda kaynaklanacaktır.

(b), (c) ve (d)'deki diğer malzemeler için bir parçanın yatay pozisyonda kaynaklanması gerekmektedir. Örnekleme ve test prosedürleri, kullanılacak malzemeler ve tekrar testleri için, uygulanabiliyorsa ilk tip onay testi ile ilgili hükümler uygulanacaktır. Çiftli olarak tekrar testleri her kaynak yöntemi için maksimum bir parçanın olumsuz sonuç verdiği durumlarda kabul edilir. Bunun sağlanamaması durumunda astar boya için onay doğrulanmayacaktır. Gerekli kontrol kum testlerinin tatmin edici sonuçlarına bağlı olarak üç yıl geçerlilik süresiyle yeni bir onay sertifikası çıkarılacaktır.

BÖLÜM 7

GENEL DİZAYN PRENSİPLERİ

Sayfa

A. GENEL **7-** 2
1. Kapsam
2. Tamamlayıcı Kurallar
B. ÜRETİCİ BELGELERİNDE BULUNACAK BİLGİLER **7-** 2
1. Birleşim / Kaynak Şekilleri, Semboller
2. Yapıma Ait Bilgiler
3. Kaynaklı Birleştirmelere ait İstekler, Kontroller
C. MALZEMELER, KAYNAKLANABİLİRLİK **7-** 3
1. Kaynaklanabilirlik, Uygulama
2. Malzemeye Bağlı Özellikler
3. Kaplanmış Levhalar
4. Malzeme Çiftleri, Korozyon
D. DİZAYN AYRINTILARI **7-** 3
1. Ulaşılabilirlik, Yapım, Kontrol Edilebilme
2. Kaynaklı Birleştirmelerin Yeri ve Düzenlenmesi
3. Kaynak Dikişlerinde Yerel Yığılmalar ve En Küçük Aralık
4. Oyuklar, Kaynak Geçiş Delikleri
5. Lokal Takviyeler, Dablinler
6. Gerilme Akışı, Geçişleri
7. Çift T (Çapraz) Birleştirmeler, Kalınlık Doğrultusundaki Gerilmeler
8. Soğukta Şekil Verilmiş Elemanların Kaynağı
9. Diğer Dizayn Önlemleri
E. KAYNAKLI BİRLEŞTİRMELERİN ÖLÇÜLENDİRİLMESİ **7-** 5
1. Ölçülendirme, Hesaplama
2. İç Köşe Kaynak Dikişlerinin Minimum Kalınlığı
3. İşleme Payı

A. Genel

1. Kapsam

Bu kurallar, kaynaklı birleşimlerin dizaynı ve boyutlandırmasına ve üretim dokümanlarında bulunan bilgiye uygulanacak evrensel prensipleri içerir.

2. Tamamlayıcı Kurallar

Uygulamanın çeşitli kademelerinde kaynaklı birleştirmelerin dizayn ve ölçülendirilmesinde, ek olarak Bölüm 12 ÷ 16'daki parça-özel gereklilik ile ve **TL** İnşa Kuralları'nın ilgili bölümlerinde açıklanmıştır.

B. Üretim Belgelerinde Bulunacak Bilgiler

1. Birleşim / Kaynak Şekilleri, Semboller

1.1 Kaynaklı birleştirmelerinin tanımlanması ve de kaynak birleşimleri veya kaynak dikişlerinin şekli standartlara (örneğin; EN ISO 17659, ISO 2553, ISO 9692-1 ya da TS) uygun olmalıdır. Bunlar, üretici belgelerinde (resimler, vs.) belirgin olarak, örneğin; standart sembollerle tanımlanacaktır.

1.2 Standarttan farklı olan kaynak dikişi şekilleri veya semboller, üretici belgelerinde (resimler, kaynak planları veya spesifikasyonlarda) ayrıntılı olarak gösterilmeli, mümkünse açıklanmalıdır. Bunlar **TL** tarafından onaylanmalıdır (örneğin; resimlerin incelenmesi veya kaynak yöntem testleri ile birlikte).

1.3 İlettiği kuvvetin türüne (statik veya dinamik) ve büyüklüğüne göre yeterli olacak şekilde veya uygun dizayn edilen kaynak dikişi şekli seçilecektir. Gerekiyorsa dizayn hesapları kanıtlanacaktır (bunun için A.2'ye göre tamamlayıcı kurallara bakınız).

2. Yapıma Ait Bilgiler

2.1 Onay için verilen üretici belgeleri, kaynaklı birleştirmelerin kalitesi ile ilgili ve **TL** sörveyi için gerekli yapım bilgilerini içerecektir. Burada malzeme ve kaynak dikişi şekli ile birlikte aşağıdaki bilgiler de verilecektir:

- Kaynak dikişi hazırlama yöntemleri (mekanik, termik, vs.),
- Kaynak yöntemi, kaynak pozisyonları,
- Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri,
- Ön ısıtma, gerektiğinde kaynak sırasında ısı girdisi,
- Kaynak dikişi yapımı ve paso sayısı,
- Kaynak sırası (özel hallerde),
- Kök hazırlama (yöntem),
- Kaynak sonrası ısıl işlem (varsa),
- Aynı zamanda kaynak edilen üretim test parçalarının yeri ve sayısı (isteniyorsa).

Kaynaklı birleştirmelere uygulanan isteklere ait bilgiler ve bunların kontrolü hakkında 3'e bakınız.

2.2 Onaylı kaynak prosedürleri, kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemelerle bağlantılı olarak kaynak dikişlerinin hazırlanması ve yapılması, normal kaynak ve gemi inşaat uygulamasına ayrıca kurallar ve tanınmış standartlara uyuyorsa TL bunların üretim dokümanlarında özel olarak gösterilmesi ya da belirtilmesi gerekliliğini kaldırabilir.

3. Kaynaklı Birleştirmelere ait İstekler, Kontroller

3.1 Onay için verilen üretici belgelerinde (örneğin; resimler, kaynak veya kontrol planları) kaynaklı birleştirmelerdeki kalite istekleri de belirtilecektir. Bu, kullanma alanına bağlı olarak, kaynak dikişi faktörü ile (Bölüm 13 ve Bölüm 14) veya dikiş kalite derecesi ile (Bölüm 12, I Tablo 12.9), veya ISO 5817 ya da ISO 10042 ya da TS EN ISO 5817 göre kategori değerlendirmesi ile yapılabilir. İstenilen kaynak dikişi kalitesinin kanıtlanması için uygulanan testler (test yöntemleri ve test kapsamı) de bildirilecektir.

3.2 Belirtilen istekler, gazlara ve sıvılara karşı sızdırmazlık veya belirli ortamlarda korozyona dayanıklılığı da içerir.

3.3 Kaynak yöntemleri ve üretim testleri için Bölüm 4'e, uygulanması ile ilgili olarak Bölüm 12 ÷ Bölüm 6'ya, tahribatsız muayeneleri için Bölüm 10 ve uygulanması

ile ilgili olarak Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'ya bakınız.

C. Malzemeler, Kaynaklanabilirlik

1. Kaynaklanabilirlik, Uygulama

Kaynaklı konstrüksiyonlarda, yalnız kaynaklanabilirliği kanıtlanan malzemelerin kullanılmasına müsaade edilir. Yöntem testlerine ve malzeme onayına bağlı uygulamayı sınırlayan, koşullar ve malzeme üreticisinin önerileri, kaynaklı birleştirmelerin dizaynı sırasında göz önüne alınacaktır. TM çeliklerinin kullanımında ve işlenmesinde **TL**'nin özel önerileri göz önüne alınmalıdır.

2. Malzemeye Bağlı Özellikler

Haddelenmiş malzemenin kalınlık doğrultusundaki (D.7.2'ye bakınız) mukavemet değerleri, kaynak sonucu olarak, soğukta sertleştirilmiş alüminyum alaşımlarının yumuşaması veya çeşitli malzemelerin ısıl genişlemelerinin farklı dereceleri gibi malzemeye bağlı özellikler, kaynaklı yapıların ve kaynaklı birleştirmelerin dizaynında ve ölçülendirilmesinde göz önüne alınmalıdır.

3. Kaplanmış Levhalar

Ana malzeme ile kaplama malzemesi arasındaki bağlantı mukavemetinin yeterliliğinin malzeme testleri ile kanıtlanması halinde (bakınız Kısım 2 Malzeme Kuralları Bölüm 3, G) "kaplanmış levha" tek parça levha olarak göz önüne alınabilir (kaplanmış levhaların köşe kaynaklı birleştirmelerinde kaynak ortalama levha kalınlığına kadar alınır).

4. Malzeme Çiftleri, Korozyon

Deniz suyunda ve diğer elektrolitik bir ortamda çalışan farklı iki malzemenin bir çift oluşturması halinde (örneğin; alaşımsız (gemi) yapı çeliği ile paslanmaz çeliğin kaynakla birleştirilmesinde) potansiyel farkından dolayı meydana gelebilecek büyük ölçüdeki korozyon olasılığı göz önüne alınmalıdır. Mümkün olduğunca bu şekildeki kaynaklar korozyon tehlikesinin daha az olduğu yerlere tertiplenmeli veya korozyona karşı koruyucu özel önlemler alınmalıdır (örneğin; koruyucu kaplama boya veya katodik korunma gibi).

D. Dizayn Ayrıntıları

1. Ulaşılabilirlik, Yapım, Kontrol Edilebilme

1.1 Henüz dizayn safhasında iken, kaynaklı birleştirmelerin, üretim sırasında, kaynağın mümkün olan en iyi pozisyon ve sırada yapılabilecek şekilde en uygun ve ulaşılabilir yerlerde olması planlanacaktır.

1.2 Kaynaklı birleştirmeler ve kaynak sırası aşırı şekil değiştirmeye yol açmayacak ve kalıcı kaynak gerilmelerinin en az mertebede kalmasını sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir. Kaynaklı birleştirmelerin ölçüleri gereğinden daha fazla olmamalıdır.

1.3 Kaynaklı birleştirmelerin dizaynı, öngörülen kaynak dikişinin tipi ve kalitesi, istenilen üretim koşullarında kusursuz olarak sağlanabilecek şekilde yapılmalıdır (örneğin; tek ve çift taraflı alın kaynağı dikişlerinde kök nüfuziyetinin tam olması gibi). Aksi takdirde daha basit bir tipte kaynak dikişi seçilir ve bunun muhtemelen düşük mertebedeki yük taşıma kapasitesi, ölçülendirmede göz önüne alınır.

1.4 Şiddetli zorlamaların etkilemesi nedeni ile genellikle muayene edilmesi gereken kaynaklı birleştirmeler, kaynak hatalarının saptanması için kullanılan muayene yöntemlerinin (röntgen, ultrasonik veya yüzey çatlağı metodları, muhtemelen bunların birlikte yapılması) güvenilir olarak uygulanabilmesini sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir.

2. Kaynaklı Birleştirmelerin Yeri ve Düzenlenmesi

2.1 Konstrüksiyon sonucu büyük gerilme yığılmaları bulunan - özellikle dinamik zorlamalar etkisinde olan - bölgelerde kaynaklı birleştirmelerden kaçınılacak veya kaynaklı birleştirmeler, kaynak sonucundan dolayı ek çentik etkilerini önemsiz hale getiren düzgün gerilme akışını sağlayacak şekilde dizaynı yapılacaktır (Kısım 1 Tekne Bölüm 3,D).

2.2 Kazanlarda ve basınçlı kapların yük etkisinde olan cidarlarında, alın kaynağı dikişlerinin kesişmesinden kaçınılmalıdır. Boru ve silindirik

cidarlardaki kaynaklı birleştirmelerinin boyuna dikişleri birbirlerinden en az 50 mm. aralıkla yerleştirilecektir.

Tekne yapımında alın kaynağı dikişlerinin kesişmesine müsaade edilir. Bununla birlikte mümkünse ilk (örneğin; boyuna) kaynak dikişi tamamlanacak ve nihayetleri temiz olarak perdahlanacak ve bundan sonra ikinci (enine) kaynak dikişi yapılacaktır.

3. Kaynak Dikişlerinde Yerel Yığılmalar ve En Küçük Aralık

3.1 Kaynak dikişlerinin yer yer biribirlerine yaklaşarak yığılma oluşturmalarından ve aralarında yetersiz aralık bırakılmasından kaçınılmalıdır (Bölüm 12,G.4'e bakınız). Kaynak dikişleri gereğinden fazla ölçülendirilmemelidir. İç köşe kaynağı dikişi kalınlığı, kaynak edilen levhaların kalınlıklarından en küçüğünün 0,7 katını aşmamalıdır.

3.2 Yan yana olan alın kaynağı dikişleri arasında en az 50 mm. + 4 x Levha Kalınlığı kadar aralık bulunmalıdır. İç köşe kaynak dikişleri birbirleri ve iç köşe kaynak dikişi alın kaynağı dikişi arasında en az 30 mm. + 3 x Levha Kalınlığı kadar aralık bulunmalıdır. Yenilenen veya eklenen levha parçalarının (şeritlerin) genişlikleri en az 300 mm. veya kalınlıklarının 10 katından büyük olacaktır. Bu değerlerin büyük olanı alınır. (Bölüm 12, G.4.1'e bakınız).

4. Oyuklar, Kaynak Geçiş Delikleri

4.1 Örneğin; stifnerlerin levhalara alın kaynağı yapılmadan önce yerleştirilmesi durumunda yeterli büyüklükte oyuklar (kaynak geçiş delikleri) açılmalıdır (Bölüm 12,G.5'e bakınız). Kaynak geçiş delikleri yarıçapı en az 25 mm. veya 2 x Levha Kalınlığından büyük olmak üzere yuvarlatılacaktır. Bu değerlerden en büyüğü alınır.

4.2 Özel hallerde, örneğin; yüksek dinamik zorlamaların etkisinde olan yapı parçalarının alın kaynak dikişleri bölgesinde levhaya bağlanan elemanda kaynak geçiş delikleri yerine çift taraflı kaynak ağzı açılarak (K dikişi) iki taraftan kaynak edilmesi daha elverişli olabilir. Burada alın kaynağında oluşacak kök hataları levhanın ters tarafından işlenerek giderilir.

5. Lokal Takviyeler, Dablinler

5.1 Lokal olarak gerilme artışı etkisinde olan levhalarda (kirişler, borular, kap cidarları dahil) mümkünse dablin yerine daha kalın levhalar kullanılmalıdır. Yatak burçları, göbekleri, vs. levhaya geçme olarak kaynatılmış daha kalın levhalar, dövme parçalar ve benzeri elemanlarla esas olarak aynı biçimde olmalıdır.

5.2 Dablin levhalardan kaçınılamadığı hallerde dablinler 2 x Levha Kalınlığından daha kalın ve dablin kalınlığının 30 katından daha geniş olmamalıdır. Dablinlerin ve özellikle nihayetlerinin kaynağı için Bölüm 12, G.6'ya bakınız. Basınçlı kaplardaki oyukların takviyesinde uygulanan dablinlerin dizaynı ve kaynağı için Tekne İnşa Kuralları'na bakınız.

6. Gerilme Akışı, Geçişleri

6.1 Taşıyıcı elemanlar üzerindeki bütün kaynaklı birleştirmeleri; rijitlik sürekliliğini bozmayan, büyük iç ve dış çentikler oluşturmayan ve genişlemeye engel olmayan mümkün olabilecek en düzgün gerilme akışını sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir.

6.2 Boyutları farklı olan elemanların birleştirmelerinde bir boyuttan diğerine geçiş düzgün ve tedricen olacaktır (örneğin; kalın parçaya eğim vererek). Çelik döküm ve dövme parçalarda bunlara bağlı döküm veya dövme kaynak flençleri öngörülür (Bölüm 12, G.3'e ve Tekne İnşa Kuralları'na bakınız).

7. Çift T (Çapraz) Birleştirmeler, Kalınlık Doğrultusundaki Gerilmeler

7.1 Çift T (çapraz) birleştirmelerde, hadde mamullerinin, artık kaynak gerilmelerin veya taşıdıkları yüklerin kalınlık doğrultusundaki zorlamalarından dolayı meydana gelebilecek tabakalaşma suretiyle yırtılmalara karşı dizayn sırasında uygun yapısal önlemler alınmalıdır. Bunlar en az dolgu malzemesi hacimli uygun kaynak ağzı şeklinin seçimi veya kalınlık doğrultusunda büzülme gerilmelerini azaltacak kaynak sırası dizaynını içerir.

7.2 Kalınlık doğrultusunda çok şiddetli gerilmelerin bulunması halinde, (örneğin; büyük hacimli dolgu malzemesi içeren tek veya çift taraflı alın kaynağı dikişleri) özellikleri iyileştirilmiş malzeme mamülün yüzeyine dik olarak yerleştirilmek sureti ile uygulanır (Malzeme Kuralları Bölüm 3, M).

8. Soğukta Şekil Verilmiş Elemanların Kaynağı

Yapı (Gemi) çeliklerinden soğukta şekil verilmiş elemanların kaynağına, Bölüm 12, G.8'deki koşullara uygun olması halinde müsaade edilir. Özel hallerde kaynaktan sonra ısıl işlem gerekli olabilir veya kaynaktan sonra dayanıklılığının yeterli olduğunun kanıtlanması istenebilir.

9. Diğer Dizayn Önlemleri

9.1 Profillerin oluklarına, hadde işlemi sonucu bu bölgede oluşacak kalıcı gerilmeler ve segregasyon tehlikesinden dolayı kaynak dikişi yapılmamalıdır.

9.2 Korozyon tehlikesi olan bölgelerde kaynaklı birleştirmeler (köşe kaynakları), yapı elemanları, oyuklar, vs. etrafında sızdırmazlığı sağlayacak şekilde çepeçevre ve sürekli olarak yapılmalıdır.

9.3 Yapısal nedenlerle oyukların takviyeleri (dablinler), monte edilmiş blok flençler, taşıyıcı halkalarda olduğu gibi kapalı boş hacimleri olan elemanlara ısıl işlem yapılıyorsa bir havalandırma olanağı sağlanır (örneğin; delik açılması öngörülür).

E. Kaynaklı Birleştirmelerin Ölçülendirilmesi

1. Ölçülendirme, Hesaplama

1.1 Ölçülendirme, Yapım Kurallarına uygun olarak söz konusu dikişin şekline, kalitesine ve zorlamaların türüne (statik-dinamik) ve şiddetine göre yapılır. Kaynak dikişi ölçüleri (isteniyorsa) onay için gönderilen üretim belgelerinde belirtilmelidir. İç köşe kaynağında boyutlandırma verilerinde, kaynak yüksekliği "a"nın veya dikiş kotu (kenar uzunluğu) "z"nın esas alındığı belirtilecektir.

1.2 **TL** (Yapım Kurallarına göre veya resimlerin incelenmesinin bir kısmı olarak) tarafından isteniyorsa kaynak dikişinin yeterli boyutlandırıldığının matematiksel kanıtlaması (genel gerilme analizi ve/veya yorulma mukavemeti kanıtlanması) sağlanacaktır.

2. İç Köşe Kaynak Dikişlerinin Minimum Kalınlığı

İç köşe kaynak dikişi kalınlıkları, **TL** kurallarına veya hesaplama sonuçlarına göre ölçülendirilir. Kurallarda belirlenmeyen dikiş kalınlıkları, dizayn hesapları minimum istekleri sağlayacak şekilde aşağıdaki dikiş kalınlığı ile yapılır:

a = 0,5 x Levha Kalınlığı

olmalıdır. Burada ölçülendirme için en küçük levha kalınlığı esas alınır.

Başka türlü bir anlaşma yoksa (örneğin; küçük levha kalınlıklarının uygun bağlama tertibatında (jig) tam mekanik kaynağı için) minimum dikiş kalınlığı aşağıdaki formülle belirlenir:

$$a_{min} = \sqrt{\frac{t_1 + t_2}{3}} \quad [mm]$$ 3 mm.den küçük olamaz.

Burada :

t_1 = İnce olan levhanın kalınlığı (örneğin; T birleştirmelerinde gövde kalınlığı [mm]

t_2 = Kalın olan levhanın kalınlığı (örneğin; T birleştirmelerinde alın laması kalınlığı [mm]

Daha küçük minimum iç köşe dikişi kalınlığına (örneğin; 2,5 mm.) kaynağın kusursuz yapıldığı kaynak yöntem testi ile kanıtlanması halinde müsaade edilebilir.

3. İşleme Payı

Kaynak dikişinde, daha sonra yapılacak mekanik işlenmesinde, işin bitiminde istenilen minimum dikiş kalınlığı kalacak şekilde yeterli işleme payı (kalın kaynak dikişlerinde) sağlanacaktır. Bu özellikle, yalnız kısmi nüfuziyetli kaynaklara (örneğin; bazı makina parçalarındaki kaynak dikişlerine) uygulanır; bu durumda, kaynak dikişlerinin mekanik işleme için başlangıçtan daha derin olması öngörülür. Bazı kaynak kalite dereceleri istekleri için uygulanan çentik arındırma taşlaması durumunda, uygun bir şekilde kalın kaynak dikişleri doldurulacaktır.

BÖLÜM 8

KAYNAKLI BİRLEŞTİRMELERİN YAPILIŞI

Sayfa

A. GENEL **8-** 2
1. Kapsam, Tamamlayıcı Kurallar
2. Kaynak İşyerinden İstenenler
3. Malzemeler, Markalama
4. Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri
5. Üzerine Kaynak Yapılabilir Astar Boyalar
6. İmalatçı Dokümanları, İşyeri Standartları
B. KAYNAK AĞZI HAZIRLANMASI, MONTAJ **8-** 2
1. Kaynak Ağzı Hazırlanması
2. Kaynak Şekilleri, Kök Açıklıkları (Hava Aralığı)
3. Yapı Elemanlarının Hizalanması
4. Puntalama ve Kaynağa Hazırlık
C. HAVAYA KARŞI KORUNMA, ÖN ISITMA **8-** 3
D. KAYNAK POZİSYONLARI, KAYNAK SIRASI **8-** 4
E. KAYNAK ÇALIŞMALARININ YAPILIŞI **8-** 4
F. DOĞRULTMA, TOLERANSLAR **8-** 5
G. KAYNAKTAN SONRAKİ İŞLEMLER **8-** 5

A. Genel

1. Kapsam, Tamamlayıcı Kurallar

1.1 Bu bölüm, kaynak ağzı hazırlanmasından sonraki işlemler dahil kaynaklı birleştirmelerin tamamlanmasına kadar kaynak çalışmalarının yapılışına uygulanan genel kuralları içerir. Isıl işlemler için Bölüm 9, Kaynaklı birleştirmelerin testleri için Bölüm 10 ve 11'e bakınız.

1.2 Kaynak çalışmalarının yapılışı için ek olarak Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'nın ilgili bölümlerinde uygulama ile ilgili istekler de geçerlidir. Bunlarla birlikte Yapım Kurallarındaki ilgili istekler de göz önüne alınmalıdır.

2. Kaynak İşyerinden İstenenler

2.1 Kaynak çalışması yapmak isteyen tüm işyerleri Bölüm 2, 3 ve 4 ve gerekiyorsa Bölüm 10'da belirtilen kaynak işyeri için istenen koşulları yerine getirmelidir.

2.2 İşyerleri güncel belgeleri hazır bulunduracak ve sörveyör istediğinde kendisine verecektir. Gerekli hallerde (örneğin; işyerinin uzun süre çalışmaya ara vermesinde) **TL** işyerini yeniden kontrol edebilir. Bölüm 2, A.4.2 ve Bölüm 3, E'ye bakınız.

3. Malzemeler, Markalama

3.1 Kaynak yönteminin yapılmasında, yalnız var olan üretim koşulları altında türü ve kaynaklanabilirliği, şüpheye yer bırakmayacak şekilde markası, sertifikası, vb. yardımıyla saptanabilen malzemeler kullanılabilir.

3.2 Şüpheli durumlarda malzemelerin kaynak yönteminin başlamasından önce türü ve kaynaklanabilirliği kontrol edilmelidir.

4. Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri

4.1 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri olarak Bölüm 5'e göre denenmiş, **TL** tarafından onaylanmış ve kaynak yapılacak ana malzemeye uygun kalite derecelerindeki malzemeler kullanılabilir. Farklı tekne yapım çeliklerine uygun değişik kalite dereceleri Bölüm 12'deki Tablo 12.1'de görülmektedir.

4.2 Özel malzemeler veya özel kaynak yöntemleri için kaynak yöntemi (ön) testlerine dayanarak onaylanan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri yalnız ilgili onay sertifikasında belirtilen uygulama alanında kullanılabilir. Bu uygulamaya ait özel koşullar ve kurallar var ise bunlar da göz önüne alınmalıdır.

4.3 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri yalnız testlerin içerdiği elektrot çapları ile ve onaylanmış kaynak pozisyonlarında kullanılabilir. Uygulamada üreticinin öneri ve uyarıları (örneğin; akım türü ve kutbu) göz önüne alınmalıdır.

4.4 Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri gerektiğinde kullanılmadan önce üretici talimatına göre kurutulur (maksimum kurutma süresi aşılmamalıdır) ve çalışma alanında kuru olarak (elektrikli elektrod termosları, muhafazalar, vb. içinde) saklanır.

5. Üzerine Kaynak Yapılabilir Astar Boyalar

5.1 Kaynaktan önce levhalara, profillere, vs.'ye uygulanan ve kaldırılmayan üzerine kaynak yapılabilir astar boyalar (shop primer) Bölüm 6'ya göre test edilmeli ve onaylanmalıdır.

5.2 İşyeri, uygun kontroller (özellikle boya kalınlığı) ve üretim süresince rastgele üretim testleri yaparak, kaynaklı birleştirmelerin kalitesinin kabul edilemeyecek derecede olumsuz etkilenmemesini sağlamalıdır.

6. İmalatçı Dokümanları, İşyeri Standartları

6.1 Kaynaklar; onaylanmış resimler, kaynak planları veya **TL** tarafından tanınmış işyeri standartlarına göre yapılır. Bu kuraldan farklı olarak yapılacak her değişiklik için **TL**'nun onayı gereklidir.

6.2 İmalatçı dokümanlarındaki verilere uyulmasının sağlanmasından işyeri sorumludur.

B. Kaynak Ağzı Hazırlanması, Montaj

1. Kaynak Ağzı Hazırlanması

1.1 Kaynak ağzı hazırlanması, termal kesme veya mekanik işleme ile yapılabilir. Termal kesilen kaynak ağzı kenarları (kesik yüzeyleri), kesme işleminin kaynaklı birleştirmeleri olumsuz etkileme olasılığı varsa mekanik

olarak da işlenir (örneğin; taşlanır). Dökme ve dövme çelik parçalardaki kaynak ağızları her defasında hadde ve döküm kabuklarından temizlenmesi için en azından taşlanmalıdır.

1.2 Kaynak ağzı kenar yüzeylerinde, kaynaklı birleştirmelerin kalitesine zarar verebilecek hatalar ve pislikler bulunmamalıdır (örneğin; katmerler, kaba kesme yarıkları ve cüruflar gibi). Kaynak yönteminden önce kaynak yapılacak parçaların kaynak ağzı kenarlarında olabilecek hatalar; örneğin; çatlaklar, kalıntılar, boşluklar veya gözenekler araştırılmalı gerekiyorsa tahribatsız muayenelerle kontrol edilmelidir.

2. Kaynak Şekilleri, Kök Açıklıkları (Hava Aralığı)

2.1 Yapı elemanlarının kaynak için hazırlanmasında ve montajında atölye dokümanlarında verilen dikiş biçimlerine ve kök açıklıklarına dikkat edilmelidir. Özellikle tek taraflı ve çift taraflı alın kaynaklarında yeterli nüfuziyetin sağlanması için kök açıklığının doğru olması çok önemlidir.

2.2 Kök açıklığı, ön görülen aralığın iki katını aşmamalıdır. Bu değer, müsaade edilen sınırı, sınırlı bir bölgede yerel olarak aşması durumunda, - sörveyörün onayı ile - yan cidarlara dolgu kaynağı yapılarak azaltılabilir. İç köşe dikişlerinde a - boyutu arttırılabilir veya - daha büyük aralıklarda - bir tek taraflı veya çift taraflı ağız açılmış dikiş uygulanabilir. Bu aralıklara dolgu parçası veya tellerin kaynak edilmesine müsaade edilmez.

3. Yapı Elemanlarının Hizalanması

3.1 Alın kaynağı ile birleştirilecek yapı elemanları mümkün olduğu kadar hassas bir şekilde aynı hizaya getirilerek yerleştirilmelidir. Bu nedenle levha kaplamalara kaynak edilen profillerin uçları kaynak edilmeden bırakılır. Özellikle enine yapı elemanları ile kesilen kirişlerin aynı hizaya getirilerek yerleştirilmesine çok dikkat edilmelidir; gerektiğinde enine elemanlara kontrol delikleri açılmalı ve bunlar sonradan kaynakla kapatılmalıdır.

3.2 Kenarların aynı hizaya getirilmesinde müsaade edilebilen hatalar yapı elemanlarının türüne, önemine ve yüklenmesine bağlıdır ve bu kuralların çeşitli bölümlerinde ele alınmıştır. Özel yükleme koşulları veya diğer kullanma maksadı ile ilgili istekler kenarların aynı hizaya getirilmesindeki hatada bir sınırlandırma gerektiriyorsa müsaade edilebilen hata üretim belgelerinde belirtilmelidir.

4. Puntalama ve Kaynağa Hazırlık

4.1 Puntalama kaynakları eğitilmiş personel tarafından mümkün olduğu kadar az yapılmalıdır. Bunların kalitesi daha sonra gerçekleştirilecek kaynaklı birleştirmeye uygun değilse, kaynağın bitiminden sonra özenle temizlenmelidir.

4.2 Tutturma plakaları geçici bağlantılar ve ayar pimleri ana malzeme ile aynı veya benzer bileşimdeki malzemeden yapılmalı ve gereğinden fazla kullanılmamalıdır. Bunların kaldırılması esnasında meydana gelebilecek hasarlar özenle onarılmalıdır.

4.3 Mekanize kaynak yöntemlerinde veya alın kaynağı dikişinde başlangıç ve nihayet krater hatalarından kaçınılması için kaynak dikişinin uzantısına başlangıç ve bitiş levhaları konulacaktır.

4.4 Yapı elemanının kaynak dikişi bölgesi temiz ve kuru olmalıdır. Kir, pas, kesme cürufları, yağ, boya (üzerine kaynak edilebilir astar boyalar dışında) nem ve pislikler kaynaktan önce titizlikle temizlenmelidir.

C. Havaya Karşı Korunma, Ön Isıtma

1. Kaynak çalışmalarının yapıldığı bölge rüzgar, nem ve soğuk gibi hava koşullarından yeterli önlemler alınarak korunmalı ve gerektiğinde ön ısıtma yapılmalıdır.

2. Bir ön ısıtmanın gerekli olup olmadığı ve seviyesi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bunlar kimyasal bileşim, levha kalınlığı, iki veya üç boyutlu ısı dağılımı, ortam veya işlenen parçanın sıcaklığı, kaynak sırasındaki ısı girdisi (kaynak dikişinin birim boyuna uygulanan enerji). Ayrıntılar Bölüm 9 ve Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'nın bölümlerinde verilmiştir.

3. Ön ısıtma bütün levha veya yapı elemanının kalınlığı boyunca 4 x Levha Kalınlığı genişliğinden (en az 100 mm.) düzgün olarak yapılmalıdır. Ön ısıtma imalat kaynaklarında olduğu gibi punta ve yardımcı kaynaklarda da gerekebilir.

D. Kaynak Pozisyonları, Kaynak Sırası

1. Kaynaklar mümkün olan en uygun kaynak pozisyonunda yapılacaktır; Zor kaynak pozisyonları ancak zorunlu durumlarda kullanılmalıdır. Zor kaynak pozisyonları, bunlar için yeterlilik sertifikası olan kaynakçılara yaptırılmalıdır. Yukarıdan aşağıya düşey pozisyonlar için Bölüm 12, H.7'ye bakınız.

2. Kaynak sırası büzülmeler en az olacak şekilde düzenlenmelidir. Prensip olarak levha kaplama alanındaki alın kaynağı birleştirmeleri; kirişler stifnerler ve diğer bağlantılar yerleştirilmeden önce tamamlanmalıdır. Özel durumlarda **TL**, yapım sırası veya kaynak sırası planı isteyebilir.

E. Kaynak Çalışmalarının Yapılışı

1. Kaynak işyeri belirtilen kaynak parametrelerine uyulmasını ve kaynak çalışmalarının uzmanca yapılmasını sağlamalıdır.

2. Kaynak yapılırken yapı elemanları belirgin hareket veya sarsıntılara maruz kalmamalıdır.

Vince asılı olan veya yüzen parçaların birleştirilmesinde, dikişin ağzındaki puntalama kaynağından önce yardımcı parçalarla bağlanarak birbirlerine göre hareketleri önlenmelidir. Kaynak bağlantıları tamamlanmamış yapı elemanlarının taşınması veya döndürülebilmesi için var olan birleştirmelerin yük taşıyabilme bakımından yeterli olması gerekir.

3. Çatlamış punta kaynakları tekrar kaynaklanamaz, makine ile kazınarak çıkarılmalıdır. Çok pasolu kaynaklarda, bir önceki pasonun cürufu tam olarak temizlenmeden önce kaynağa devam edilmemelidir. Gözenekler, görünür cüruf kalıntıları veya diğer kaynak hataları ile çatlaklar onarıldıktan ve işlendikten sonra kaynağa devam edilmelidir.

4. Kaynak dikişleri yeterli nüfuziyete ve ana malzemeye yumuşak geçişler yapan temiz ve düzgün yüzeylere sahip olmalıdır. Dikişlerin aşırı yüksek oluşu ve yanma olukları (çentikleri) ile levha veya kesme kenarlarındaki çentiklerden kaçınılmalıdır.

5. Alın kaynağı bağlantıları bazı özel haller için başka türlü belirtilmemişse bütün kesit boyunca kaynak edilmelidir. Bu maksatla kural olarak kök için kaynak ağzı açılır ve arkadan kaynak edilir. Tek taraflı kaynaklar, örneğin; seramik altlıklar üzerinde, - (başarılı olarak geçmiş ve **TL** tarafından onaylanmış bir yöntem testinden sonra)- iki tarafından kaynak edilen dikişlere eşdeğer olarak onaylanabilirler. Diğer tek taraflı kaynak edilebilecek bağlantılar, (örneğin; kalıcı havuz altlıkları üzerinde) teknik resimlerin incelenmesi sırasında **TL** tarafından onaylanmalıdır.

6. Tek taraflı ve çift taraflı alın kaynakları dizayn verilerine göre bütün kesitlerde kök işlenmiş kaynaklı birleştirmeler olarak veya müsaade edilebilen bir kök hatası veya kaynak edilmemiş kök kabul edilip gerekli redüksiyon katsayıları göz önüne alınarak yapılabilir. Burada Bölüm 12, G.10.2'ye bakınız. Ancak bu uygulama tarzı resimlerde belirtilmeli ve **TL** tarafından bu resimlerin kontrolünde onaylanmalıdır.

İç köşe dikişlerinde iyi kök nüfuziyetine özel özen gösterilmelidir. Nüfuziyet en azından teorik kök noktasının çok yakınına kadar gelmelidir. İç köşe dikişi kesiti ideal olarak eşkenarlı, düzgün yüzeyli ve ana malzemeye geçişleri yumuşak olan bir kesit amaçlanmalıdır. Gövde levhalarının (web) nihayetlerinde, oyuklarda veya kaynak geçiş deliklerinde iki taraftaki iç köşe dikişleri; birbirleriyle birleştirilerek süreklilik kazandırılmalıdır.

7. Büyük çaptaki işçilik veya malzeme hatalarının onarılması yalnız sörveyörün izni ile yapılabilir. Küçük yüzey hataları, yüzey taşlanarak giderilebilir. Daha derine inen hatalar (örneğin; çatlaklar veya montaj yardımcı tertibatlarının çıkarılması sırasında yırtılan kaynak yerleri) temiz bir şekilde işlenmeli, taşlanmalı ve yeterli ısı girdisi sağlayacak şekilde kaynak edilmelidir.

8. Dökme ve dövme çelik parçalarda yapılacak onarım kaynakları (üretim kaynakları) yalnız sörveyörün izni ile yapılabilir. Büyük kapsamlı onarımlarda ana malzeme analizi, kaynak yöntemleri ve kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerine ait ayrıntıları da içeren onarım prosedürleri ve açıklamaları **TL** Merkez Ofisine onay için gönderilecektir. **TL**, yapı elemanına kaynaktan sonra gerilme giderme tavlaması veya özel durumlarda yeniden bir ısıl işlem isteyebilir.

9. Yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri ve yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) ince taneli yapı çeliklerinin, paslanmaz östenitik çeliklerin, alüminyum alaşımlarının işlenmesi ve kaynağı için Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'nın ilgili kural ve uyarılar göz önüne alınmalıdır. Bu çalışmalar için **TL**, ilgili bir kaynak spesifikasyonunun verilmesini isteyebilir.

F. Doğrultma, Toleranslar

1. Doğrultma işlemleri (termik veya mekanik) malzemenin kalitesini ve kaynaklı birleştirmeleri bozmamalıdır. **TL**, doğrultma işleminin uygunluğunun kanıtlanmasını isteyebilir (örneğin; kaynak yöntem testi ile). Bu özellikler yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) ince taneli yapı çeliklerine uygulanır.

2. Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'nın çeşitli bölümlerinde veya üretim belgelerinde belirgin olarak toleranslar verilmemişse, kaynaklı yapılar için standartlardaki boyutsal toleranslar uygulanır (EN/ISO 13920, ISO 5817 ya da ISO 10042 ya da TS EN ISO 5817ye bakınız). Narinlik derecesi veya değerlendirme kategorileri (sınıfları) üretim belgelerinde belirtilmelidir. **TL**, mukavemet ve/veya işletme emniyetinden dolayı **TL**, diğer (küçük) toleranslar isteyebilir.

G. Kaynaktan Sonraki İşlemler

1. Kaynak dikişlerinde kaynak sonrası bir işlem gerekiyorsa (örneğin; dinamik yükleme halinde yüzeyin düzgün olması için düzeltilmesi), bu işlemler kaynaklı birleşimin karakteristiklerini (mekanik özelliklerini) bozmayacaktır. **TL** bunun için bir kanıt isteyebilir.

2. Isıl işlemler için Bölüm 9'a, tahribatsız muayenelerde yüzeyin işlenmesi için Bölüm 10, F.1'e bakınız.

BÖLÜM 9

ISIL İŞLEMLER

Sayfa

A. KAPSAM **9-** 2
B. ISIL İŞLEM İÇİN TERTİBAT VE CİHAZLAR **9-** 2
1. Ön Isıtma İçin Tertibat ve Cihazlar
2. Sabit Tavlama Tertibatı (Tavlama Fırınları)
3. Diğer Tavlama Teçhizatı
C. ISIL İŞLEM İÇİN ESASLAR **9-** 2
D. HAVAYA KARŞI KORUNMA, ÖN ISITMA, KAYNAK ESNASINDA ISITMA **9-** 3
1. Havaya Karşı Korunma, Soğukta Kaynak
2. Feritik Çeliklerin Kaynağı İçin Ön Isıtma
3. Pasolar Arası Sıcaklığının Kontrolü
4. Kaynak Dikişinin Birim Uzunluğundaki Isı Girdisi Kontrollü Kaynak
5. Diğer Çeliklerin veya Metalik Malzemelerin Ön Isıtması ve Isı Girdisi
E. KAYNAKTAN SONRAKİ ISIL İŞLEMLER **9-** 7

A. Kapsam

1. Bu kurallar, kaynaklı elemanlarının, kaynaktan önce, kaynak sırasında ısıtma ve gerekli hallerde kaynaktan sonraki ısıl işlemlerinde uygulanır. Tekne yapım çeliklerinin ön ısıtmaları için Bölüm 12, H.4 ve H.5'e bakınız.

2. Soğukta veya sıcakta şekil verilmiş kaynaklı yapı elemanların (örneğin; küresel veya bombeli aynalar, T parçalar ve boru dirsekleri) kaynaklı birleştirmelerinin ısıl işlemlerine ait istekler, **TL** Kısım 2 Malzeme Kurallarında belirtilmiştir.

B. Isıl İşlem için Tertibat ve Cihazlar

1. Ön Isıtma İçin Tertibat ve Cihazlar

Ön ısıtma, tavlama tertibatları veya hareketli ısıtma cihazları- örneğin; gaz üfleçleri, elektrik indüksiyon veya dirençli ısıtma cihazları (elektrik döşeği)- ile yapılabilir. Burada özellikle istenilen ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklıklarının tüm kaynak işlemi devamınca sabit tutulması ve kontrol edilmesi sağlanabilmesidir.

Sıcaklıklar, uygun cihazlarla veya yardımcılarla (takma termometreleri, sıcaklık algılayıcıları veya sıcaklığa hassas ısı tebeşirleri) kontrol edilebilir.

2. Sabit Tavlama Tertibatı (Tavlama Fırınları)

2.1 Sabit tavlama cihazları (tavlama fırınları) belirli yapı elemanlarına ve konstrüksiyonlara yeterli olacak şekilde boyutlandırılmış ve uygun bir sıcaklık ayar cihazı ile donatılmış olmalıdır. Fırınlar istenilen belirli tavlama sıcaklığını sağlamalı, sıcaklık doğru ve düzgün olarak ayarlanmalıdır (DIN 17052-1, kalite derecesi C).

2.2 Her fırında en az iki tane olacak şekilde yeterli sayıda sıcaklık kayıt cihazları bulunmalıdır. Sıcaklık değişimi periyodik olarak tespit edilmeli ve kaydedilmelidir. Sıcaklık ayar cihazları, sıcaklık ve zaman kayıt cihazları düzgün aralıklarla (en az senede bir defa) kontrol edilmeli ve kontrol sonuçları **TL**'nun isteği halinde kanıtlanmalıdır.

3. Diğer Tavlama Teçhizatı

Madde B.1'de başlıca istekler verilmiştir. Fakat bunlar yapı elemanları ve konstrüksiyonlarla ilgili belirli isteklerdir. Söz konusu ısıl işlem tipleri ve metodları için **TL** ile anlaşmaya varılmalıdır.

Bir yapı elemanının tavlanması için yeterli büyüklükte tavlama fırını yoksa **TL**'nun müsaadesi ile hareketli cihazlar (örneğin; taşınabilir fırın) veya bu maksatla özel dizayn edilmiş tertibat kullanılabilir.

Bunlar işlev, sıcaklık ayarı ve ölçüm bakımından 2.1 ve 2.2'deki istekleri yerine getirmeli ve kullanımdan önce **TL**'ye kontrol için gösterilmelidir. Tavlanması gereken yapı elemanlarının veya kaynak dikişlerinin yalıtımının sağlanmasına özen gösterilmelidir. Yapı elemanlarında kabul edilemeyecek sıcaklık değişimlerinden kaçınılmalıdır.

C. Isıl İşlem İçin Esaslar

1. Isıl işlemler, sıcaklık ölçümleri ve kayıtları uzman personel tarafından yapılmalıdır.

2. Isıl işlem tipi, sıcaklığı ve süresi ve de müsaade edilebilen ısıtma ve soğutma hızları; malzemeye, malzeme kalınlığına, yapı elemanının ve konstrüksiyonun cinsine ve üretim yöntemine bağlı olarak belirlenir. EN 1011 Kısım 1-4 ve Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'nin gerekliliklerine bakınız. Ana malzeme ve kaynak dolgu malzemelerinin üreticilerinin verileri ve önerileri göz önüne alınmalıdır.

3. Bir yapı elemanının veya konstrüksiyonunun ön ve daha sonraki ısıl işlemlerine ait detaylar, **TL**'ye sörvey için verilen üretim belgelerinin içinde belirtilmelidir. Üreticinin kaynak işlemi spesifikasyonları uygulanıyorsa, bu spesifikasyon, ön ısıtmaya kaynak sırasındaki ısı girdisi ve sonraki ısıl işlemlere ait gerekli detayları içermelidir.

4. Normal olarak kaynak sonrası ısıl işleme yapı elemanının tümü tabi tutulmalıdır. Kaynak dikişlerinin kısım kısım veya kesit kesit veya bir kısım alanın, özellikle basınç etkisinde olan yapı elemanının tavlanmasında her durum için **TL**'nun müsaadesi gereklidir. Buna ait bir spesifikasyon, sörvey için **TL**'na gönderilmelidir.

5. Farklı malzemelerin, kaynaklı karmaşık elemanların (örneğin; LPG/LNG - proses basınçlı

kapları ve gaz tankları), soğukta şekil verme dereceleri yüksek (%3'den fazla) yapı elemanlarının veya döküm parçaların geniş kapsamlı konstrüksiyon ve onarım kaynaklarının kaynaklı birleştirmelerinde bir ısıl işlem cinsi ve kapsamı için **TL'**nin müsaadesi gereklidir.

6. Parçalar usulüne uygun olarak ısıl işlem için hazırlanmalıdır. Flenç yüzeyleri ve sızdırmaz yüzeyler kabuklaşmaya karşı yeterli şekilde korunmalıdır. Yapı elemanlarının distorsiyona karşı korunması için gerekli önlemler alınmalıdır; yapı elemanları ve konstrüksiyonlar uygun bir şekilde yerleştirilmelidir. Tavlama, ısıtma ve soğutma esnasında kabul edilemeyen sıcaklık değişimlerinden kaçınılmalıdır.

D. Havaya Karşı Korunma, Ön Isıtma, Kaynak Esnasında Isıtma

1. Havaya Karşı Korunma, Soğukta Kaynak

1.1 Özellikle açıkta yapılan çalışmalarda kaynakların çalışma bölgesi rüzgar, nem ve soğuktan korunmalıdır. Özellikle gaz altı kaynağında hava akımlarına karşı yeterli önlem alınmalıdır. Açıkta uygun olmayan hava koşullarında yapılan çalışmalarda dikiş kenarlarının ısıtılarak kurutulması tavsiye edilir.

1.2 +5°C'ın altındaki ortam sıcaklığında, yapı elemanının örtülmesi, geniş kapsamlı ön ısıtma, özellikle ısı girdisi (bir birim uzunluktaki kaynak dikişin enerji girdisi) düşük olan kaynak yöntemlerinde ön ısıtma (örneğin; ince iç köşe dikişlerinde veya nispeten düşük ısı girdisi örneğin; kalın cidarlı parçalardaki gibi).

-10°C'ın altındaki ortamlarda mümkünse kaynak yapılmamalıdır.

2. Feritik Çeliklerin Kaynağı İçin Ön Isıtma

2.1 Feritik çeliklerin ön ısıtma gereksinimi ve ön ısıtma sıcaklığı çok sayıda faktöre bağlıdır. Bunlar arasında özellikle aşağıdakiler belirtilebilir:

- Ana malzemenin (karbon eşdeğeri) ve kaynak metalinin kimyasal bileşimi,
- Kaynak edilecek parçanın kalınlığı ve kaynaklı birleştirmenin türü (iki veya üç boyutlu ısı girdisi),
- Kaynak yöntemleri ve kaynak parametreleri (kaynak dikişinin birim uzunluğundaki enerji girdisi),
- Büzülme ve şekil değiştirme gerilmeleri,
- Isı etkisindeki bölge ve kaynak metalinin mekanik özelliklerine bağlı sıcaklık,
- Kaynak metalindeki yayılabilir hidrojen miktarı.

2.2 (Tekne) yapı çeliğinin muhafaza edilecek çalışma sıcaklığı (minimum ön ısıtma sıcaklığı ve maksimum ara paso sıcaklığı) EN 1011-2'ye göre belirlenebilir. Kaynak dikişinin birim uzunluğundaki **(1)** iki farklı enerji girdisi ve kaynak metalinin hidrojen miktarı HD **(2)** ve de değişik karbon eşdeğerleri CET **(3)** için ön ısıtma sıcaklığının başlangıç değerleri Şekil 9.1 ve 9.2'de gösterilmiştir.

2.3 **TL** Malzeme Kurallarına göre, Mo veya CrMo alaşımlı yüksek sıcaklığa dayanıklı çeliklerin (kazan yapımında kullanılan) ön ısıtması için yardımcı değerler Tablo 9.2'de verilmiştir. EN 1011-2'ye de bakınız.

2.4 **TL** Malzeme Kurallarına göre soğuğa dayanıklı nikelli çeliklerin ön ısıtması için kılavuz değerleri Tablo 9.3'de verilmiştir. Bunların detayları ve östenitik veya nikel esaslı kaynak yardımcı malzemelerinin kullanım özellikleri için EN 1011-2'ye bakınız.

---

(1) *Kaynak dikişinin birim uzunluğundaki enerji girdisi:*

$$E = \frac{U[volt] \cdot I[Amper] \cdot kaynak\ süresi[dak] \cdot 6}{kaynak\ dikişi\ uzunluğu\ [mm] \cdot 100} \left[\frac{kJ}{mm}\right]$$

(2) *HD 5= 100 g kaynak metalindeki yayılabilir hidrojen maksimum 5 ml.*
HD 15= 100 g kaynak metalindeki yayılabilir hidrojen maksimum 15 ml.

(3) *Karbon eşdeğeri:*

$$CET = C + \frac{Mn + Mo}{10} + \frac{Cr + Cu}{20} + \frac{Ni}{40} [Ağırlıktaki\ \%]$$

Karbon eşdeğerinin hesabı için verilen yukarıdaki formül, EN 1011-2'ye göre akma sınırı 300-1000 MPa olan çeliklere ve aşağıdaki kimyasal bileşimi olanlara uygulanır: %0,05-0,32C, maks %0,8 Si, %0,5-1,9 Mn, maks.%0,75 Mo, maks. %1,5 Cr, maks. %0,7 Cu, maks. %2,5 Ni, maks. %0,12 Ti, maks. %0,18 V, maks. %0,005 B, maks. %0,06 Nb.

Tablo 9.1 Karbon eşdeğeri CET için kılavuz değerler

Çelik kalitesi	CET (Ağırlıktaki %)	
	Ortalama değer (1)	Maksimum değer (1)
TL-A	0,27	0,28
TL-E	0,26	0,27
TL-D36	0,33	0,34
TL-E36TM	0,27	0,28
TL-D40	0,27	0,28
TL-E40TM	0,24	0,25
S275RM	0,25	0,27
S460NL	0,34	0,36
S460ML(TM)	0,27	0,28
S690QL	0,26	0,38
S890QL	0,38	0,41
C22	0,26	0,29
34CrMo4	0,49	0,55
GS20Mn5	0,34	0,41
(1) *Kalınlıkları 50 mm.ye kadar olan mamuller için.*		

Not :

Tablo 9.1'de bazı standart çelik kalitelerinin karbon eşdeğerleri CET (3) için kılavuz değerler verilmiştir. Burada çelik üreticilerinin bilgileri esas alınır. Burada çelik üreticilerinden elde edilen bilgiler temel alınmıştır. Terreddüt halinde CET bilinen analiz yöntemleri ile hesaplanacaktır.

2.5 Yapı elemanının karmaşıklığına, uygulanan kaynak yöntemine, elemandaki kalıcı gerilmelerin yüksekliğine ve (düşük) çevre sıcaklığına bağlı olarak, gerektiği kadar ön ısıtma sıcaklığı arttırılacak veya sınır cidar kalınlığı azaltılacaktır. Ön ısıtma sıcaklığına çeşitli faktörlerin etkisi için Tablo 9.4'e bakınız.

2.6 İş parçasının sıcaklığı, yukarıdaki verilere göre hesaplanan minimum çalışma sıcaklığından düşükse, bir ön ısıtma gereklidir. Bunlar için aşağıda belirtilen çeşitli yöntemler uygulanabilir:

- Kaynaktan önce ve kaynak esnasında devamlı ısıtma,

- Değişimli olarak ısıtma ve kaynak,

- Kaynak esnasındaki ısı girdisi, minimum çalışma sıcaklığının korunmasını sağlıyorsa, sadece kaynak başlangıcından önce ısıtma.

Malzemenin lokal aşırı ısınmadan etkilenmemesi ve kaynak bölgesinin zararlı bir şekilde kirlenmemesi koşulu ile herhangi bir ısıtma yöntemi seçilebilir.

2.7 Kaynağın geri kalanında ön ısıtma gerekiyorsa, punta ve yardımcı kaynaklarda da daima ön ısıtma yapılmalıdır. Bu kurala aykırı olarak punta ve yardımcı kaynakların ısı etkisindeki bölgelerinin bundan sonraki kaynaklarda tekrar erimesi sağlanabiliyorsa ön ısıtma gerekmez. Örneğin; toz altı kaynağında punta yerleri.

2.8 Yukarıdaki isteklerden bağımsız olarak kalın levhaların önemli yardımcı montaj kaynaklarında her durumda ön ısıtma yapılacaktır, örneğin; taşıma halkalarının ve çok kalın cidarların kaynağında ve de kalın cidarlı döküm ve dövme parçalarda.

2.9 Ön ısıtma, bütün levha veya yapı elemanının kalınlığı boyunca dikişin her iki tarafından 4 x Levha Kalınlığı genişliğinde (en az 100 mm.) düzgün olarak yapılacaktır. Yerel aşırı ısınmalardan kaçınılmalıdır. Ön ısıtma gaz üfleçleri ile yapılırken yumuşak ve issiz bir alevle çalışılmak suretiyle dikiş bölgesinin kirlenmemesi sağlanacaktır. Ön ısıtma sıcaklığının ölçümü için EN/ISO 13916'ya bakınız.

2.10 Çok yüksek mukavemetli ve yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) çeliklerde, kalın cidarlı yapı elemanlarında veya karışık konstrüksiyonlu elemanlarda, soğuk çatlaklardan kaçınılması için kaynak esnasında kaynak metaline giren hidrojenin tahliye olması için yeterli zamanın verilmesi maksadı ile önlemler alınması tavsiye edilir.

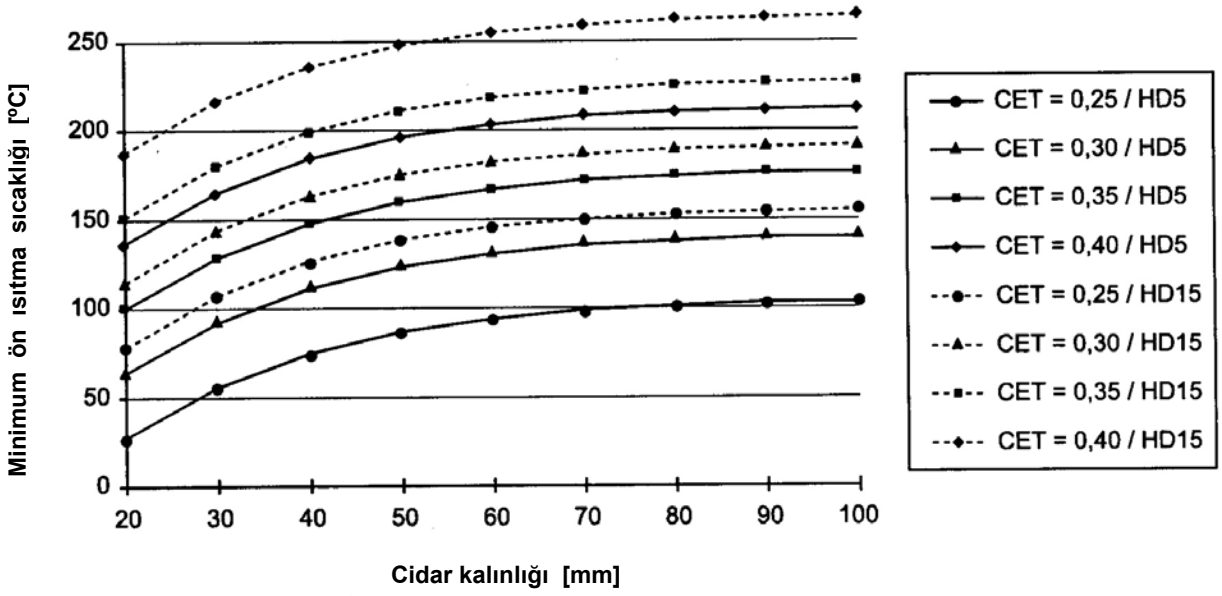
Bunu aşağıdaki yöntemler sağlar:

- Tüm kaynak çalışması boyunca ön ısıtma ve ara pasolarda belirli bir minimum sıcaklığın sağlanması,

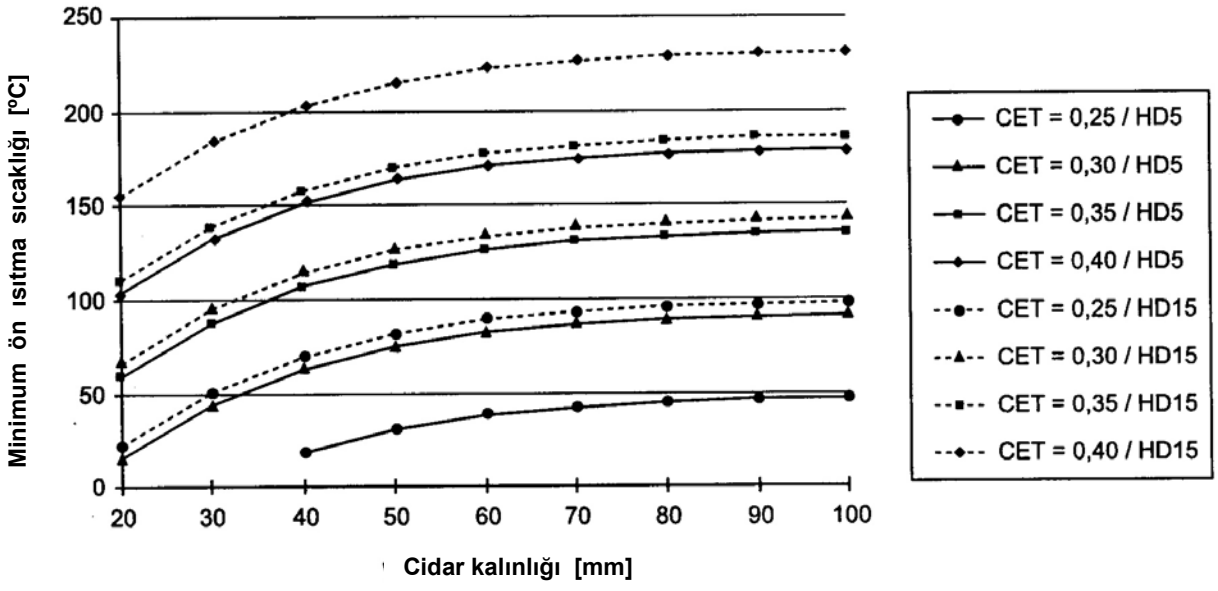
- Kaynaktan sonra soğutmayı geciktirme,

- Soğutmadan önce yaklaşık 250°C'da tutma (hidrojen azaltıcı tavlama),

- Kaynaktan hemen sonra tavlama (arada soğutmadan).



Şekil 9.1 **Ana malzemenin karbon eşdeğerine CET (3) ve kaynak metalindeki hidrojen miktarına bağlı olarak göreceli düşük ısı girdili (birim uzunluktaki enerji (1) E ≈ 0,5 kJ/mm) kaynak yöntemlerinde uygulanan minimum ön ısıtma sıcaklığı (çalışma sıcaklığı)**



Şekil 9.2 **Ana malzemenin karbon eşdeğerine CET (3) ve kaynak metalindeki hidrojen miktarına bağlı olarak göreceli yüksek ısı girdili (birim uzunluktaki enerji (1) E ≈ 3,5 kJ/mm) kaynak yöntemlerinde uygulanan minimum ön ısıtma sıcaklığı (çalışma sıcaklığı)**

Tablo 9.2 Yüksek sıcaklığa dayanıklı çeliklerde (kazan yapımında kullanılan) ön ısıtma için kılavuz değerler

DIN-FACHBERICHT CEN ISO/TR 15608'e göre çelik kategorileri	Çelik kalitesi	Kalınlık [mm]	Kaynak metalinin üst sıradaki H_2 miktarlarına göre minimum ön ısıtma sıcaklığı [°C]		
			≤5 ml/100 g.	>5 - ≤10ml/100g	>15ml/100g
1.2	16Mo3	≤ 15	20	20	100
		> 15 - ≤ 30	20	75	100
		>30	75	100	müsaade edilmez
5.1	13CrMo4-5	≤ 15	20	100	150
		> 15	100	150	müsaade edilmez
5.2	10CrMo9-10	≤ 15	75	150	200
	11CrMo9-10	> 15	100	200	müsaade edilmez

Tablo 9.3 Soğuğa dayanıklı nikelli çeliklerin ön ısıtmaları için kılavuz değerler

DIN-FACHBERICHT CEN ISO/TR 15608'e göre çelik kategorileri	Çelik kalitesi	Kalınlık [mm]	Kaynak metalinin üst sıradaki H_2 miktarlarına göre minimum ön ısıtma sıcaklığı [°C]	
			≤5 ml/100 g	>5 - ≤10ml /100g
7.2	12Ni14 (%3,5 Ni)	>10	100	150
7.3	12Ni19 (%5 Ni)	>10	100	müsaade edilmez
	X8Ni9 (%9 Ni)	>10	100	müsaade edilmez
	X7Ni9 (%9 Ni)	> 10	100	müsaade edilmez

Tablo 9.4 Ön ısıtma seviyesini etkileyen çeşitli faktörler

Ön ısıtma sıcaklığının küçük değerlere indirilmesi	Ön ısıtmayı etkileyen faktörler	Ön ısıtma sıcaklığının yüksek değerlere çıkarılması
Alaşım elemanlarında düşük miktarlar	Ana malzemenin kimyasal bileşimi (sertleşebilme) örneğin; karbon eşdeğeri ile ifade edilmiş değeri	Alaşım elemanların miktarı yüksek
İnce	Elemanın veya iş parçasının kalınlığı (ısı yayılımı, rijitlik, kalıcı gerilme durumu)	Kalın
Alın birleştirmeleri (iki düzlemde), kalın kaynak dikişi (çok pasolu)	Birleştirme tipi, dikiş formu ve boyutu, ısı girdisi, ısı yayılımı	T birleştirme (3 düzlemde) ince kaynak dikişi (tek pasolu)
Yüksek	Çevre veya iş parçasının sıcaklığı (ısı yayılması)	Düşük
Yüksek	Kaynak esnasında ısı girdisi (kaynak dikişinin birim uzunluğundaki enerji girdisi)	Düşük
Düşük	Kaynak metalindeki hidrojen miktarı (kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin tipi ve tekrar kurutulması)	Yüksek

2.11 Gemi yapım çeliklerine veya ince taneli yapım çeliklerine (TM çelikleri) termo-mekanik şekil verilmişse, ön ısıtmanın gerekliliğine ve derecesine, karbon eşdeğeri ve onay testi sonuçlarına dayanarak ayrıca karar verilecektir. Kaynak yerinde kurutma ısıtması yeterli olabilir.

3. Pasolar Arası Sıcaklığının Kontrolü

Paso arası sıcaklığı, Tablo 9.5'de çeşitli çelikler için verilen kılavuz değerleri belirgin (önemli) bir şekilde aşmamalıdır.

4. Kaynak Dikişinin Birim Uzunluğundaki Isı Girdisi Kontrollü Kaynak

Özellikle yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) kaynaklanabilir ince taneli yapı çeliklerinde, ön ısıtma ve paso arası sıcaklığının kontrolüne ek olarak, kaynak dikişinin birim uzunluğundaki ısı girdisi kaynak sırasında kontrol edilecektir. Bu ısı girdisi, çelik üreticisi tarafından verilen veya yöntem testlerinde kullanılan ve kaynak spesifikasyonlarında belirtilen değerlerin belirgin bir şekilde altına düşmemeli ve üstüne çıkmamalıdır.

5. Diğer Çeliklerin veya Metalik Malzemelerin Ön Isıtması ve Isı Girdisi

5.1 Östenitik malzemeler için normal olarak ön ısıtma istenmez. Östenitik - feritik malzemelerde ön ısıtma gerekebilir. Sıcak çatlaklardan kaçınılması için müsaade edilebilen paso arası maksimum sıcaklığının normal olarak 150°-180°C olmasına dikkat edilmelidir.

5.2 Feritik ve paslanmaz martenzitik çeliklerin yeterli olarak ön ısıtması yapılmalı ve kaynak dikişinin birim uzunluğundaki ısı girdisi kontrol edilerek kaynak yapılmalıdır. Ön ısıtma ve paso arası sıcaklıklarının kılavuz değerleri EN 1011-3'de belirtilmiştir.

5.3 Alüminyum alaşımlarının kaynağında normal olarak bir ön ısıtma istenmez. Fakat burada 50°C aşılmayacaktır. Arzu edilmeyen faz ayrılmasından kaçınılması için paso arası maksimum sıcaklığın 100°-120°C olmasına dikkat edilmelidir. Kullanılacak ön ısıtma ve paso arası sıcaklıkları için kılavuz değerler EN 1011-4'de verilmiştir.

E. Kaynaktan Sonraki Isıl İşlemler

1. Bölüm 12 ÷ Bölüm 16 'da belirtildiyse kaynaklı yapı elemanlarında kaynak sonrası ısıl işleme maruz bırakılacaktır.

Genellikle feritik çeliklerde kaynak sonrası ısıl işlem öngörülür. Bu durumda gerilme giderici tavlama veya temperleme normalde yeterlidir. Bazı yapı elemanları ve konstrüksiyonlar için ilgili yönergeler göz önüne alınmalı (örneğin; kazan üretimi için TRD 201,bakınız Bölüm 13 A.2.2) ve bunlardaki kaynak sonrası ısıl işleme ait isteklere uyulmalıdır.

Uyarı :
Kaynaktan sonraki ısıl işlemin tip ve gerekliliği çeşitli faktörlere göre belirlenir. Bunlardan en önemlileri aşağıda belirtilmiştir:

- *Malzeme karakteristikleri ve boyutları (cidar kalınlığı),*
- *Beklenen minimum çalışma sıcaklığı (dizayn sıcaklığı),*
- *Çalışma ortamı ve çevre türü (örneğin; korozyon tehlikesi),*
- *Uzama ve büzüşmeyi önlemek için kaynak dikişlerinin düzgün yerleştirilmesi,*
- *Sonraki mekanik işlemlerde distorsiyon tehlikesi.*

2. Kaynaktan sonra bir gerilme giderici tavalama yeterli değilse daha yaygın bir ısıl işlem (örneğin; normalize edici tavlama veya su verme ve temperleme) uygulanır. Isıl işlemin yöntemi malzeme spesifikas-yonuna ve kullanma koşullarına göre belirlenir ve **TL**'nun onayı alınır. Bu husus, burada konu edilenlerin dışındaki malzemeler ve malzeme kombinasyonları ve de gerilme giderici metodlar için de benzer şekilde geçerlidir.

3. Gerilme giderme tavlaması yapı elemanının belirtilen sıcaklık aralığına kadar yavaş ve düzgün ısıtılması ile yapılmalı, bu aralıkta her mm cidar kalınlığı için 2 dakika, fakat en az 30 dakika olmak üzere bekletilmeli, fırınlarda veya tavlama tertibatlarında 400°C'a kadar yavaşça soğumaya bırakılmalı ve bundan sonra durgun havada tamamen soğutulmalıdır.

Tablo 9.5 Kaynak esnasında pasolar arası maksimum sıcaklığı için kılavuz değerler

DIN-FACHBERICHT CEN ISO/TR 15608'e göre çelik kategorileri	Çelik Türleri	Pasolar arası maksimum sıcaklığı [°C]
1.1	Normal mukavemetli tekne yapım çelikleri ve benzer yapı çelikleri	250
1.2	Yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri ve benzer yapı çelikleri	250
1.2	Yüksek sıcaklığa dayanıklı, düşük Mo alaşımlı çelikler	250
2	Normalize edilmiş veya termo-mekanik işleme tabi tutulmuş akma sınırı >360 N/mm^2 olan çelikler	250
3	Su verilmiş ve temperlenmiş veya çökeltilerek sertleştirilmiş (paslanmaz dışında) akma sınırı >360 N/mm^2 olan çelikler	250
5	Cr maks.%10, Mo maks.%1,2 olan çelikler	350
7	Ni maks.%10 olan nikel alaşımlı çelikler	250

Kalın cidarlı yapı elemanlarında bekleme süresinin 150 dakikadan fazla olması gerekmez.

4. Eğer tavlama sırasında yapı elemanının çarpılması (distorsiyona uğraması) tehlikesi varsa, belirli sınırlar içinde, düşük sıcaklıkta bekleme süresi arttırılmak suretiyle tavlanabilir. Bu maksatla gerekli sıcaklıklar ve bekleme süreleri için **TL** ile anlaşmaya varılır.

5. Ferritik ve östenitik çelikler (kaynak metali) arasındaki birleştirmelerde, eğer nikel esaslı dolgu malzemesi ile kaynak yapılmamış ise karbon difüzyonu tehlikesi nedeni ile genellikle ısıl işlem uygulanmaz.

Tablo 9.6 Benzer dolgu malzemesi kullanılan kaynaklı birleştirmelerin gerilme giderici tavlamalarında tavlama sıcaklığı

DIN-FACHBERICHT CEN ISO/TR 15608'e göre çelik kategorileri	Çelik Türleri	TL Kurallarına veya standartlara (1) göre uygun çeliklerden örnekler	Tavlama sıcaklığı [°C]
1.1	Normal mukavemetli gemi yapım çelikleri ve benzer yapı çelikleri döküm ve dövme çelik türleri	TL Kalite A-E	550-600
1.2	Yüksek mukavemetli gemi yapım çelikleri ve benzer yapı çelikleri döküm ve dövme çelik türleri	TL Kalite A36-E36	530-580
1.2	Yüksek sıcaklığa dayanıklı, düşük Mo alaşımlı çelikler	16Mo3	550-620
2	Normalize edilmiş veya termo-mekanik işlem görmüş akma sınırı >360 N/mm^2 olan ince taneli çelikler	TL Kalite A39 - E39 S460 TM	530-600
3	Su verilmiş ve temperlenmiş akma sınırı >360 N/mm^2 olan ince taneli çelikler	S690 QL	530-580
5 5.1 5.2	Maks. Cr. miktarı %10, maks. Mo miktarı %1,2 olan çelikler	13CrMo4-5 10CrMo9-10,11CrMo9-10	630-680 670-720
7 7.1 7.2 7.3 7.3 7.3	Maks. Ni miktarı %10 olan nikelli çelikler	13MnNi6-3 (%0,5 Ni) 12Ni14 (%3,5 Ni) 12Ni19 (%5 Ni) X8Ni9(%9Ni) X7Ni9 (%9 Ni)	530-560 530-560 530-560 **(2)** **(2)**

(1) *Burada adı geçmeyen çelik kaliteleri, benzer kalitelerle birlikte tertiplenir.*
(2) *Tavlama işlemi yapılmaz.*

BÖLÜM 10

KAYNAK DİKİŞLERİNİN TAHRİBATSIZ MUAYENELERİ

Sayfa

A. GENEL **10-** 3
1. Kapsam
2. Standartlar ve Diğer Uygulama Kodları
3. Muayene Bölümünden İstenenler
B. MUAYENE METODLARI, CİHAZLARI VE MALZEMELERİ **10-** 3
1. Muayene Metodları
2. Muayene Cihazları ve Yardımcı Malzemeler
C. MUAYENE PERSONELİ, GÖZETMENLER **10-** 3
1. Muayene Personeli (Kontrolör)
2. Gözetmenler
D. MUAYENE PLANI, MUAYENE RAPORU **10-** 4
1. Muayene Planı
2. Muayene Raporları
E. MUAYENE ZAMANLAMASI, BEKLEME SÜRELERİ **10-** 5
F. MUAYENELERİN HAZIRLANMASI VE YAPILIŞI **10-** 5
1. Muayene Yüzeyinin Hazırlanması
2. Muayenelerin Yapılışı
G. MUAYENE SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ **10-** 6
1. Muayene Bulgularının Tanımı
2. Değerlendirme Kriterleri
3. Değerlendirme, Not Verme
H. MUAYENE KAPSAMININ GENİŞLETİLMESİ **10-** 7
I. ONARIM, ONARIM SONRASI MUAYENE **10-** 8
1. Onarım
2. Onarım Sonrası Muayene
J. GÖZLE MUAYENE **10-** 8
K. RADYOGRAFİK MUAYENE **10-** 8
1. Işın Kaynakları, Cihazlar
2. Filmler, Işın Toplayıcı Ekranlar
3. Çekim Koşulları
4. Film Banyosu, Yoğunluk (Kararma), Görüntü Kalitesi
5. Filmleri İnceleme, Değerlendirme, Muayene Raporu
L. ULTRASONİK MUAYENE **10-** 10
1. Muayene Cihazları ve Aksesuarları
2. Kalibrasyon, Hassasiyet Ayarı
3. Yüzey Hazırlama, Kuplaj (Temas)
4. Kontrol Doğrultuları, Giriş Açısı
5. Kayıt Sınırı, Eko Göstergelerinin Değerlendirilmesi
6. Muayene Raporları

M. MANYETİK TOZ YÖNTEMİ İLE MUAYENE **10-**15
1. Muayene Cihazları, Muayene Malzemesi
2. Manyetizasyon Yöntemi ve Alan Şiddeti
3. Muayene Yüzeyinin Hazırlanması, Manyetizasyon Doğrultusu ve Süresi
4. Değerlendirme, Muayene Raporları
N. GİRİCİ SIVI YÖNTEMİ İLE MUAYENE **10-**16
1. Muayene Malzemesi
2. Muayene Yüzeyinin Hazırlanması, Muayenenin Yapılması
3. Değerlendirme, Muayene Raporu

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da kapsam ve türlerine göre çeşitli kullanım alanları için belirtilen kaynaklı birleştirmelerin tahribatsız muayenelerine uygulanır. Bununla birlikte Bölüm 1, A.1 ve A.2'ye bakınız.

1.2 Bu kurallar; **TL**'nun diğer kurallarında, yönergelerinde, teknik talimatlarında belirtilen ve özel ayrıntılar verilmeyen tüm kaynak dikişlerinin tahribatsız muayenelerine uygulanır.

2. Standartlar ve Diğer Uygulama Kodları (1)

2.1 Aşağıda adı geçen IACS Recommendation 17 ve standartlar, vs. bu kurallarla birlikte uygulanır ve tahribatsız muayenelerin yapılışında göz önüne alınır. Standartlar bu kurallardan farklı ise kurallar geçerlidir.

2.2 Diğer uygulama kodlarına göre muayene yapılması için önceden **TL**'nin müsaadesi gerekir. Bu maksatla ilgili teknik talimat, diğer muayene belgeleri (D.1.1'e bakınız) ile birlikte kontrol ve onay için **TL**'ye verilecektir.

3. Muayene Bölümünden İstenenler

İşyerinin muayene bölümü, muayeneleri ve muayene sonuçlarının değerlendirilmesini objektif olarak sağlayabilmesi için üretim bölümünden bağımsız ve etkilenmeyecek durumda olmalıdır. Bu husus dışarıdaki muayene kuruluşları için de benzer şekilde geçerlidir.

B. Muayene Metodları, Cihazları ve Yardımcı Malzemeler

1. Muayene Metodları

1.1 Muayene metodları seçimi, uygulanan yapı elemanının diğer özellikleri veya kaynak dikişi geometrisi ile birlikte malzemeye ve görülebilecek kusurlara (türü ve yeri) göre belirlenir. Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'ya bakınız.

1.2 Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da özel uygulamalara ait başka türlü belirtilmemişse aşağıdaki esas istekler uygulanır:

- Yaklaşık 30 mm. ye kadar cidar veya kaynak dikişi kalınlıklarında radyografik muayenelerin kullanımı öngörülür. Daha büyük kalınlıklar için birincil muayene yöntemi olarak ultrasonik muayene uygulanır;

- Kalınlıkları yaklaşık 10 mm. ve daha fazla olan cidar veya kaynak dikişlerinde **TL** ile anlaşmaya varılarak radyografik veya ultrasonik muayene uygulanabilir;

- Radyografik muayenelerde tercihen röntgen (x) ışınlı (x-RAY) kullanılır. Gamma ışın kaynaklarına, muayene yöntemlerinin kontrolü ve tanınmasına esas olmak üzere **TL**'nin onayı ile müsaade edilir. Bunun için K.1'e bakınız;

- Manyetik malzemelerin yüzey çatlağı kontrollerinde tercihen manyetik toz yöntemi kullanılır. Manyetik malzemelerin muayenesinde girici sıvı yönteminin kullanılması, her durum için **TL**'nun onayını gerektirir.

1.3 Muayene metodu, dış ve/veya iç hataları güvenilir olarak gösterebilmelidir. Gerektiğinde iki veya daha fazla muayene metodu birlikte kullanılır. Kullanılan muayene metodu veya metodları muayene planlarında gösterilmelidir (D.1.1 bakınız).

2. Muayene Cihazları ve Yardımcı Malzemeler

2.1 Muayene cihazları ve yardımcı malzemeleri teknik ve standartlara uygun olarak kusursuz bir şekilde kullanılabilir durumda olmalıdır. **TL**, kullanılan cihaz ve/veya yardımcı malzemelerin kontrolünü isteyebilir.

2.2 İşyerinin dışındaki diğer muayene kuruluşlarındaki muayene tertibatı ve cihazlarının kullanılması durumunda 2.1'deki koşulları yerine getirildiği işyeri tarafından garanti edilmelidir.

C. Muayene Personeli, Gözetmenler

1. Muayene Personeli (Kontrolör)

1.1 Kaynak dikişlerinin tahribatsız muayenelerini ilgili muayeneler için gerekli eğitimi görmüş ve yeterli pratik deneyimi olan personel tarafından yapılmalıdır. Bunların

(1) *Kod (Code) : Dizayn (tasarım) kuralları uluslararası geçerlikte, dizaynda olması gereken şartları ihtiva eden kurallar.*

eğitimi ve deneyimini kanıtlayacak belgeler (örneğin; ISO 9712'ye göre) **TL**'ye sunulmalıdır.

1.2 Kaynak dikişlerinin ultrasonik muayeneleri, akredite bir kuruluşun seviye 2 belgesi (veya eşdeğeri) olan ve **TL** tarafından kabul edilen en az iki senelik pratik muayene deneyimi bulunan personel tarafından yapılacaktır.

1.3 Bunların kabulü için **TL**, genel de işyerindeki uygulama koşulları altında muayene cihazları ve muayene yöntemleri ile ultrasonik muayene personelinin uygunluğunun incelenmesini isteyebilir. Özel durumlarda ve gerektiğinde sınırlı uygulama alanı için **TL**, kontrollerde başarılı olması sonucunda, 1.2'de belirtilen belgesi bulunmayan muayene personelini de kabul edebilir.

1.4 İncelemenin yapılabilmesi için aşağıdaki bilgi ve belgelerle birlikte **TL** Merkez Ofisine başvurulur,

- Muayene personelinin mesleki eğitim belgeleri (gerektiğinde gözetmenlerininki de eklenir),
- Muayene cihazlarının tanımı (cihazlar, probler, vs.),
- Muayene metodlarının tanımı (cihaz ayarları, açılı ve düz tip problar, cihazın hassasiyeti, vs.),
- Hata büyüklüğünün saptanması için kullanılan yöntem,
- Muayene raporunun formu,

İncelemenin başarılı olması halinde işyerine, belirli kontrol işlerinin (Malzeme, kaynak ağzı biçimi gibi) bağımsız ve kendi personelinin sorumluluğunda olmak üzere kontrol yetkisi verilebilir. Bu hususta karar **TL**'ye aittir.

Uyarı :
Bir muayene personeline verilen kabul ve yetki genellikle alın dikişleri ve köşe dikişlerini (örneğin; güverte stringeri-şiyer saç bağlantısı) veya tekne yapım çeliği ve/veya diğer benzer yapı çeliklerindeki yaklaşık dik açılı T dikişlerinin kontrolünü kapsar. Bunun dışındaki (daha zor) kontrol işleri için (örneğin; dar açılı boruların kesişmelerindeki bağlantılar veya benzer karmaşık dikiş şekilleri için) yetkinin tekrar gözden geçirilmesi ve genişletilmesi gereklidir.

2. Gözetmenler

2.1 Kaynak dikişlerinin tahribatsız muayenelerin yapılışını planlamak, kontrol etmek ve muayene sonuçlarını değerlendirmek için uygun vasıflara sahip muayene gözetmenleri işyerinde görevlendirilmelidir. Bunların isimleri **TL**'ye bildirilmelidir. Bu personelin vasıflarının kanıtlanmasına ait belgeler (standartlara uygunluk, akredite bir kuruluştan seviye III sertifika ya da kaynak gözetmeni için ek NDT eğitimi ile ISO 14731'e uygunluk) **TL**'ye sunulacaktır.

2.2 Muayene gözetmenleri, kaynak dikişlerinin tahribatsız muayenelerinin bu kurallara, standartlara ve onaylı muayene planlarına göre bu işe uygun muayene personeli tarafından ehliyetle ve dikkatle yapılmasından sorumludur.

2.3 İşyeri dışındaki muayene kuruluşlarının kullanılması halinde işyeri yukarıdaki koşulların yerine getirilmesini sağlamalıdır. İşyeri bu hususu **TL**'ye bildirmelidir.

D. Muayene Planı, Muayene Raporu

1. Muayene Planı

1.1 Onay için sunulacak diğer imalat belgelerinde (resimler, parça listeleri) belirtilmemişse kaynak dikişlerinin tahribatsız muayeneleri yapmak üzere aşağıdaki bilgileri içeren bir muayene planı tertiplenmelidir;

- Muayene edilecek yapı elemanları ve kaynaklı birleştirmeler,
- Muayene kapsamı ve yöntemi, muayene bölgesi, test pozisyonlarının konumları (Bölüm 12÷Bölüm 16'ya bakınız).
- Kaynaklı birleştirmelere uygulanacak kurallar, (değerlendirme kriterleri için Bölüm 12÷Bölüm 16'ya bakınız),
- Bu kurallar da adı geçmeyen fakat kullanılmaları istenen muayene standartları ve/veya spesifikasyonları, .

1.2 Muayene pozisyonlarının yeri **TL** sörveyörleriyle kaynak işyeri arasındaki anlaşmaya bağlıdır. Bu nedenle muayene planı onay için **TL** Merkez Ofisi'ne gönderilecektir. Üretim işlemleri ve/veya muayene sonuçları gerektiriyorsa, **TL** onaydan sonra da muayene kapsamını (H'ye bakınız) genişletme veya bazı kaynak

pozisyonlarının yerini değiştirme hakkını saklı tutar.

2. Muayene Raporları

2.1 Bütün muayenelerin (ilk ve tekrar) raporları hazırlanacak, diğer belgelerle (örneğin; röntgen filmleri) birlikte sörveyöre sunulacaktır. Muayene raporları, K'dan N'e kadar alt bölümlere göre kullanılan muayene yöntemleri muayene pozisyonları, muayene sonuçları gibi gerekli tüm ayrıntıları içermelidir.

Uyarı :
Muayene sonuçları, Bölüm 3 E.3'de belirtilen kaynakçı tekrar sınavları yerine kullanılacaksa muayene raporuna kaynakçının ismi ve tanıtma numarası yazılacaktır.

2.2 Tekrar muayeneleri (onarımdan sonra) ve sonuçları özellikle muayene raporunda belirtilecektir (I.2.2'ye bakınız). Tekrar muayenelerine ait belge ve dokümanlarla birlikte, özellikle tekrar muayeneleri işyerinde yapılıyorsa, ilk muayenelerle ilgili sonuçlar ve belgelerde **TL** sörveyörüne verilecektir.

2.3 Muayene raporları muayene personeli ve gözetmeni tarafından imzalanmalıdır. Muayene raporları ve belgeleri altı yıl saklanacaktır.

E. Muayene Zamanlaması, Bekleme Süresi

1. Genel bir kural olarak kaynak dikişlerinin tahribatsız muayeneleri, ilgili yapı elemanın tüm kaynak çalışmaları tamamlandıktan sonra yapılır. Özel durumlarda örneğin; çatlama tehlikesi olan kalın cidarlı yapı elemanlarında tahribatsız muayenelerin (örneğin; yüzey çatlak kontrolü) kaynak çalışmaları sırasında ara bir ölçüm olarak yapılması daha uygun olabilir.

2. K'dan N'e kadar belirtilen muayene yöntemleri uygulanmadan önce kaynaklı birleştirmeler gözle muayene edilecektir. Yüzey hataları, yanlış sonuçlar meydana getirecek şekilde muayeneleri etkileyeceğinden veya sonuçların yanlış anlaşılmasına neden olabileceğinden sonraki muayenelerden önce onarılmalıdır.

3. Kaynaktan sonra ısıl işlem (örneğin; gerilme giderici tavlama) yapılacak olan yapı elemanları genelde ısıl işlemden sonra muayene edilir. Isıl işlemden önce de kaynak hatalarının kontrol edilmesi önerilir. **TL**, daha evvel yapılan muayeneleri, kesin muayene kapsamı belirlenirken göz önüne alabilir. Buradaki ayrıntılar üzerinde her durum için ayrı ayrı **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

4. Çok yüksek mukavemetli özellikle yüksek mukavemetli (örneğin; su verilmiş ve temperlenmiş) yapı çeliklerinde çatlak oluşumunun gecikmesi (örneğin; kaynak metalindeki hidrojen nedeniyle) olasılığı ön görüldüğünden muayeneler kaynak çalışması bitiminden en erken 48 saat sonra yapılmalıdır. **TL** daha uzun bekleme süresi (örneğin; 72 saatten maksimum 7 güne kadar) isteyebilir veya belirli bekleme süresinden sonra muayenenin tekrarını (en azından seçmeli olarak) isteyebilir.

5. Yapı elemanı veya kaynaklı birleştirmeler normal çalışma zorlamalarından önce anormal yüklerle zorlanıyorsa (örneğin; taşıma veya deney yükleri veya test basıncı) tahribatsız muayenelerin tekrarı öngörülür veya istenebilir. Bu muayenelerin türü ve kapsamı hakkında her durum için ayrı ayrı **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

F. Muayenelerin Hazırlanması ve Yapılışı

1. Muayene Yüzeyinin Hazırlanması

1.1 Muayene yüzeyleri (kaynak dikişi yüzeyleri ve çalışılan parçadaki bitişik yüzeyler) ilgili muayene yöntemi için yeterli şekilde temiz ve düzgün durumda olmalıdır.

Eğer testlerin uygun şekilde yapılmasını engelleyeceklerse, kaynak dikişindeki düzgünsüzlükler (E.2'ye bakınız), yardımcı kaynak kalıntıları, kaynak sıçramaları, cüruf kalıntıları, vs. muayeneden önce temizlenmelidir.

1.2 Özel durumlarda örneğin; enine hataların ultrasonik muayenelerinde (L.4.3'e bakınız) gerektiğinde kaynak dikişi ve çalışılan parçanın yüzeyi taşlanır.

2. Muayenelerin Yapılışı

2.1 Kaynak dikişlerinin tahribatsız muayeneleri K'dan N'e kadar olan alt bölümlerde belirtilen şekilde yapılacaktır. Muayenelerin yeri ve zamanı sörveyöre zamanında bildirilmelidir. Sörveyöre muayenelere iştirak veya gözetim isteği için olanak sağlanacaktır.

2.2 Yapı elemanlarında veya kaynak dikişlerindeki muayene edilen yerler, muayene bulgularının (örneğin;

kaynak dikişi hatalarının) muayene veya onarım bitimine kadar açık olarak tespit edilmesini sağlayacak şekilde kalıcı olarak tek tek markalanacaktır. Resimlerde, sörvey planlarında ve sörvey raporlarında ilgili boyutlar özel olarak belirtilmişse (veya benzer şekilde uygulanmışsa) yapı elemanına markalanmasından vazgeçilebilir.

G. Muayene Sonuçlarının Değerlendirilmesi

1. Muayene Bulgularının Tanımı

Radyografik muayenelerde ve uygulanıyorsa yüzey kontrol yöntemlerinde muayene bulgularının (örneğin; kaynak hatalarının tanımı (belirtilmesi)) için ISO 6520- 1 veya uygulanabiliyorsa Tablo 10.1 (standartlardan alınmıştır)'deki sayılar ve işaretler kullanılabilir. Ultrasonik muayenelerdeki hataların belirtilmesi hususunda L.5'e bakınız.

2. Değerlendirme Kriterleri

2.1 Kaynağın kullanımına ait Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'da ilgili yapı elemanları veya kaynaklı birleştirmeler için özel olarak belirtilmemişse çelik için ISO 5817'deki veya Alüminyum için ISO 10042'deki değerlendirme grupları, değerlendirme kriterleri olarak kullanılabilir.

2.2 İşyeri tarafından hazırlanan muayene planındaki, muayene talimatlarındaki vs. bilgilerde (D.1'e bakınız) zorlanma türüne ve şiddetine göre tanımlanacak değerlendirme kategorileri veya gerektiğinde diğer farklı değerlendirme karakteristikleri her bir yapısal birleşene ve kaynaklı birleşime tanımlanacaktır. Ultrasonik bulguların değerlendirilmesi yukarıda adı geçen standartlara (değerlendirme grupları) bağlı olarak yapılacaktır, L.5'e bakınız.

Tablo 10.1 Hata işaretleri (ISO 6520-1'den alınmıştır)

IIW X ışınları atlasına göre referans sayılar/semboller		Hataların tanımı (1)
100	E	Çatlak
101	Ea	Boyuna çatlak
102	Eb	Enine çatlak
104	Ec	Nihayet krateri çatlağı
2011	Aa	Gözenekler
2015	Ab	Gaz kanalı
2016	Ab	Gözenek kanalı
2024	K	Krater kanalı (Nihayet krateri boşlukları)
301	Ba	Cüruf kalıntıları
304	H	Yabancı metal kalıntıları
4011	-	Yan cidarlarda birleşme (yetersiz ergime) hataları
4012	-	Pasolar arası birleşme hataları
4013	D	Kökte yetersiz ergime hataları
402	D	Nüfuziyet hataları (yetersiz nüfuziyet)
5011	F	Yanma olukları, devamlı
5012	F	Yanma olukları, kesintili
5013	-	Çekme oyuğu, kökte oyuk (515'e bakınız)
502	-	Kaynak dikişinde aşırı dip şişkinliği (Alın dikişi)
503	-	Aşırı dış bükeylik (iç köşe kaynağında)
504	-	Aşırı kök şişkinliği
507	-	Kenarların kayması
510	-	Yakıp delme
511	-	Yetersiz doldurulmuş kaynak
515	-	Kök iç bükeyliği (5013'e bakınız)
517	-	Kaynak dikişinin tekrar eritilmesinde zayıflık

(1) *Açıklamalar ve resimler için EN 26250/ISO 6520'ye bakınız.*

2.3 Madde 2.1'dekilerin yaklaşık benzeri olan ve kullanılan ilgili test yöntemine uygun, farklı değerlendirme kriterlerinin veya diğer standartlardaki kriterlerin kullanılması hususunda **TL** ile anlaşmaya varılabilir. Ayrıntılar, **TL** ile her durum için ayrı ayrı kararlaştırılacaktır.

3. Değerlendirme, Not Verme

3.1 Muayene sonuçları, muayene bölümü veya kuruluşu ve/veya muayene gözetmenleri tarafından değerlendirilecektir. Malzemedeki ve kaynak dikişindeki hatalarda son değerlendirme ve bunların bırakılmasına müsaade edilmesi veya onarılması hakkındaki karar **TL** sörveyörüne aittir.

3.2 Değerlendirme sonuçlarına (radyografik muayenede) Tablo 10.2'ye göre not verilebilir. Ultrasonik muayenelerde veya genişletilmiş istatistiki değerlendirme istenmiyorsa "müsaade edilebilir", "yeterli", "onarılmalı" veya "yetersiz" terimleri ile değerlendirilebilir.

H. Muayene Kapsamının Genişletilmesi

1. Onarılacak kusurun, kaynağın test edilen bölümünde sonlandığından emin olunamıyorsa kaynağın bitişik bölümleri de ayrıca muayene edilecektir.

2. Seçmeli yapılan muayenelerde yaygın olarak hatalar saptanıyorsa muayene kapsamı genişletilir. Başka türlü bir anlaşma yoksa, her onarılan muayene kesiti için iki tane daha aynı boyda kesit muayene edilir.

3. Ultrasonik muayenelerde **TL** işyeri muayene personeli tarafından hazırlanan muayene raporuna göre seçmeli kontrol muayeneleri veya ikinci bir işyerinden bağımsız muayene kuruluşundan kontrol muayeneleri isteme hakkını saklı tutar. Bunlarda ilk muayenelerden çok farklı sonuçlar alınırsa kontrol muayenelerinin kapsamı genişletilir.

Tablo 10.2 Değerlendirme notları

Bulgular	Değerlendirme notu	Uyarılar
Hatasız, görülebilen hata yok	1 = İyi	-
Birkaç küçük gözenek, küçük cüruf kalıntıları gibi kaynaklı birleştirmelerin mukavemet ve sızdırmazlığını etkilemeyen küçük hatalar	2 = Yeterli	-
Küçük gözenek sıraları veya yuvaları, küçük cüruf düzgünsüzlüğü, kısa kök ve yetersiz ergime gibi kaçınılmayan hatalar (müsaade edilebilen hatalar)	3 = Müsaade edilebilir	Normal zorlanmalara maruz kalan yapı elemanlarının onarılması tavsiye edilmez. Kısa kök ve yetersiz ergime hataları yalnız kritik olmayan yerlerde bırakılır.
Büyük cüruf kalıntıları, gözenek birikmeleri, genel olarak tüm kök kusurları, yetersiz ergime hataları ile küçük münferit çatlaklar gibi, esas olarak kaçınılması gereken hatalar (müsaade edilmeyen hatalar)	4 = Onarılmalı	Hatalı yerlerin onarılması gerekir. Ancak özel bir zorlamaya maruz kalmayan ve mukavemet ile sızdırmazlığı etkilemeyen yapı elemanları bu onarımın dışında tutulabilir. Burada çatlak varsa, bunların onarılması şarttır.
Büyük hatalar, çatlaklar ve büyük çökmeler	5 = Yenilenmeli	Kaynak dikişinin veya bütün kaynaklı birleştirmelerin yenilenmesi gerekir.

I. Onarım, Onarım Sonrası Muayene

1. Onarım

1.1 Değerlendirme sonucu onarımına karar verilen hatalı yerler, yeterli uzunlukta (özellikle birbirini kesen dikişlerde) özenle açılmalı ve yeniden kaynak edilmelidir. Bir dikiş parçasında onarımı gereken birçok hatanın bulunması halinde, bütün dikiş açılmalı ve yeniden kaynak edilmelidir.

1.2 Düzeltilmesi gereken yanma olukları, kötü paso geçişleri veya diğer yüzey hataları mümkünse yumuşak bir geçiş verilecek şekilde taşlanmalı veya çok derin olanları sörveyörün onayı ile önce taşlanmalı sonra da kaynak ile doldurulmalıdır.

2. Onarım Sonrası Muayene

2.1 Onarılmış hatalı yerler yeniden muayene edilmelidir. Tümüyle yenilenen kaynak dikişlerinde sörveyörün isteğine göre seçilen yerler tekrar muayene edilmeli ve bunlar en az ilk muayene kapsamında olmalıdır.

2.2 Muayene raporlarında radyografi filmlerinde tekrar muayeneler özel olarak işaretlenmelidir; örneğin; film başlığının yanına bir "O" (Onarım) işareti konulmalıdır (Bakınız D.2.2).

J. Gözle Muayene

1. Kaynak dikişlerinin üst ve alt yüzeylerinin dış karakteristikleri kontrol etmek için gerektiğinde optik cihazlarla (büyüteçle) tam bir göz muayenesi yapılmalıdır. Aşağıdaki karakteristikler kontrol edilecektir.

- Bütünlüğü,
- Boyutların doğruluğu,
- Belirtilen kaynak dikişi şekli ile uygunluğu
- Kabul edilmeyen dış hatalardan arınmışlık.

2. Boyutların doğruluğu uygun ölçü aletleri ile seçmeli olarak kontrol edilmelidir. İç köşe kalınlığının ölçümünde gerekiyorsa tam dik açı olmayan dikişlerin kalınlığını ölçebilecek yeterlikte ölçü aletleri kullanılacaktır.

3. Dikiş şeklinin ve dış hataların kontrolünde aşağıdaki hususlar göz önüne alınacaktır.

- Dikiş taşkınlığı veya kapak pasosunun çöküntüsü
- Kaynak dikişi ağzı açıları (bitişik malzemeye geçişi)
- Dikiş ağzı kenarının kayması
- Yanma olukları
- Görülebilir gözenekler ve cüruf düzgünsüzlükleri
- Erimiş kaynak sıçramaları
- Ana malzeme yüzeyindeki ark yerleri
- İç bükey kök yüzeyi ve kaynak ergimesi tam olmayan kök pasoları
- Çatlaklar
- Kenar uzunluklarının eşit olmaması (iç köşe dikişinde)

Müsaade edilen sınırlar için G.2 ve Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'ya bakınız. Görünen çatlakların onarılması zorunludur.

K. Radyografik Muayene

1. Işın Kaynakları, Cihazlar

1.1 Radyografik muayenelerde, ışın kaynağı olarak tercihen X-ışını cihazları kullanılmalıdır. Işın enerjisi (tüp gerilimi) ISO 17636'da verilen enerji sınıfları içinde kalmalıdır. Müsaade edilen çalışma sınırları içerisinde ışın enerjisi (tüp gerilimi) yapı elemanlarının kalınlık farklılıkları göz önüne alınarak olabildiğince düşük tutulacak böylece yüksek kontrastlı bir görüntü elde edilmeye çalışılacaktır.

1.2 Bazı özel durumlarda (örneğin; dikişe ulaşılmanın zor olduğu hallerde), her seferinde **TL**'nin onayı alınarak, gama ışın kaynağı da - tercihen Ir 192 veya -SE75- ışın kaynağı olarak kullanılabilir. 4.4'e bakınız.

2. Filmler, Işın Toplayıcı Ekranlar

2.1 Gemi inşaatında çelik üzerine röntgen ışınlarıyla yapılacak radyografik çekimlerde, EN ISO 11699-1'e göre C5 veya ISO 5579'a göre GIII kalite filmler genel olarak kullanılabilir. Alüminyum alaşımları için ve gama ışınlarının (çelikte) kullanılması halinde ise, C3 veya C4 ve GI veya GII kalite filmleri kullanılır. Buhar kazanlarında, basınçlı kaplarda, boru devrelerinde (boru sınıfı I ve II) C3 veya C4 ve GI veya GII kalite filmlerin kullanılması zorunludur.

Not :
Ek A'da piyasada mevcut en çok kullanılan X-ışını filmleri sınıflandırmasına ait özet verilmiştir. Bu özet, eksiksiz olarak nitelendirilemez ve diğer X-ışını film üreticileri, kendi ürünlerini bağımsız özel muayene kuruluşlarınca sınıflandırmaya ve listesini takviye etmesi için uygun dokümanların ***TL'****ye vermeye davet edilir.*

2.2 Çelik malzemelerin radyografilerinde genellikle filmlerin önde ve arkada 0,02 mm. kalınlığında kurşun ekranlar kullanılır. Film ve ekranlar çekim sırasında bu amaca uygun kasetler, paketler halinde birbirine yakın olarak bulunmalıdır. 65 mm. kalınlığa kadar alüminyum alaşımlarının radyografilerinde, ışın toplayıcı ekran kullanmaya gerek yoktur.

2.3 Işın toplayıcı tuz ekranların ve fluorometal ekranların kullanılması uygun değildir.

3. Çekim Koşulları

3.1 Genel olarak; gemi inşaatı için ISO 17636'de açıklanan muayene kategorisi A çekim koşulları (genel muayene yöntemi), buhar kazanları, basınçlı kaplar ve boru devreleri üretimi (boru sınıfı I ve II) için muayene kategorisi B çekim koşulları (yüksek hassasiyetli muayene yöntemi) uygulanacaktır. Özel durumlarda, **TL** gemi inşaatı içinde muayene kategorisi B'nin uygulanmasını isteyebilir. X ışınları kullanılarak yapılan radyografik muayenelerde ve 480 mm. film uzunluğu için odak noktası ile film arasındaki uzaklık normal olarak 700 mm. olmalı ve hiçbir durumda film uzunluğunun altına düşmemelidir.

3.2 Bir dikiş çok sayıda filmle muayene edilecekse (örneğin; dairesel çekimler), bunların nihayetleri kaynak dikişinin tam örneği kesintisiz devam edilebilecek şekilde üst üste getirilmelidir.

3.3 Dış çapları ≤90 mm. ye kadar olan borularda elips radyografi alınmalıdır. Borunun çapı ve cidar kalınlığına bağlı olarak iki ya da daha fazla eliptik çekim yapılacak, böylece kaynağın tüm boyu (borunun çevresi boyunca) değerlendirilebilecek çekim alanında gösterilecektir.

3.4 Büyük çaplı borularda ise ya çift cidar radyografisi ya da eğer boru çapı müsaade ediyorsa içeriden veya tek cidar radyografisi alınmalıdır. Filmin iki ucunun da değerlendirilebilmesi sağlanmalıdır. Değerlendirilir bölge olarak, yalnız ışın konisini sınırlayan ışınların, parçayı kalınlığınca düşey olarak ışınlamada, ışınların geçtiği dikiş kalınlığının 1,1 katından geniş olmayan dikiş kesiti geçerlidir. Film sayısı da buna göre belirlenir.

3.5 EN 462-3'e göre görüntü kalitesini belirlemek için, her çekimde en az bir adet EN 462-1'e uygun bir görüntü kalitesi belirleme göstergesi (telli gösterge) ışın kaynağına yakın yüzeye yerleştirilmeli ve dikişle birlikte ışınlanmalıdır. Bu mümkün olmadığı takdirde, görüntü kalitesi belirleme göstergesi **TL**'nin onayı ile filmin parça yüzeyine (filmle kaynak dikişi arasına) yerleştirilebilir; ancak bu durumda değişen görüntü kalitesi indekslerini belirlemek için gerekli karşılaştırma çekimleri yapılmalıdır. Çekimin bu şekilde yapıldığı, filmde ve muayene raporunda ilgili belirleme işareti ("N") ile gösterilmelidir.

3.6 Her film çekim sırasında filmle birlikte ışınlanan ve filme çıkan kurşun rakam ve harfler kullanılarak açık ve karışmayacak bir şekilde işaretlenmelidir. Bu işaretler kontrol planındaki işaretler ile aynı olmalı ve bulunan hataların korunmalarının saptanması mümkün olmalıdır. İşaretler, değerlendirmeye alınacak dikiş bölgesinin dışına (dikiş genişliği + her iki taraftan 10 mm.) yerleştirilmelidir.

4. Film Banyosu, Yoğunluk (Kararma), Görüntü Kalitesi

4.1 Filmler amaca uygun olarak donatılmış karanlık odalarda ve film değerlendirilmesinde yanlış anlamlara neden olabilecek kusurlar oluşturmadan banyo edilmelidir (örneğin; gölge kararmalar, çizilmeler, filmin katlanması nedeniyle oluşan hatalar yarım ay formundaki şekiller gibi).

Film ve kimyasal madde üreticilerinin talimatına ve tavsiyelerine uyulmalıdır. Fazla ışık verilmiş filmlerde kimyasal maddenin zayıflatılmasına veya developmanın zamanından evvel kesilmesine müsaade edilmez.

4.2 Radyografik filmlerin yoğunluğu (D) ile değerlendirilen tüm bölgede en az 2,0 değerinde olmalıdır. Üst sınır, değerlendirmede kullanılacak film inceleme cihazlarının aydınlığına bağlıdır; ancak bu değer D = 2,5, en çok D= 3,0'e kadar olmalıdır. Bir radyografi içindeki yoğunluk farklılıkları büyük olmamalıdır.

4.3 Film kalitesi 3.5'te belirtilen ve EN 462-1'e uygun bir görüntü kalitesi belirleme göstergesi (penetrametre) ile sağlanır. A muayene kategorisine giren bir kontrol için (3.1'e bakınız), çelikte görüntü kalitesi B'ye ulaşılmaya çalışılmalıdır. Burada görüntü kalitesi A kabul edilebilir en düşük değerdir. Alüminyum alaşımları ve B muayene kategorisi için görüntü kalitesi B kesinlikle elde edilmelidir. Görüntü kalitesi belirleme göstergesinin, yoğunluğun uniform olduğu değerlendirme alanında en küçük çaplı teli veya en küçük deliği, görüntü kalitesi için ölçü alarak kabul edilir.

4.4 İşyeri muayene bölümü veya muayene kuruluşu, istek üzerine, istenilen çekim koşullarını ve film kalitesini sağladığını örnek çekimlerle kanıtlamalıdır.

5. Filmleri İnceleme, Değerlendirme, Muayene Raporu

5.1 Radyografik filmlerin incelenmesi ve değerlendirilmesi için, istenen film yoğunluğu için (EN 25580/ISO 5580'e göre) yeterli aydınlık yoğunluğuna sahip cihazlar kullanılabilir. İnceleme alanı perdelenerek değerlendirilecek film boyutuna ayarlanabilmelidir. Aydınlık şiddeti ayarlanmalıdır.

5.2 İnceleme ve değerlendirme kısmen karartılmış bir odada yapılmalıdır. Değerlendirmeye belirli bir adaptasyon zamanı geçtikten sonra başlanmalıdır. Cihazın inceleme bölgesindeki açık ve göz alan bölgeler perdelenmelidir. İnce ayrıntıların seçilebilmesi için büyüteçlerden yararlanılabilir.

5.3 Muayene raporunda aşağıdaki bilgiler verilmeli gerektiğinde şemalarla açıklanmalıdır;

- İş No., Yapı elemanları, Muayene planı No, radyografik çekimlerin konumu,
- Malzeme, kaynak yöntemi,
- Parçanın veya kaynak dikişinin kalınlığı,
- Muayene zamanı ve tarihi (E.3 ve ilgili diğer paragraflara bakınız),
- Işın kaynağı cinsi, röntgen ışın kaynağının şiddeti veya odak noktası,
- Tüp gerilimi veya çekim sırasındaki aktivite zamanı,
- ISO 17636'ya göre çekim düzeni, penetrametrenin konumu,
- Film tipi, ekranlar (türü ve kalınlığı),
- Muayene kategorisi, görüntü kalitesi endeksi ve görüntü kalitesi sınıfı,
- Hata sembolleri ve G'ye göre değerlendirme.

Muayene raporunda, ayrıca ilk çekim mi veya başarılı bir onarımdan sonra yapılan tekrar çekimi mi olduğu görülebilmelidir (D.2.1 ve I.2.2'ye bakınız).

5.4 İlk değerlendirme muayene gözetmenleri ve/veya işyeri muayene bölümü tarafından yapılacaktır. Filmler (ilk ve sonraki çekimler, D.2.1 ve 1.2'ye bakınız) muayene raporu ile birlikte değerlendirilmek üzere **TL** sörveyörüne verilecektir (G.3.1'e bakınız).

L. Ultrasonik Muayene

1. Muayene Cihazları ve Aksesuarları

1.1 Kullanılan cihazlar, problar ve yardımcı aparatlar (hassasiyeti ayarlamak için kalibrasyon ve referans blokları, referans skalaları, vs.) teknolojinin son durumuna ve normlara (örneğin; EN 12223, EN ISO 7963/ISO 2400, EN ISO 17640 veya ISO 16810 veya TSE'nin ilgili standartları) uygun olmalıdır.

1.2 Kullanılan cihaz hassasiyeti içinde olan bütün eko seviyeleri, dB olarak kalibre edilmiş yükseltici ve uygun bir skala işaretleyici yardımıyla ekranda görülebilir

olmalıdır. Kademeler arasındaki fark 2dB den fazla olmamalıdır. Kalibre edilmiş bir yükseltici kontrolü olmayan cihazlar kullanılmamalıdır.

1.3 Cihazda seçilebilen kullanım bölgeleri kademesiz olarak ayarlanabilmeli ve gerektiğinde arada boş bölge kalmayacak şekilde birbirini tamamlamalıdır. Her bir bölge içinde zaman taraması kademesiz olarak ayarlanabilmelidir.

1.4 Ses alanının geometrik karakterine (özellikle giriş ve sapma açılarına), test frekansına ve çözme gücüne bağlı olarak, problar yukarıda verilen standartlarda belirtilen toleranslar içerisinde kalmalıdır. Giriş ve sapma açıları, nominal değerden veya probun merkez çizgisinde 2°'den daha fazla sapmamalıdır. Giriş açışı ile ses çıkış noktası (açılı problarda) kontrol edilmelidir.

2. Kalibrasyon, Hassasiyet Ayarı

2.1 Uzaklık göstergesi (zaman taraması) isteğe göre projeksiyon aralığı "a", kısaltılmış projeksiyon aralığı "a", ses yolu "s" ve mümkünse derinlik konumları "b" de ayarlanabilmelidir. Aksi belirtilmedikçe kaynak dikişi kontrollerinde tercihen kısaltılmış projeksiyon uzaklığı "a" da ve karmaşık biçimli kısımlarda ses yolu "s" de ayar yapılır.

2.2 Paragraf 2.1'e göre yapılacak ayarlamalarda tekne yapım çeliklerinin muayenelerinde EN 12223 ya da EN ISO 7963/ISO 2400'e uygun bir kalibrasyon bloğu kullanılmalıdır. Farklı ses hızlarına sahip malzemelerde (örneğin; yüksek alaşımlı çelikler ve demir dışı metallerde) uygun kalibrasyon ve referans blokları kullanılmalıdır. Ayarlamada kullanılan delikler 2 mm. den büyük olmamalı ve kontrol yüzeyine paralel olmalıdır. Mümkünse kalibrasyon işlemi kenar bölgesinde yapılmalıdır.

2.3 Eko yükseklik tanımı için öngörülen yönteme bağlı olarak hassasiyet ayarı şekli, konumu ve büyüklüğü bilinen kalibrasyon reflektörleri kullanılarak ve ISO 16811'deki veriler göz önüne alınarak yapılmalıdır (örneğin; büyük düzlemsel reflektörler, enine delikler). Aksi belirtilmedikçe DGS yöntemi ile muayene yapılmalıdır. DGS yönteminde hassasiyet ayarı cihaz üreticilerinin verilerine uygun olarak ve EN 12223 ve EN ISO 7963 / ISO 2400'e uygun kalibrasyon blokları kullanılarak yapılmalıdır. Düz tabanlı delikler ve kanallar kalibrasyon reflektörü olarak kullanılmamalıdır.

2.4 Hassasiyet ayarı gerektiğinde (örneğin; yüzeye yakın hatalar için) ISO 16811'e göre düzeltilmelidir. Ses zayıflaması, alaşımsız ve alaşımlı (tekne) yapım çelikleri ve çok büyük olmayan ses yolları (ISO 16811'e bakınız) için genellikle ihmal edilebilir. Ancak referans bloku ile test parçasının yüzeyleri arasındaki kuplaj farkını saptamak için her zaman bir transfer düzeltmesi yapılmalıdır. Bu transfer düzeltmesinin değeri muayene raporunda belirtilmelidir.

2.5 Hataların daha kolay bulunabilmesi için seçilen kayıt (hassasiyet) sınırından (5.1'e bakınız) yaklaşık 6dB daha yükseltilmiş bir kontrol hassasiyeti (arama hassasiyeti) ile çalışılması tavsiye edilir. Ancak hata işaretlerinin değerlendirilmesinde hassasiyet (kayıt) sınırları ayarı geçerlidir. Kayda geçecek tüm eko göstergeleri uzun ses yollarında dahi ekran yüksekliğinin en az %20'sine ulaşılmalıdır. Bu hususta ayrıca ISO 16811'e bakınız. Elektro-gaz kaynağı yapılmış dikişlerde genel olarak 12dB artırılmış hassasiyetle muayene yapılmalıdır. Muayene raporunda bu durum kaynak yöntemi referans verilerek açıkça belirtilmelidir (örneğin; EG + 12dB).

3. Yüzey Hazırlama, Kuplaj (Temas)

3.1 Kaynak dikişinin her iki tarafındaki kontrol yüzeyleri (4.1'e bakınız) düzgün ve kuplajı (teması) engelleyen kirliliklerden arındırılmış olmalıdır. Oksit, tufal ve kaynak sıçramaları temizlenerek probların tam olarak oturması sağlanmalıdır; gerektiğinde yüzey taşlanmalıdır. İyi tutunmuş boya tabakaları bırakılabilir; ancak bu nedenle kontrol olumsuz etkilenmemeli ve eko yüksekliğinin değerlendirilmesindeki hassasiyet kayıpları sayısal olarak ihmal edilebilmelidir.

3.2 Enine hataların kontrolü için dikiş yüzeyine açılı probların oturtulması gerekiyorsa (ayrıca 4.3'e bakınız), bu yüzey de yukarıda açıklandığı şekilde hazırlanmalıdır.

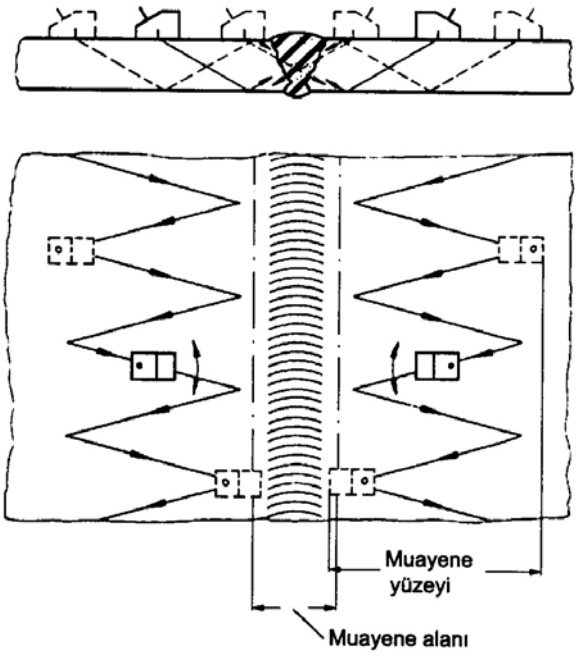
Sesin ana yayılma doğrultusuna dik olan ve hatalı değerlendirmelere neden olarak muayeneyi olumsuz etkileyecek çentik, oyuk, vb. giderilmelidir.

3.3 3.1'e uygun olarak hazırlanan muayene yüzeyleri; mümkün olduğu kadar homojen olmalı ve

±4dB'den fazla bir değişim meydana gelmemelidir. Daha büyük değişmelerde yüzey durumu düzeltilmelidir. Büyük değişimlerden kaçınılamıyorsa, bunlar muayene raporunda belirtilmelidir. Kuplaj (temas) sıvısı olarak normal su, selülozlu gliserin, yağlar veya gres kullanılabilir.

4. Kontrol Doğrultuları, Giriş Açısı

4.1 Boyuna hataların kontrolü, aksi belirtilmemiş ve kararlaştırılmamış ise, Şekil 10.1'de görüldüğü üzere bir yüzeyden ve dikişin her iki tarafından yapılır. Muayene bölgesi kaynak metalini ve cidar kalınlığının yaklaşık 1/3'ü genişliğinde bir bölgeyi; (bu bölge dikişin her iki yanında en az 10 en çok 20 mm. lik bir genişlik olmalıdır) kapsamalıdır. Muayene yüzeyinin genişliği en az tam bir adım atlama mesafesi ile prob uzunluğunun iki katının toplamı kadar olmalıdır.

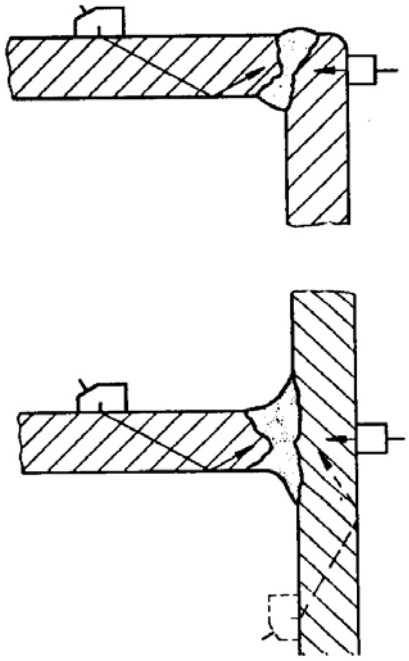


Şekil 10.1
Boyuna hataların muayenesi

4.2 Dikiş geometrisi ve mümkün olabilecek hata konumlarına göre dikişin her iki yüzeyinden veya (örneğin; eğimlerde) yalnız bir yüzeyinden muayene maksada uygun olabilir. Köşe veya T- bağlantılarda Şekil 10.2'de görüldüğü gibi genellikle gövde tarafından ve ayrıca sürekli levha (alın levhası) tarafından normal bir probla muayene yapılmalıdır. Bu tür 4.1'den farklı prob düzenlemeleri muayene raporunda özel olarak belirtilmelidir. Bu durum benzer şekilde eğri yüzeyler için geçerlidir.

4.3 Enine hataların kontrolü dikişin her iki tarafından, dikiş boyunca her iki doğrultuda Şekil 10.3'e uygun olarak veya - daha sıkı test koşullarında - dikiş yüzeyi taşlanarak yapılmalıdır.

TL, enine hataların muayenesini paralel bağlanmış problarla yapılmasını isteyebilir. Kaynak havuzu geniş olan dikişlerde (örneğin;elektro slag kaynağında) ek olarak 45° açılı problarla hata kontrolü yapılmalıdır. Bu hususta ISO 17640'a bakınız.

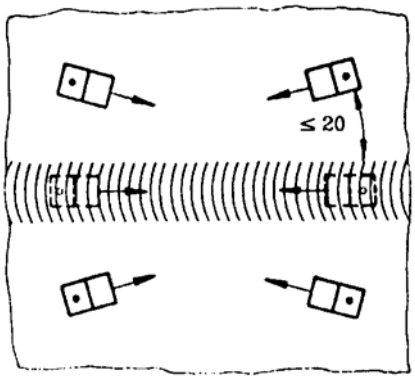


Şekil 10.2
Köşe ve T-Birleştirmelerinde
Boyuna hataların muayenesi

4.4 30 mm. nin altında - kalan levha kalınlıkları (dikiş kalınlıkları) için kontrol 70°'lik açılı prob ile yapılabilir. 30 mm. nin üzerinde ise iki açılı prob (70° ve 45° veya 60°) ile kontrol yapılmalıdır. Eğri yüzeyler için gerekli açılı prob ISO 16811'e uygun olarak saptanmalıdır. Çok büyük cidar kalınlıklarında (yaklaşık 100 mm. den kalın) değişik derinlik bölgeleri için tandem tekniğiyle (iki benzer probun sabit ve mekanik temas bağlantısı) kontrol yapılmalıdır.

5. Kayıt Sınırı, Eko Göstergelerinin Değerlendirilmesi

Not :
Ergime kaynaklı birleştirmelerin (çelik için) ultrasonik muayene bulgularının değerlendirmeleri ile ilgili tavsiyeler ISO5817'de verilmiştir. Bu aynı zamanda, ultrosanik mueyelerin kullanışlılığı ve perfarmonsa ve yapı ile ilgili göstergelerin değerlendirilmesini de içerir.



Şekil 10.3 Enine hata muayenesi

5.1 DGS yöntemleriyle yapılan kontrollerde kayıt sınırı (referans reflektör büyüklüğü) olarak, boyuna ve enine hatalar için Tablo 10.3'de cidar kalınlığına (dikiş kalınlığına) bağlı olarak verilen disk biçimli reflektör çapları geçerlidir.

60 mm. den büyük kalınlıklar için kayıt sınırı her durum için özel olarak saptanır; Tandem muayenelerde 6 mm. çapında disk biçimdeki reflektör kayıt sınırı olarak alınmalıdır. Eko seviyesi tanımında kullanılan diğer yöntemler için (örneğin; referans blok yöntemi) ISO 16811'e göre saptanır.

5.2 Biçimine bağlı olmayan eko göstergeleriyle kaynaklı birleştirmelerin kontrolünde ortaya çıkan eko göstergelerinin 5.1'e göre kayıt sınırına (referans reflektör büyüklüğü) ulaşmaları veya aşmaları halinde, bunlar ancak **TL** tarafından özellikle istenmesi veya daha sonra tekrar kontrolleri yapılacak ise kaydedilmelidir. Bunun dışında sadece 5.4'de belirtilen onarım sınır değerini aşan eko göstergeleri kaydedilir.

5.3 Eko göstergelerinin sınıflandırılması için bulunan refleksiyon yerlerindeki en büyük eko yüksekliğinin 5.1'de tanımlanan kayıt sınırından kaç dB daha farklı olduğu belirtilir. DGS yönteminde disk reflektörün boyutu da verilebilir. Belirtilen diğer karakteristikler ISO 17640'a göre yarı değer derinlikleri ve kayıt uzunluklarıdır. Refleksiyon yerlerinin konumları "bir referans noktasından boyuna ve enine uzaklık" ve "derinlik konumu" olarak tanımlanır.

5.4 Bölüm 12 ÷ Bölüm 16'nın bölümlerinde başka türlü belirtilmemişse boyuna hatalara ait eko göstergelerinin Tablo 10.4'deki onarım sınırı değerlerini aşması (kayıt uzunluğunun ve/veya eko yüksekliğinin Tablo 10.3'deki kayıt sınırını aşması) halinde bu hatalar onarılmalıdır.

5.5 Sistematik kaynak hatalarını (örneğin; yetersiz nüfuziyet nedeniyle oluşan kök hataları veya gözenek sıraları) belirten sürekli eko işaretleri görülmesi halinde, onarım sınırına erişilmese bile, onarım yapılması gerekir. Çatlak bulunduğunu gösteren eko işaretlerinde her zaman onarım yapılmalıdır.

5.6 Enine hatalara ait eko işaretleri, eğer bunlar şüpheye yer kalmayacak şekilde boyuna hatalara ait işaretlerle karşılaştırılamıyorsa ve Tablo 10.4'deki onarım sınır değerlerinin altında kalmıyorsa her durumda onarım yapılması gereken kaynak hatalarını gösterir.

5.7 Eko işaretlerinin değerlendirilmesinde onarım gerekliliğinden şüphe ediliyorsa değerlendirme için radyografik muayeneye başvurulabilir. 30 mm. ve daha kalın olan kaynak dikişlerinde eko işaretlerinin onarım sınır değerlerini aşması halinde radyografik filmler hataları belirgin olarak hiç göstermese dahi kural olarak onarım yapılmalıdır.

6. Muayene raporları

6.1 Test planına (D.1'e bakınız) uygun olarak yapılan bütün ultrasonik muayenelerde EN ISO 17640'a uygun aşağıdaki bilgileri içeren muayene raporları hazırlanmalıdır. Muayene raporları muayenelerin aynen tekrarlanabilmesini sağlamalıdır. Raporlar muayene personeli ve gözetmenleri tarafından imzalanmalıdır.

6.2 Muayene raporları aşağıdaki genel bilgileri içermelidir:

- Muayene edilen parçanın açık tanımı, malzemesi, muayenesi yapılan kaynaklı birleştirmelerin boyut ve konumu (karmaşık dikiş biçimleri veya kontrol geometrilerinde şema), kaynak yöntemi,
- Kontrolde esas alınan diğer kurallar (örneğin; spesifikasyonları, standartlar veya kararlaştırılmış diğer kurallar),
- Muayenenin yeri ve tarihi, muayene kuruluşu muayene personeli.

Tablo 10.3 Kayıt sınırlar

Cidar kalınlığı (dikiş kalınlığı)	Disk reflektör çapı	
	4 MHz	2 MHz
10'dan 15 mm. kadar	1,0 mm.	1,5 mm.
15'den 20 mm. kadar	1,5 mm.	2,0 mm.
20'den 40 mm. kadar	2,0 mm.	3,0 mm.
40'den 60 mm. kadar	3,0 mm.	4,0 mm.

Tablo 10.4 Onarım sınır değerleri

G.2.1'e göre değerlendirme kategorileri	Cidar kalınlığı (kaynak dikişi kalınlığı) [mm]	Boyuna hatalar			Enine hatalar		
		Kaynak dikişinin her m.sine düşen hata sayısı	Kayıt uzunluğu [mm]	Müsaade edilen maksimum eko yüksekliği aşılması [dB]	Kaynak dikişinin her m.sine düşen hata sayısı	Kayıt uzunluğu [mm]	Müsaade edilen maksimum eko yüksekliği aşılması [dB]
B	10...15	10 ve 3 ve 1	10 20 10	6 6 12	3	10	6
	>15...20	10 ve 3 ve 1	10 20 19	6 6 12	3	10	6
	> 20...40	10 ve 3 ve 1	10 25 10	6 6 12	3	10	6
	> 40	10 ve 3 ve 1	10 30 10	6 6 12	3	10	6
C	10...20	10 ve 3 ve 1	15 30 10	6 6 12	3	10	6
	>20...40	10 ve 3 ve 1	15 30 10	6 6 12	3	10	6
	> 40	10 ve 3 ve 1	15 50 10	6 6 12	3	10	6
D	10...20	10 ve 3 ve 1	15 50 10	6 6 12	5	10	6
	>20...40	10 ve 3 ve 1	15 50 10	6 6 12	5	10	6
	> 40	10 ve 3 ve 1	20 50 10	6 6 12	5	10	6

6.3 Muayene raporunda muayenenin ayrıntılarıyla ilgili olarak en az aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

- Muayene cihazının markası ve tipi,
- Probların markası, tipi, frekansı ve açılı tipi,
- Kalibre aralığı (test sınırları),
- Hassasiyet ayarı (kullanılan kalibrasyon reflektörü, cihazın hassasiyeti, kayıt sınırı),
- Düzeltme değerleri (yüzeye yakın hatalar için, transfer düzeltmesi),
- Test hassasiyeti,
- Yüzey hazırlama, temas ortamı sıvısı,
- Kontrol yüzeyleri, test doğrultuları, açılı tipleri.

6.4 Muayene sonuçları (raporda belirtilecekse 5.2'ye bakınız) mümkünse tablolar veya şemalar halinde aşağıdaki ayrıntıları içerecek şekilde düzenlenmelidir;

- Belirtilen referans noktasına göre hataların koordinatları,
- Verilen kayıt sınırına (referans reflektörü büyüklüğüne) karşılık gelen maksimum eko yüksekliğinin aşılması (+...dB) veya uygulanıyorsa ilgili (yerini alan) disk reflektörün çapı,
- Hata karakteristikleri (kayıt uzunluğu, yarı değer derinliği).

Tablo 10.4'de belirtilen onarım sınır değerlerinin altında olan eko işaretleri de kaydediliyorsa bu şekildeki her hataya bir değerlendirme eklenmelidir (örneğin; kabul edilir veya onarılır, k: kabul edilebilir ke: kabul edilemez).

M. Manyetik Toz Yöntemi ile Muayene

1. Muayene Cihazları, Muayene Malzemesi

1.1 Kullanılan cihaz ve malzemeler modern teknolojiye ve normlara (örneğin; DIN 54130, EN ISO 9934-3, EN ISO 9934-2, EN 571- 1, EN ISO 3452-2 ve EN ISO 3452-3). uygun olmalıdır. Manyetik alan oluşturmada kullanılan cihazlar, manyetik akım ve alan şiddetini gösteren veya ölçen tertibatları içermelidir. **TL** tarafından, bunların kontrolü için ölçümlerin yapılması istenebilir. **TL** tarafından test cihaz ve malzemelerinin uygunluğu, istenmesi halinde bunlar belgelendirilmelidir.

1.2 Malzemedeki düzgünsüzlüklerin manyetik akım dağılımlarını göstermek için kullanılan test ortamı olarak düşük vizkoziteli bir taşıyıcı sıvı içerisinde bulunan manyetik toz kullanılır. Manyetik tozlar siyah veya fluoresanlı olabilir. Siyah manyetik toz kullanılmasında muayene edilecek yüzeye beyaz ve silinmeyen bir kontrast renkli boya mümkün olduğu kadar ince bir tabaka halinde sürülür.

1.3 Taşıyıcı sıvı içerisindeki manyetik toz miktarı üreticilerin verilerine uygun olmalı ve kontrol edilmelidir (örneğin; bir test cismi ile veya API MPMS Chapter 10.4'e uygun bir cam santrifüj kapta yapılacak ayırma testi ile). Kuru test ortamları yalnız yüksek sıcaklıklarda (örneğin; kök pasoları muayenelerinde) kullanılır.

2. Manyetizasyon Yöntemi ve Alan Şiddeti

2.1 Manyetizasyon yönteminin seçimi yapı elemanının geometrisine bağlıdır ve bunun için **TL** ile anlaşmaya varılmalıdır. Manyetizasyon mümkünse iş parçasından bir akım geçirilerek sağlanır. Küçük ve yerel kontroller için elektromıknatıslar veya gerektiğinde kalıcı mıknatıslar kullanılarak yoke veya prob manyetizasyonundan yararlanılır.

2.2 Özel durumlarda (örneğin; yanma yerlerinden kesinlikle kaçınılması gereken durumlarda veya çevresel kaynak dikişlerinde), manyetizasyonun sağlanması için içinden akım geçen iletkenlerden (kablo veya kafes bobin) yararlanılması uygun olur. Değişik doğrultulardaki hataların saptanması için farklı manyetizasyon yöntemlerinin birlikte kullanılmasına izin verilir.

2.3 Muayene edilen parçanın içinden geçirilen akım doğru, alternatif veya yarı doğrultulmuş doğru akım olabilir. Yoke manyetizasyonu için doğru akım veya alternatif akım mıknatısları kullanılabilir. Parçanın içinden akım geçirilmesi halinde, yanma bölgelerinden kaçınmak için eriyen tipte elektrotlar kullanılır.

Alternatif akım uygulanıyorsa eriyen tipte elektrotların kullanılması zorunludur.

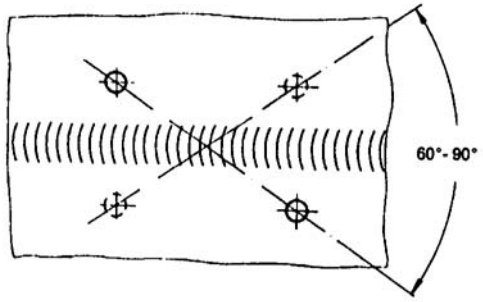
2.4 Manyetizasyon alan şiddeti (efektif teğetsel alan şiddeti) en az 20 A/cm (25 Oe) olmalı; ancak 50 A/cm'yi (62.5 Oe)'ü aşmamalıdır. Manyetizasyon yeterliliği, deney sırasında uygun yardımcı gereçler (örneğin; test göstergesi) veya teğetsel alan şiddet ölçüleri yardımıyla kontrol edilebilir.

3. Muayene Yüzeyinin Hazırlanması, Manyetizasyon Doğrultusu ve Süresi

3.1 Muayene yüzeyleri serbest tufal, pas, kaynak sıçramaları ve diğer pisliklerden arındırılmış olmalıdır. Yanlışlıklara neden olabilecek çentik, oyuk, çizik, köşe, vs. kontrol öncesinde giderilmelidir. Deneyi etkilemeyecek ince, kuru boya tabakaları (20 µm. mikron kalınlığa kadar astar boya) kalabilir.

3.2 Manyetizasyon Şekil 10.4'e uygun olarak birbiriyle en az 60° en çok 90° açı yapan iki doğrultuda yapılarak farklı doğrultudaki hataların saptanması sağlanmalıdır.

3.3 Manyetizasyon işlemi en az, kontrol yüzeyinin manyetik parçacık süspansiyonu ile püskürtüldüğü süre boyunca ve taşıyıcı sıvı hareketlerinin durmasına kadar en az 5 saniye devam etmelidir. Kalan manyetizasyon koşullarında deney yapılmasına müsaade edilmez.



Şekil 10.4 Manyetizasyon yöntemleri

4. Değerlendirme, Muayene Raporları

4.1 İlgili olmayan belirtiler dışındaki bütün manyetik tozların toplanmaları, bir düzgünsüzlük veya çatlağı gösterdiğinden muayene raporuna kayıt edilerek onarılmalıdır. Onarım küçük çatlaklarda taşlanarak, büyüklerde ise kazınıp kaynakla doldurularak yapılabilir (1.1.2'ye bakınız).

4.2 Muayene raporları aşağıdaki ayrıntıları içermelidir;

- Yapı elemanı ve kaynak dikişi ile ilgili ayrıntılar,
- Manyetizasyon ayrıntıları varsa akım şiddeti,
- Muayene düzeni (manyetizasyon doğrultuları, prob veya kutuplar arasındaki uzaklık),
- Muayene ortamı ıslak,
- Muayene sonuçları,
- Muayenenin yeri ve tarihi, muayene kuruluşu, muayeneyi yapan personel bilgileri.

N. Girici Sıvı Yöntemi ile Muayene

1. Muayene Malzemesi

1.1 Girici sıvı olarak renkli veya fluoresan maddeler kullanılır. Ara temizleyici ve developer, kullanılan girici sıvıya uygun olmalıdır. Muayene sisteminin uygunluğu (girici sıvı, temizleyici ve developer) istendiğinde **TL**'ye kanıtlanmalıdır.

2. Muayene Yüzeyinin Hazırlanması, Muayenenin Yapılması

2.1 Girici sıvının uygulanmasından önce muayene yüzeylerinden tufal, pas, yağlar, boyalar veya galvanik tabakalar uzaklaştırılarak, mevcut bir hataya girici sıvının tamamıyla girmesi sağlanmalıdır. Bu sırada, hataların temizlenmesinde mekanik olarak kapatılmamasına dikkat edilmelidir. Kontrol yüzeyleri kuru olmalıdır. Çalışılan parçanın sıcaklığı 5 ile 50°C arasında olmalıdır,

2.2 Girici sıvı herhangi bir yöntemle yüzeye uygulanabilir. Yüzeyin tümünün sıvının girme süresince ıslatılmış olmasına dikkat edilmelidir. Girici sıvının girme süresi için üreticinin tavsiyelerine uyulmalıdır. Bununla birlikte çalışılan parçanın 15°C ve üstündeki sıcaklıklarında en az 15 dakika, 15°C altındaki sıcaklıklarında en az 30 dakika olmalıdır. Girici sıvıları girme süresi içerisinde kurumamalıdır.

2.3 Sıvının girmesi işleminden sonra fazla sıvı tamamıyla uzaklaştırılır; ancak bu arada olası hata içindeki sıvının kalması sağlanmalıdır. Fazla sıvıların önce bir bez ile silinmesi ve sadece kalanların gereken en

az miktarda ara temizleyici ile çabuk olarak temizlenmesi tavsiye edilir. Bundan sonra kontrol yüzeyi mümkün mertebe hızlı kurutulur (maksimum 50°C).

2.4 Ara temizleme ve kurutmadan hemen sonra developer homojen ve ince bir tabaka halinde uygulanır. Yüzeyin kaplanması için yeterli en az miktar kullanılmalıdır. Developman süresi yaklaşık olarak sıvının girme süresi ile aynı seçilmelidir. Hata aranmasına developer uygulaması ile birlikte başlanabilir. Son muayene, developman süresinin bitiminde yapılır. Değerlendirme için M.4.1'de belirtilenler geçerlidir.

3. Değerlendirme, Muayene Raporu

3.1 Görülen bazı işaretlerin kesin olarak değerlendirmesi mümkün olamaz ise, ön temizlemeden başlayarak bütün kontrol işlemleri tekrarlanmalıdır.

Gerekirse yüzeyin durumu düzeltilmelidir. Tekrar muayene ilk muayenede uygulanan yöntemin aynısı ile yapılmalıdır. Bunun dışında ISO 3452-1 normunda belirtilen hususlar geçerlidir.

3.2 Girici sıvı yönteminde hazırlanacak kontrol protokolleri aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- Yapı elemanı ve kaynak dikişi ile ilgili veriler,
- Muayene malzemesi (türü, markası),
- Test prosedürü tanımı (iş parçasının sıcaklığı, sıvının girme süresi, vs.),
- Kontrol sonuçları,
- Kontrolün yeri ve tarihi, kontrol kurumu ve muayeneyi yapan kişinin bilgileri.

Muayene raporları, ISO 3452-1 Ek B'de verilen formlara uygun olarak hazırlanmalıdır.

BÖLÜM 11

MEKANİK VE TEKNOLOJİK TESTLER

Sayfa

A. KAPSAM **11-** 2

B. TEST NUMUNELERİNİN HAZIRLANMASI VE TESTLER **11-** 2

C. ÇEKME TESTLERİ **11-** 3

1. Yassı Test Numunelerinde Çekme Testi (DIN 50120 Kısım 1)

2. Yuvarlak Test Numunelerinde Çekme Testi (EN 10002 / DIN 50125)

3. Çapraz (+ Biçiminde) Test Numunelerinde Çekme Testi

D. EĞME TESTLERİ **11-** 4

1. Enine Eğme Testi (DIN 50121 Kısım 1)

2. Yanlamasına Eğme Testi (DIN 50121 Kısım 1)

3. Boru Birleştirmelerinde Eğme Test Numuneleri

E. ÇENTİK DARBE TESTİ **11-** 6

F. KAYNAKLARDA SERTLİK TESTİ **11-** 7

G. METALLOGRAFİK İNCELEMELER **11-** 8

H. TEST RAPORLARI **11-** 8

Ön Uyarı:

Bu bölüm, metal malzemelerin kaynaklı birleştirmelerine uygulanan tahribatlı testlerle ilgili yeni veya taslak EN veISO stanrdartlarının yayınlanmış olmalarına rağmen Metal malzemelerin kaynaklı birleştirmelerinin önemli tahribatlı muayeneleri (testler) EN ve ISO standartlarında yayınlanmış ve tasarlanmış olmasına rağmen, bu bölüm eski şeklinde bırakılmıştır. İleride bu bölümün kaldırılması ve bunun yerine Bölüm 4, "Yöntem Testlerinde" (burada mekanik ve teknolojik testlerle ilgili bilgilerin verilmesi gerekir) yeni standartların referans verilmesi öngörülmektedir. Bu standartlar aşağıdakileri kapsar:

- *EN 895/ISO 4136*
  Enine çekme testi (DIN 50120-1 ve DIN 50120-2 yerine)

- *EN 876/ISO 5178*
  Eritme kaynağı birleştirmelerinde kaynak metalinin boyuna çekme testi

- *EN 910/ISO 5173*
  Eğilme testleri (DIN 50121-1 ve DIN 50121-2 yerine)

- *EN 875/ISO 9016*
  Çentik darbe testi (DIN 50122 yerine)

- *EN 1043/ISO 9015*
  Sertlik testi, birçok kısımlarda (DIN 50163 yerine)

- *EN 1320/ISO 9017*
  Kırılma testleri (DIN 50127 yerine)

- *EN 1321*
  Makroskopik ve mikroskopik muayeneler

- *EN ISO 8249*
  Ferrit sayısının belirlenmesi

*Mekanik ve teknolojik testler, mümkün oluyorsa yeni standartlara göre yapılmalıdır. Geçici bir süre için veya yeni standartlar sağlanamıyorsa mekanik teknolojik testler uygulama alanı göz önüne alınarak aşağıdaki kurallara göre yapılabilir. Test raporunda hangi kuralların esas alındığı belirtilmelidir. Çeşitli kurallardaki istekler birbirinden çok farklı ise yöntem için **TL**'nun onayı alınmalıdır.*

A. Kapsam

1. Bu kurallar, kaynak dikişlerinin mekanik ve teknolojik testlerinde kullanılan normal yöntemler ve test numune formları için geçerlidir; örneğin; yöntem ve işçilik testlerinde kullanılan test numunesi ve bu maksatla yapılan metallografik incelemeler.

2. Özel yöntemler ve test numuneleri formları; (örneğin; kaynakçıların el becerisi testleri veya kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri ve üzerine kaynak edilebilir astar boya (shop primer) testleri) ilgili bölümlerde belirtilmiştir.

3. Mümkün mertebe aşağıdaki paragraflarda verilen standartlarda belirtilen test yöntemleri ve test numune formları kullanılacaktır. Diğer standartlara uyan yöntemler ve test numune formları, aynı sonuçların sağlanması şartıyla Sörveyör ile anlaşmaya varılarak kullanılabilir.

B. Test Numunelerinin Hazırlanması ve Testler

1. Bütün testlerin eğitim görmüş personel tarafından ve ayarlanmış test makinalarında yapılması gerekir. Test makinaları, sahipleri tarafından fonksiyonunu yerine getirebilecek durumda bulundurulmalı ve bağımsız bir kuruluş tarafından düzgün aralıklarla kontrol ve kalibre edilmelidir.

2. Test numuneleri test parçalarından çıkarılmadan önce, sörveyör tarafından markalanmalıdır. Test numuneleri mümkün mertebe mekanik yöntemlerle çıkarılmalıdır ve mekanik olarak gerekli boyutlarda işlenmelidir. Eğer test numuneleri termik yöntemlerle çıkartılacak ise, ısıdan etkilenen bölge mekanik olarak işlenmek suretiyle hiç bir kalıntı bırakılmaksızın giderilecek şekilde yeteri kadar geniş olmalıdır.

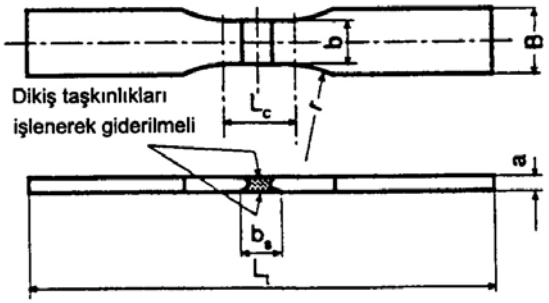
3. Başka türlü saptanmamış veya anlaşmaya varılmamışsa bütün mekanik ve teknolojik testler sörveyörün gözü önünde yapılacaktır. Metallografik test numunelerinin fotoğrafları değerlendirilmek üzere sörveyöre verilecektir.

C. Çekme Testleri

1. Yassı Test Numunelerinde Çekme Testi (DIN 50120 Kısım 1)

1.1 Dikişe dik doğrultuda hazırlanan test numunelerindeçekme testi uygulanarak, çekme mukavemeti, kop-manın yeri, kopmanın cinsi ve gerektiğinde kopma uzaması saptanır. Bunun için özellikle Şekil 11.1'e uygun yassı test numuneleri kullanılmalıdır.

1.2 Kural olarak test numune kalınlığı parça kalınlığına uyar. Eğer parça kalınlığı 30 mm. den büyük ve 50 mm. den küçük ise, test numuneleri tek taraftan 30 mm. ye kadar işlenebilirler. 50 mm. den kalın parçalarda kesitte iki veya daha çok sayıda test numunesi hazırlanır.



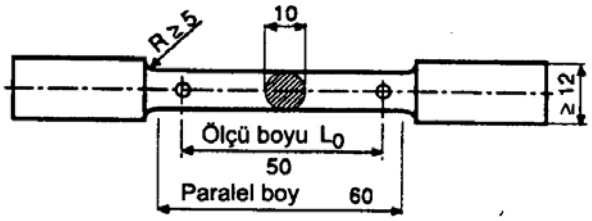
Test numunesi kalınlığı (a)	≤ 5	> 5 ila ≤ 10	> 10 ila ≤ 20	>20 ila ≤ 30
Test numune genişliği (b)	15	20	25	30
Deney boyu (L_c)	Kaynak dikişi genişliği b_s + 80 mm.**(1)**			
Kafa genişliği (B)	≥25	≥30	≥35	≥40
Toplam boyu (L_t)	≥ L_c + 180			
Oyuk yarıçapı (r)	≥ 35			
(1) *b_s kaynak tarafında ölçülen en büyük dikiş genişliği.*				

Şekil 11.1 Kaynaklı birleştirmeler için yassı test numunesi

1.3 Alüminyum alaşımlarının kaynaklı birleştir-meleri, DIN 50123'e uygun olarak hazırlanan çekme test numuneleri kullanılarak test edilecektir.

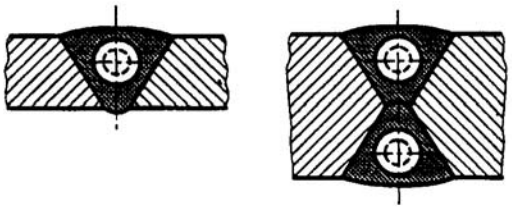
2. Yuvarlak Test Numunelerinde Çekme Testi (EN 10002 / DIN 50125)

2.1 Testlerle kaynak metalinin çekme mukavemeti, akma sınırı veya %0,2-dayanım sınırı, kopma büzülmesi ve kopma uzaması tespit edilir. Gerektiğinde yüksek sıcaklığa dayanıklı çeliklerde yüksek sıcaklıktaki %0,2-dayanım sınırı belirlenmelidir. Test tercihen Şekil 11.2'de gösterilen 10 mm. çapındaki yuvarlak test numuneleri ile yapılmalıdır. Test numunelerikaynak dikişi boyunca (yani uzunluk doğrultusundaki ekseni dikiş doğrultusunda olacak tarzda) kaynak metalinden çıkarılmalıdır Test numunesinin yeri Şekil 11.3'deki gibi alınır.



Şekil 11.2 Yuvarlak test numunesi (kaynak metali)

$$= \frac{\text{kopma yükü F}}{S_B \text{x test parçası genişliği}} \text{N/mm}^2$$

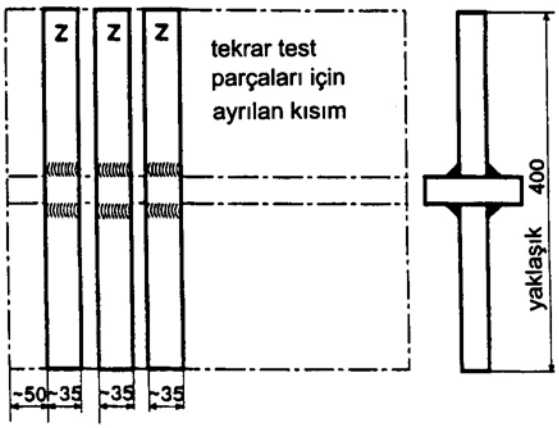


Şekil 11.3 Kaynak metalinde test numunesinin yeri

2.2 Özel hallerde, kaynak dikişi boyutlarından dolayı 10 mm: çapında yuvarlak çekme test numunesi hazırlanması mümkün olamıyorsa, daha küçük çapta test numuneleri kullanılabilir. Ancak bunların ölçü boyları 5xtest numunesi çapı ve paralel boyları en az 6xtest numunesi çapı olmalıdır.

3. Çapraz (+ Biçiminde) Test Numunelerinde Çekme Testi

3.1 Test yapılarak ana metalinin çekme-kesme mukavemeti (Z_s) belirlenir. Her deney için Şekil 11.4'e göre alınan 3 test numunesi test edilir.



Şekil 11.4 Çapraz test numuneleri

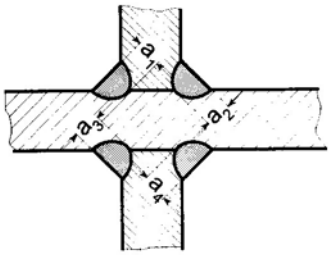
3.2 Çekme-kesme mukavemeti aşağıdaki formülden hesaplanır (Şekil 11.5'e bakınız):

$a_1 + a_2$ = kopma kesiti $S_{1/2}$

$a_3 + a_4$ = kopma kesiti $S_{3/4}$

çekme-kesme mukavemeti Z_s

S_B = Kopma yerine göre $S_{1/2}$ veya $S_{3/4}$



Şekil 11.5 Çapraz ÇekmeTest Numuneleri, Kaynaklı Birleşim Doğrultusunda Kesit

D. Eğme Testleri

1. Enine Eğme Testi (DIN 50121 Kısım 1)

1.1 Bu testle, test numunesinın kaynak dikişine dik olarak öngörülen çapta bir mandrel üzerinde eğilmesi suretiyle kaynak bağlantısının şekil değiştirme kabiliyeti bulunur.

Burada erişilen eğme açısı ve öngörülmüş ise, çekmenin olduğu taraftaki eğme uzaması ölçülür. Bu deneye ait test numuneleri Şekil 11.6'ya göre hazırlanmalıdır.

1.2 Test numunesi kalınlığı, kural olarak cidar kalınlığında olur. Eğer parça kalınlığı 30 mm. den fazla ise test parçaları tek yanlı olarak 30 mm. ye kadar işlenebilirler. Test numunesinın çekmeye zorlanan taraftaki kenarları istenilen yuvarlatma yapıçapı (r) kadar yuvarlatılır.

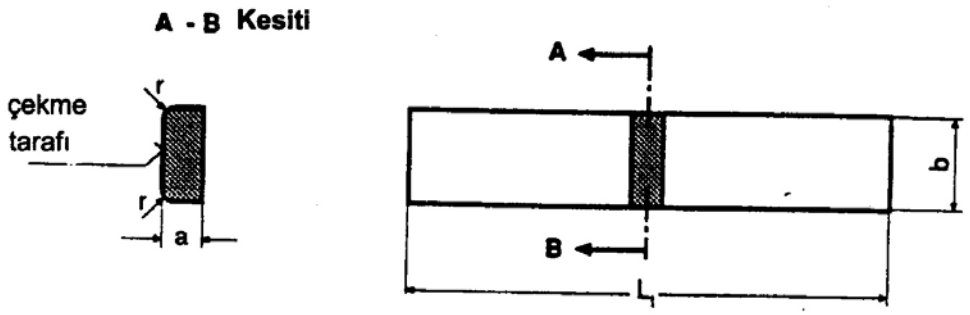
1.3 Test numuneleri şartnamede verilenlere göre ya dikişin alt tarafı ya da üst tarafı çekmeye zorlanacak tarzda test tertibatına yerleştirilmelidir. Deney düzeni Şekil 11.7'de verilmiştir.

1.4 Eğer şartnamede eğme uzamasının miktarının belirlenmesi istenmiş ise, deneyden önce test numunesinin çekmeye maruz tarafında şekil değiştirme bölgesinde 5 mm. aralıklarla markalama yapılmalıdır ve önceden belirlenen eğme açısına erişildikten sonra uzama miktarları ölçülmelidir. Ölçü boyu L_0 kaynak dikişi genişliği artı cidar kalınlığıdır.

1.5 Ana malzemenin ve kaynak metalinin uzamaları birbirinden çok farklı ise, (örneğin, kaynaklı alüminyum test parçaları) test numunelerinin zamanından önce çatlamasını önlemek için Şekil 11.8'deki test düzeni kullanılabilir.

2. Yanlamasına Eğme Testi (DIN 50121 Kısım 1)

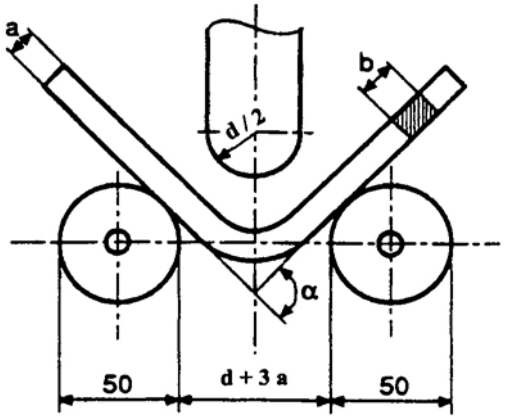
2.1 Bu testle kaynaklı birleştirmenin kesit düzlemindeki şekil değiştirme kabiliyeti test numunesinın belirli bir çaptaki mandrel üzerinde eğilmesi ile bulunur ve bu sırada ulaşılan eğme açısı ölçülür. Test numuneleri Şekil 11.9'da gösterilen şekilde hazırlanır.



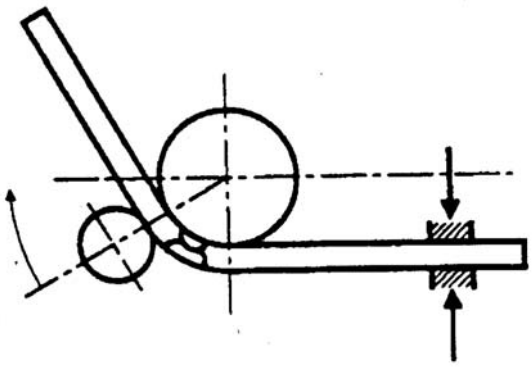
Boyutlar		Test numunesi kalınlığı a					
		≤11	>11 ≤14	>14 ≤17	>17 ≤22	>22 ≤27	>27 ≤35
Test numunesi genişliği (b)		20	30	30	≥ 1,5 a	≥ 1,5 a	≥ 1,5 a
Test numunesi boyu L_t **(1)**	$\frac{d}{a} \leq 3$	250	250	250	250	300	380
	$\frac{d}{a} = 4$	250	250	250	290	350	430
	$\frac{d}{a} = 6$	250	250	290	350	430	530
Çekme tarafında yarı çap r		≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 3	≤ 3	≤ 3

(1) *Test numunesi boyları, L_t uygulanamıyorsa DIN 50121 Kısım 1 Tablo 6'da verilen minimum test numunesi boyları geçerlidir.*

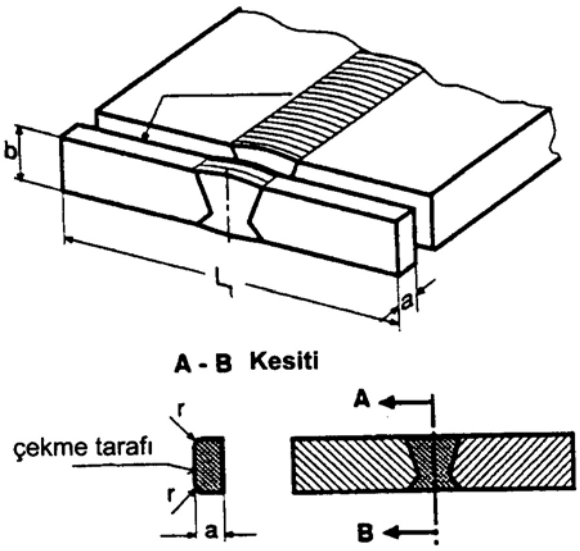
Şekil 11.6 Enine eğme test numuneleri



Şekil 11.7 Enine eğme testi için deney düzeni



Şekil 11.8 Özel test düzeni



Boyutlar	d/a oranı		
	≤ 3	4	6
Test numunesi kalınlığı a	10		
Test numunesi genişliği b	Mamul kalınlığı		
Yuvarlatma yarıçapı r Çekme tarafında	≤1 (≤3) **(1)**		
Test numunesi boyu L_t**(2)**	150	170	200

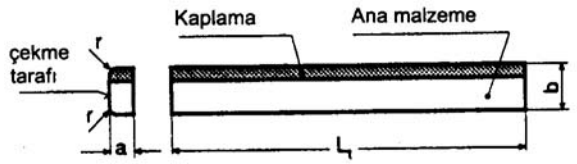
(1) *Parantez içindeki yuvarlatma yarıçapları kaynak dikişi taşkınlıkları işlenmemiş test numuneleri için geçerlidir.*

(2) *Test numunesi boyları L_t uygulanamıyorsa DIN 50121 Kısım 1 Tablo 6'daki test numunesi boyları geçerlidir.*

Şekil 11.9 Yanlamasına test numuneleri ve boyutları

2.2 Test numuneleri test cihazına Şekil 11.7'deki gibi test kuvveti, kaynak dikişinin boyuna ekseni doğrultusunda etkiyecek şekilde yerleştirilmelidir. Test numunesinin, test sırasında çekmeye zorlanan tarafındaki boyuna kenarları istenen (r) yuvarlatma yarıçapına kadar yuvarlatılabilir.

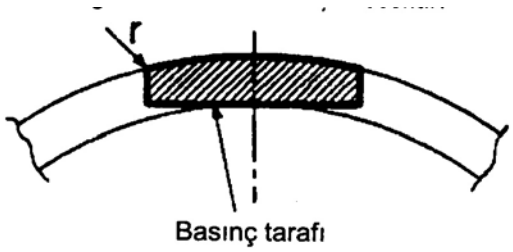
2.3 Kaplama levhalarının yanlamasına eğme testi yapılacaksa, Şekil 11.10'da verilen test numunesi formu kullanılır. Boyutları Şekil 11.9'daki Tablo'da verilmiştir.



Şekil 11.10 Kaplanmış levhalarda yanlamasına test numunelerinin formu

3. Boru Birleştirmelerinde Eğme Test Numuneleri

Boruların dairesel kaynak dikişlerinden test numuneleri alındığında yan yüzeyler paralel olmalıdır. Gerekiyorsa test numunesinin basınç altındaki yan yüzeyi Şekil 11.11'deki gibi mekanik olarak işlenecektir.



Şekil 11.11 Bir borudan alınan eğme test numunesi kesiti

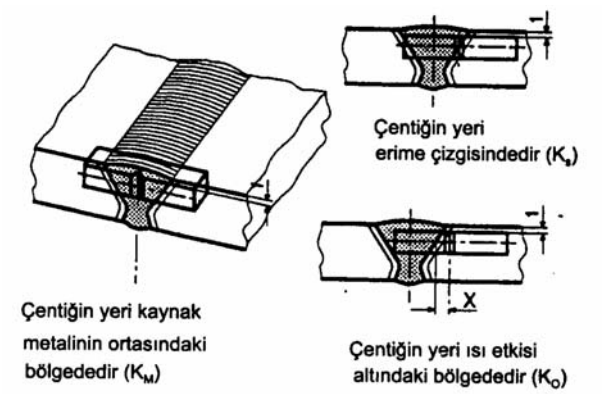
E. Çentik Darbe Testi (EN 10045 / DIN 50115)

1. Bu testlerle darbe enerjisi (J) belirlenir. Burada kural olarak ISO-V çentik darbe test numuneleri kullanılır. Test numuneleri, test parçasında öyle düzenlenmelidir ki, test numunesinin boyuna ekseni dikiş doğurultusuna dik ve çentiğin ekseni, mamulün yüzeyine dikey durumda bulunsun. Şekil 11.12 ile karşılaştırınız. Ayrıca kırık yüzeyinin taneli kısmının oranının ve/veya test parçasının yanlamasına genleşmesinin belirlenmesi hususunda anlaşmaya varılabilir.

2. Çentik, şartnameye göre, kaynak metalinin ortasında, erime çizgisi üzerine veya erime çizgisinden verilen bir uzaklıkta ana malzemenin ısı etkisi altındaki bölgesinde (IEAB'da) bulunacak şekilde düzenlenmelidir. Şekil 11.12'ye bakınız.

3. Deneyler belirlenen sıcaklıklarda yapılmalıdır. Eğer mamul kalınlığı 10 mm. nin altında ise, 7,5x10 mm., 5x10 mm. ve 2,5x10 mm boyutlarında test numuneleri kullanılmalıdır. Bu test numuneleri için, 10x10 mm. lik standart test numunesina göre çentik darbe enerjisi olarak E (J) aşağıdaki tablo da verilen değerler geçerlidir.

Test numunesinın kesiti [mm]	İstenilen çentik darbe enerjisinin ortalama değeri [E]
Standart test numuneleri 10 x 10	E
Küçük boyutlu test numuneleri 10 x 7,5 10 x 5	5/6 E 2/3 E



Şekil 11.12 Çentik darbe testinde test numunesinın yeri

4. Eğer test numunesi bir X dikişinin yalnız bir tarafından çıkartılması öngörülüyorsa, test numunesi dikişin en son kaynak edilen tarafından alınır.

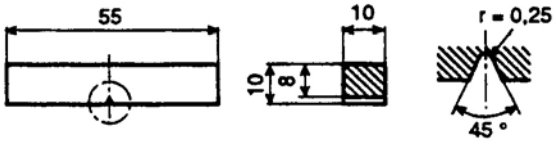
5. Test numuneleri Şekil 11.13'de belirtilen boyutlara göre mekanik olarak işlenecekse istenilen toleranslara uygunluğu kontrol edilmelidir.

6. Teknik nedenlerle özel olarak paragraf 1'den 5'e kadar belirtilenlerden farklı biçimlerde ve düzenlemelerde test numuneleri kullanılacaksa test istekleri üzerinde **TL** ile özel olarak anlaşmaya varılmalıdır.

F. Kaynaklarda Sertlik Testi (DIN 50163 Kısım 1)

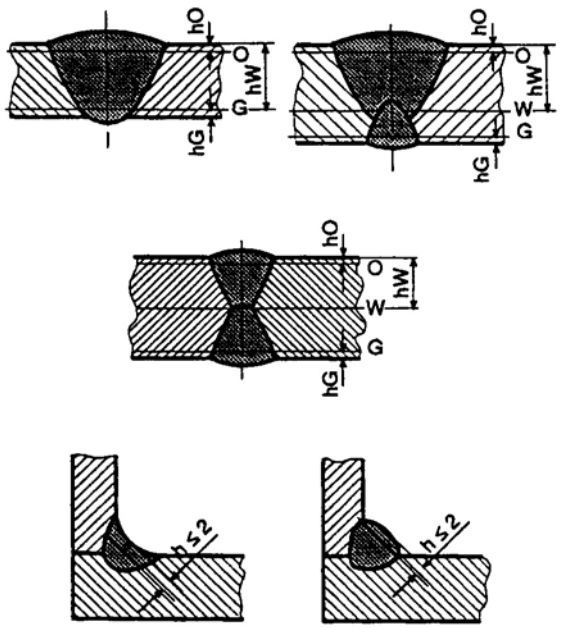
1. Kaynaklı birleştirmelerin sertliği, test yüzeyi dikiş doğrultusuna dik durumdaki parlatılmış ve dağlanmış test numunelerinde Vickers yöntemine göre 49 veya 98 N (HV5 vey HV10) test yükü ile ölçülmelidir. Test yükünün seçimi malzeme cinsine göredir.

2. Kural olarak test, bir seri sertlik ölçme ile yapılmalıdır. İç köşe dikişlerinde bir sıra ölçme, alın dikişlerinde ise biri kök ve diğeri de kapak pasosunda olan en az iki sıra ölçme yapılmalıdır. Eğer yapılan bu ölçmelerde, kaynaklı birleştirmelerin sertliği hakkında yeterli bir karara varılamaz ise, başka sertlik ölçmeleri yapılmalıdır. Alın dikişlerinde kök pasosu - karşıt paso bölgesinde sertlik ölçmeleri Şekil 11.14'deki düzenlemeye göre yapılmalıdır.



Boyutlar	Nominal ölçü	Tolerans
Boy	55 mm.	±0,60 mm.
Genişlik	10 mm.	±0,11 mm.
Yükseklik	10 mm.	±0,06 mm.
Çentik açısı	45°	±2°
Çentik tabanından yükseklik	8 mm.	±0,06 mm.
Çentik yarı çapı	0,25 mm.	±0,025 mm.
Çentik merkezi ile test numunesinın uç kenarları arasındaki uzaklık	27,5 mm.	±0,42 mm.
Çentiğin simetri düzlemi ile test numunesinın boyuna ekseni arasındaki açı	90°	±2°
Test numunesinda bitişik boyuna yüzeylerin birbirleri arasındaki açı	90°	±2°

Şekil 11.13 ISO - V Çentik test numuneleri



hO = Üst yüzeyden uzaklık

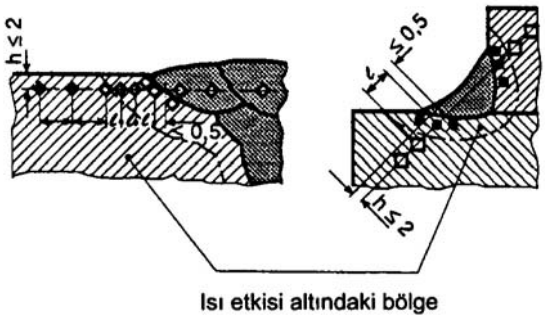
hG = Karşı yüzeyden uzaklık

hW = Kök bölgesindeki sertlik ölçme sırasının üst yüzeyden uzaklığı

Şekil 11.14 Sertlik ölçme sırası ile sertlik testleri

3. Sertlik değerinin değişimini doğru olarak belirle-yebilmek için sertlik baskıları birbirine yakın seçilmelidir (Şekil 11.15'e bakınız). Mümkünse sertlik değerleri bir grafik üzerine noktalanarak sertlik eğrisi çizilmelidir.

4. Özel hallerde diğer test yöntemleri kullanılıyorsa istekler tanınmış standartlara (örneğin; DIN 50150) uygun olmalıdır.



Isı etkisi altındaki bölgede önerilen sertlik testi baskı aralığı ℓ

Vickers sertlik sembolü	Sertlik testi baskı aralığı ℓ [mm]
HV 5	0,7
HV 10	1

Şekil 11.15 Isı etkisi altındaki bölgede sertlik testi baskı yerleri

G. Metallografik İncelemeler

1. Gerek makro yapının gerekse mikro yapının değerlendirilmesi, parlatılmış test numunelerinde yapılır. Eğer başka türlü bir anlaşma söz konusu değilse, metallografik test numunelerinin inceleme yüzeyleri, kaynak dikişi eksenine dik olarak alınır (Şekil 11.14'e bakınız).

2. Metallografik test numuneleri öyle boyutlandırılmalı, parlatma ve dağlama da öyle yapılmalıdır ki, kaynak metali ve ısı etkisi altındaki bölgenin iç yapısı ve kristalizasyon şekli ile ana metalin içi yapısı mikrograflarda, araştırılan bölgenin tane sınırları da tanınacak tarzda belirlenmelidir.

3. Metallografik test numunelerinin fotoğrafları çekilerek, test raporlarına eklenmelidir. Makro fotoğrafları, kural olarak 1:1'den 1:3'e kadar olmalıdır. Küçük kaynak dikişi kesitlerinde büyütme yapılabilir.

Mikrografik test numunelerinde 2'de belirtilen bölgelerin karakteristik yerlerine ait en az 3 fotoğraf alınmalıdır ve kural olarak, ana malzemeden, erime çizgisinden ve ısı etkisi altındaki bölgeden alınır. Büyütme en az 100:1 olmalıdır.

H. Test Raporları

1. İşyeri, yöntemin değerlendirilmesi için gerekli tüm ayrıntıları içeren testlere ait raporları hazırlamalıdır. Bu raporlar özellikle aşağıdaki ayrıntıları içermelidir:

- İncelemenin veya testin türü (örneğin, kaynak yöntem testi),

- Test numunelerinin boyutları ve numaraları,
- Ana malzemeler,
- Kaynak dikişinin hazırlanması,
- Kaynak yöntemleri ve pozisyonları,
- Kaynak dolgu malzemeleri ve boyutları, kaynak yardımcı malzemeleri,
- Kaynak akım şiddeti ve voltajı,
- Kaynak sonrası ısıl işlem,
- Test metodları ve test numunelerinin biçimi,
- Test sonuçları.

2. Raporlar, en az iki kopya halinde incelenmek üzere sörveyöre sunulacaktır. Sörveyör testlerin usulüne uygun yapıldığını ve sonuçların doğruluğunu damgasını vurarak ve imzalayarak onaylayacaktır.

BÖLÜM 12

TEKNE YAPIMINDA KAYNAK

Sayfa

A. GENEL **12-** 3

1. Kapsam

2. Diğer İlgili Kurallar

3. Kaynak Dikişinin Yapılışı

B. TERSANELERİN VE KAYNAK İŞYERLERİNİN ONAYLANMASI, KAYNAK PERSONELİNİN YETERLİLİĞİ **12-** 3

1. İşyerleri ve Yan İşyerleri

2. İstekler, Onayın Kapsamı

3. Temel Onay, Genişletilmesi

C. KALİTE KONTROLÜ, SORUMLULUK **12-** 4

D. MALZEMELER VE KAYNAĞA UYGUNLUĞU **12-** 4

E. KAYNAK DOLGU VE YARDIMCI MALZEMELERİ **12-** 5

F. TEKNE İNŞAATI VE DENİZ YAPILARINDA KULLANILAN ÇELİKLERİN KAYNAK YÖNTEMLERİ VE KAYNAK YÖNTEM TESTLERİ **12-** 6

1. Genel

2. Testlerin Kapsamı, Test Programı, Uygulama Sınırları ve Onay Aralığı

3. Test Parçaları, Boyutları, Hadde Doğrultusu, Kaynak Pozisyonları

4. Test numunesi Setleri, Test numuneleri, Mekanik ve Teknolojik Testler

5. Gereklilikler

G. KAYNAKLI BİRLEŞTİRME DİZAYN VE ÖLÇÜLERİ **12-**29

1. Genel

2. Malzemeye Bağlı Özellikler, Korozyon

3. Kuvvet Akışı, Geçişler

4. Kaynak Dikişlerinde Lokal Yakınlıklar ve En Küçük İki Dikiş Aralığı, Soket Bağlantıları

5. Kaynak Geçiş Delikleri

6. Lokal Takviyeler, Dablinler

7. Çapraz Elemanlar, Kalınlık Doğrultusunda Gerilme

8. Soğuk Şekillendirilmiş Elemanların Kaynağı, Eğrilik Yarıçapları

9. Dümen Rodlarında ve İğneciklerinde Dolgu Kaynağı

10. Kaynak Ağzı Şekilleri ve Boyutları

11. Kiriş ve Stifner Nihayetlerinin Kaynağı

12. Profil Nihayetleri ile Levhalar Arasındaki Birleştirmeler

13. Şaft Braketlerinde Kaynaklı Birleştirmeler

14. Dümen Kaplin Flençleri

15. Kaynaklı Birleştirmelerin Dizayn Hesaplamaları

H. KAYNAK İŞLEMLERİNİN YAPILMASI **12-**43

1. Genel

2. Kaynakçılar ve Kaynak Gözetmenleri

3. Kaynak Ağzı Hazırlanması, Montaj

4. Havaya Karşı Korunma, Soğukta Kaynak

5. Ön Isıtma

6. Kaynak Pozisyonları, Yukarıdan Aşağıya Doğru Düşey Kaynak

7. Kaynak Sırası

8. Kaynağın Yapılışı

9. Yüksek Mukavemetli Tekne Yapım Çelikleri ve Çok Yüksek Mukavemetli (Su Verilmiş ve Temperlenmiş) İnce Taneli Yapı Çeliklerin Kaynağı

10. Paslanmaz ve Yüzeyi Kaplanmış Çeliklerin Kaynağı

11. Dökme Çelik, Dövme Parçaların Kaynağı

12. Alüminyum Alaşımlarının Kaynağı

13. Su Altı Kaynağı

I. KAYNAKLI BİRLEŞTİRMELERİN MUAYENESİ **12-**50

1. Genel

2. İş yeri Tarafından Yapılan Muayeneler, Gözle Muayene

3. Tahribatsız Muayeneler

4. Üretim Testi Numuneleri

5. Sızdırmazlık Testleri

6. Dikişin Kalite Dereceleri, Kontrol (Muayene) Kapsamı, Muayene Yöntemleri, İstenenler

J. GAZ TANKERLERİNİN KARGO TANKLARI İÇİN KAYNAK GEREKSİNİMLERİ **12-**55

1. Kaynaklar ve Tahribatsız Testler

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, üst yapılar, güverte evleri bunların iç ve dış yapıları ve ambar kapakları, direkler, dikmeler veya tekne bünyesine kaynak edilen kreyn alt yapıları gibi geminin bir kısmını oluşturan teçhizat da dahil tüm tekne bünyesinde kaynak çalışmalarına uygulanır. Bunun için Bölüm 1, A.1 ve A.2'ye bakınız.

1.2 IACS Recommendation 47, Tekne Yapılarının İnşası ve Mevcut Gemilerin Tekne Yapıları Onarımı için bir kılavuz olarak kullanılabilir.

1.3 Bu kurallar benzer şekilde, teknenin bir kısmı olan kargo tanklarına da uygulanır (Bölüm 14'te belirtilen teknenin bir kısmını oluşturmayan tanklar ve basınçlı kaplar bunların dışındadır). Örneğin; sıvı gaz tankerlerindeki A tipi prizmatik tanklar.

2. Diğer İlgili Kurallar

Kaynaklı birleştirmelerin dizaynı ve ölçülendirilmesi için Tekne Yapım Kurallarının Bölüm 20 (Kaynaklı birleştirmeler) ve işçilik için de aynı kuralların Bölüm 1, N'deki koşulları göz önüne alınmalıdır. Diğer ilgili standartlar için Bölüm 1, B'ye bakınız.

3. Kaynak Dikişinin Yapılışı

Tekne yapımında kaynaklı birleştirmeler, birleştirdiği ana malzemelerin kalite özellikleri aynı olacak şekilde yapılmalı ve test edilmelidir. Bunun için, Tablo 12.10'da verilen kalite dereceleri veya yorulma mukavemetinin kanıtlanması için (Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 3,D'ye bakınız) çentik kategorisi sınıflandırılması esas alınarak uygulanan değerlendirme kategorisi sınırları içinde öngörülen biçim ve iç özellikleri farklı olmamalıdır. Bu, benzer şekilde diğer kalite özelliklerine de uygulanır (C'ye de bakınız).

B. Tersanelerin ve Kaynak İşyerlerinin, Kaynak Personelinin Yeterliliğinin Onaylanması

1. İşyerleri ve Yan İşyerleri

1.1 Aşağıdaki maddelerde "İşyeri" teriminden fiziksel durumları ve organizasyonları bakımından bağımsız birim olarak kabul edilebilen kaynak konstrüksiyonu yapan işyerleri ve tersaneler anlaşılacaktır.

1.2 Genel olarak yan işyerleri ve taşeronlar aşağıdaki istekleri yerine getirmek koşulu ile bağımsız işyeri kabul edilir. Özellikle her kaynak işyeri kendine bağlı devamlı kaynak gözetmeni bulundurmalıdır (Bölüm 2'ye bakınız).

1.3 İşyerinde çalışan yabancı firmalar bağımsız işyeri olarak onaylanabilir. Bunlar ve geçici işçiler için C.3 ve Bölüm 1, F'e de bakınız.

2. İstekler, Onayın Kapsamı

2.1 Bu kuralların kapsamına giren kaynak çalışmaları yapacak tersaneler ve kaynak işyerleri, Bölüm 2'deki personel ve işyerine ait istekleri yerine getirmeli ve **TL**'nun onayını almalıdır. Onay için, tersaneler ve kaynak işyerleri, kaynak çalışmalarına başlamadan önce zamanında Bölüm 2, A.3'de belirtilen bilgi ve belgelerle birlikte başvurmalıdır.

2.2 Kaynak personeli (kaynakçı, operatörler ve kaynak gözetmenleri) ve varsa test personeli ve test gözetmenleri Bölüm 2, B.2 ve B.3'deki istekleri yerine getirmeli ve **TL** tarafından onaylanmalıdır. Kaynakçı yeterlilik sınavları için Bölüm 3'e bakınız.

2.3 Onayın kapsamı, kaynak işyerinin olanaklarına ve öngörülen uygulama alanına (malzeme, kaynak yöntemleri, kaynak pozisyonları, vs.) göre belirlenir. Onayın geçerlilik süresi için Bölüm 2, A.4 ve A.5'e bakınız.

3. Temel Onay, Genişletilmesi

3.1 Gemi yapımında kaynak için genelde ilk önce işyeri sörveylerine dayanarak bir (temel) onay verilir ve gerekiyorsa Bölüm 3'e göre kaynakçı yeterlilik sınavları da esas alınır. A'dan D'ye kadar normal mukavemetli gemi yapım çeliğinde ve benzer döküm ve dövme çeliklerde, normal olarak elle yapılan ark kaynağı (kaynak yöntemi 111) ve/veya dolu ve özlü tel elektrotlar kullanılarak yapılan yarı mekanik metal ark aktif gaz kaynağı (kaynak yöntemi 135 ve 136) göz önüne alınır. Bu durumda cidar kalınlığı aralığı geçerli kaynakçı yeterlilik sınavının kapsamına göre belirlenir.

3.2 Tek taraflı kaynak ve yukarıdan aşağıya doğru kaynak bu yöntemlerin (111, 135, 136) dışında tutulduğundan bunun için her durumda yöntem testleri yapılmalıdır (F'e bakınız). Tek telli tozaltı kaynağı, F.1.4'e uygun olarak belirtilen kanıtlara dayanarak 3.1'de açıklanan temel onay kapsamına alınabilir (4-25 mm. kalınlıktaki levhaların her iki taraftan birer pasolu [iki pasolu teknik] ve 40 mm. kadar olan kalınlıklardaki levhaların çok pasolu kullanıla gelen kaynakları için).

3.3 Bölüm 4'deki yöntem testlerine dayanarak (F'e de bakınız) temel onay, herhangi bir yöntem onayını da kapsamak suretiyle genişletilebilir; bazı özel hallerde, belirli bir malzeme ve/veya belirli bir kaynak yöntemi için (işyeri sörveylerine bağlı olarak da) sınırlı bir onay verilebilir.

C. Kalite Kontrolü, Sorumluluk

1. Tersaneler ve kaynak işyerleri, üretim sırasında ve kaynak çalışmalarının tamamlanmasında yaptıkları düzenli kalite kontrolleri ile kaynak çalışmalarının ehliyetle ve eksiksiz olarak yapılmalarını sağlamalıdır. (Bölüm 1, F'e bakınız). Kaynak gözetmenlerinin görevleri için EN /ISO 14731'e bakınız.

2. Tersaneler ve kaynak işyerleri, kaynak çalışmalarını, bu kurallara, onaylı üretim belgelerine, onay belgelerindeki belirli koşullara, iyi gemi yapım pratiğine, kaynak tekniğinde son duruma uygun olmasını sağlamakla sorumludur. **TL** sörveyörlerinin sörvey ve kontrolleri işyerinin bu sorumluluğunu kaldırmaz.

3. Siparişin, kalite kontrolü ve bağımsız bölümler veya tedarikçiler veya onaylı veya onaysız dış firmalar (işyerinde çalışan firmalar) gibi taşeronlara verilmesinin sorumluluğu için Bölüm 1, F'ye bakınız. İşin taşerona verilmesini veya geçici işçi kullanılmasını **TL**'na bildirilmelidir.

4. Gerekli kalite kontrolünün kapsamı söz konusu yapı elemanına bağlıdır. Esas olarak öngörülen malzemelerin, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin kullanıldığından, kaynak dikişi hazırlanmasının, montaj, punta kaynakları ve son kaynak çalışmalarının yapılmasının ve kaynaklı birleştirmelerin tam olmasının, boyutlarının doğruluğunun madde 2'deki istekleri yerine getirdiğinden emin olunmalıdır. Kaynaklı birleştirmelerin tahribatsız muayeneleri için I'ya bakınız.

5. İş yeri tarafından yapılan kontrollerden ve gerekiyorsa kaynak işyerinde onarımdan sonra, yapı elemanı üretimin uygun aşamalarında kontrol için sörveyöre gösterilecektir. Bu maksatla yapı elemanı ulaşılabilir olmalı ve boya, vs. ile örtülmemelidir. Sörveyör önceki kontrolde yeterli bulmadığı yapı elemanını geri çevirebilir ve işyerinin başarılı kontrolünden sonra yeniden gösterilmesini ve gerekiyorsa elemanın onarımını isteyebilir.

6. Bir yapı elemanının kalitesi ve iyi çalıştığı garanti edilemiyorsa veya üretim belgelerindeki (örneğin; üretim resimlerindeki) bilgilerin eksik ve yetersiz olduğundan şüphe ediliyorsa, **TL** bunların düzeltilmesini ve tamamlanmasını isteyebilir. Bunlar, resimlerinin onaylanması gerekmeyen veya klaslama resimlerinde yeterince ayrıntılı gösterilmesi istenmeyen tamamlayıcı veya ek elemanlara (örneğin; takviyelere) benzer şekilde uygulanır (Bakınız Bölüm 1, G).

7. **TL**, sörveyörleri vasıtasıyla öngörülen kapsamda (genelde seçmeli olarak) kontrol ettiği yapı elemanlarının veya kaynaklı birleştirmelerin istenilen tüm koşullara göre yapıldığını ve tüm kısımların isteklere uygun olduğunu garanti etmekle yükümlü değildir. Daha sonra kusurlu olduğu belirlenen yapı elemanları veya kaynaklı birleştirmeler evvelki kabul testlerine rağmen reddedilebilir veya onarımı istenebilir.

D. Malzemeler ve Kaynaklanabilirlik

1. Kaynaklı yapılarda, yalnız kaynaklanabilirliği kanıtlanan ana malzemelerin kullanılmasına müsaade edilir. Malzemeler, Malzeme Kurallarına uygun olmalıdır (Kısım 2). Diğer benzeri malzemeler (örneğin; EN 10025-1'e uygun yapı çelikleri) yalnız **TL**'nun onayı ile bazı özel hallerde kullanılabilir.

2. Çeliğin onay sertifikalarında belirtilen kaynak ve çalışma ile ilgili koşullar ve çelik üreticisinin önerileri göz önüne alınmalıdır. Tekne malzemelerinin seçimi için Kısım 1, Tekne Yapım Kuralları'na bakınız.

3. **TL** tarafından test edilmiş kalite dereceleri A,B,D ve E olan normal mukavemetli tekne yapım çeliklerinin

kaynaklanabilirliğinin kanıtlanmış olduğu kabul edilir. Bu çeliklerin kaynak edilmesinde, bu kuralların dışında önlemler alınması gerekmez.

4. Malzeme kurallarına göre **TL** tarafından test edilen ve onaylanan A32'den F40'a kadar olan kalite derecelerindeki yüksek mukavemetli tekne yapım çeliklerinin kaynaklanabilirliği kontrol edilir ve çalışmaların normal gemi inşaatı pratiğine uygun yapılacağı varsayılır.

5. Yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) ince taneli yapı çelikleri, soğuğa dayanıklı çelikler, paslanmaz yapı çelikleri ve diğer (alaşımlı) yapı çelikleri, **TL** tarafından özel olarak onaylanmalıdır. Bu çeliklerin kaynaklanabilirliği, kaynak yöntemleri ve kaynak dolgu malzemeleri ile birlikte kanıtlanmalıdır.

6. Çelik döküm ve dövme parçalar Malzeme Kurallarına uyacak ve **TL** tarafından test edilecektir. Kaynaklı yapılar için karbon ve karbon manganez çelikleri / çelik dökümlerden yapılan parçalarda eriyik içinde karbon miktarı %0,23 fazla olmayacaktır (parça analizinde maksimum %0,25 C).

7. Hafif metal alaşımları Kısım 2 Malzeme Kurallarına göre **TL** tarafından test edilmelidir. Bu çeliklerin kaynaklanabilirliği, kaynak yöntemleri ve kaynak dolgu malzemeleri ile birlikte kanıtlanmalıdır. Malzeme kurallarında belirtilen alaşımların genel olarak geçerliliği kabul edilebilir.

E. Kaynak Dolgu ve Yardımcı Malzemeleri

1. Tüm kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri (örneğin; örtülü elektrotlar, tel-gaz kombinasyonları, tel-toz kombinasyonları, vs.) Bölüm 5'e uygun olarak **TL** tarafından onaylanmalıdır. Kalite dereceleri ana malzemeye bağlıdır ve tekne yapım çelikleri ve diğer benzer yapı çelikleri, dövme çelikler ve çelik dökümler dışında olanlar Bölüm 5'in ilgili tablolarında verilmiştir.

2. Tekne yapım çeliklerinin kaynağı için gerekli kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin kalite derecelerinin ilgili tekne yapım çeliklerinin kalite derecelerine göre düzenlenmesi Tablo 12.1'de verilmiştir. Diğer benzer yapı çeliklerinin, dövme çeliklerin ve çelik dökümlerin düzenlenmesi benzer şekilde yapılır.

3. Değişik kalite derecelerindeki tekne yapım çeliklerinin kaynağı için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri, çeliklerin kalite dereceleri ve ek işaretlerine göre aşağıdaki gibi düzenlenecektir:

3.1 Farklı kalite derecelerindeki normal mukavemetli tekne yapım çelikleri:

Yüksek kaliteli (daha tok) olan tekne yapım çeliği için verilen kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri (örneğin; A ile D : kalite derecesi 2...)

3.2 Aynı mukavemette fakat farklı kalite derecelerindeki yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri:

Kalitesi yüksek (tok) olan tekne yapım çeliği için verilen kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri (örneğin; A36 ile E36: kalite derecesi 3Y...)

3.3 Benzer kalite derecelerindeki normal mukavemetli ile yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri:

İlgili kalite derecesindeki normal mukavemetli tekne yapım çelikleri için verilen kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri (örneğin; D ile D36: kalite derecesi 2... (Y ek işaretsiz))

3.4 Değişik kalite derecelerindeki normal mukavemetli ile yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri:

Kalitesi derecesi yüksek mukavemetli çelikle aynı olan fakat mukavemeti normal mukavemetli tekne yapım çeliği için verilen kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri örneğin A ile D36: Kalite derecesi 2 (Y ek işaretsiz).

4. Çok kalın cidarlı rijit yapı elemanlarının (yaklaşık 30 mm. ve daha fazla) ve dövme çelik ve çelik döküm parçaların kaynağı için hidrojen kontrollü kalite derecesi 3 H15(H) olan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kullanılacaktır (yüksek mukavemetli çeliklerde kalite derecesi 3Y H10 (HH) olacaktır).

5. Karbon eşdeğeri %0,41'den yüksek olan yüksek mukavemetli tekne yapım çeliklerinin birbirleri ile (veya daha düşük mukavemetli çeliklerle) kaynağı için hidrojen kontrollü kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerin kullanılması önerilir (H.5'e de bakınız).

6. Kaynaktan hemen sonra yapı elemanı tam yüke maruz kalıyorsa (örneğin; yükleme halkaları veya test basıncı nedeniyle) veya konstrüksiyonun rijitliğinden dolayı yüksek seviyede kalıcı gerilmelerle oluşuyorsa ve gerektiğinde yüksek akma sınırı veya mukavemeti öngörülüyorsa hidrojen kontrollü kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kullanılmalıdır.

7. Yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş ince taneli yapı çeliklerinin ve soğuğa dayanıklı çeliklerin (Bölüm 5, F.4'e bakınız) kaynağında her zaman hidrojen kontrollü kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kullanılmalıdır. Akma sınırı veya %0,2 uzama sınırı gerilmesi, 500 N/mm^2'ye kadar olan çeliklerde ek sembolü en fazla H10 (HH) olan ve 500 N/mm^2'den fazla olan çeliklerde ek sembolü en fazla H5 (HHH) olan kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kullanılmalıdır.

8. Östenitik paslanmaz çeliklerin birbirleri ile ve tekne yapım çelikleri ile kaynağı için Bölüm 5, Tablo 5.21÷5.23'e ve üretici önerine göre, korozyon ve mukavemet istekleri ve kaynak metalurjisi (sıcak çatlamaya dayanıklılık dahil) göz önüne alınarak kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri seçilir ve onaya sunulan kaynak planında belirtilir.

9. Alüminyum alaşımlarının kaynağı için Bölüm 5, Tablo 5.23'e uygun olarak malzemenin cinsine ve durumuna (Kısım 2 Malzeme Kuralları, Bölüm 8'e bakınız) göre kaynaklı birleştirmelerin mukavemet istekleri (Kısım 1Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20) göz önüne alınarak kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri seçilir ve onaya sunulan üretim resimlerinde belirtilir.

10. Kaynak işyeri veya yöntem onayında belirtilerek belirtilen kaynak dolgu ve yardımcı malzemesi yerine, sadece **TL** tarafından onaylanmış ve uygun kalitede olduğu ilgili onay belgesinde belirtilen diğer bir eşdeğer dolgu ve yardımcı malzemesi kullanılabilir. Aksi halde **TL** ile anlaşmaya varılmalıdır.

11. Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri yalnız onaylı kaynak pozisyonlarında uygulanmalıdır. Kaynak için üreticinin önerileri ve uyarıları (örneğin; akım cinsi ve kutaplama) göz önüne alınmalıdır.

12. Kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri (özellikle hidrojen kontrollü bazik-örtülü çubuk elektrotlar ve bazik kaynak tozları) kullanılmadan önce üretici talimatına uygun olarak (kurutma zamanını gözleyerek) tekrar kurutulmalı ve çalışma yerinde kuru olarak (ısıtılmış kaplarda veya termoslarında) muhafaza edilmelidir.

F. Tekne İnşaatı ve Deniz Yapılarında Kullanılan Çeliklerin Kaynak Yöntemleri ve Kaynak Yöntem Testleri

1. Genel

1.1 Sadece, mevzu bahis uygulama için uygunluğu genel tecrübe ile aşikar olan veya Bölüm 4'deki ve aşağıdaki koşullarda bir yöntem testi ile uygunluğu kanıtlanan kaynak yöntemlerine müsaade edilir. Bölüm 4, Tablo 4.1'de gerekli kanıtlamalar verilmiştir. Kaynak yöntemi, **TL** tarafından belirli bir kaynak işyeri için onaylanmalıdır (B'deki ön uyarıya bakınız).

Uyarı :

*Prensip olarak **TL**, yukarıdaki koşulları sağlayan tüm kaynak yöntemlerini tanır. Ancak pratik deneyimlerin işyerindeki üretim koşullarında olabilecek kalite seviyesinin süpheli veya yetersiz olduğunu gösterdiği yöntemler kabul edilemez. Örneğin; yan birleşme hataları tehlikesinden dolayı, CO_2 miktarı yaklaşık %30'dan az olan gaz karışımı altındaki masif telli koruyucu gazlı yukarıdan aşağıya düşey kaynak yöntemine müsaade edilmez. Bu kuralların dışında robot kullanılması istenebilir. Bunun için kaynak parametreleri ve kaynak takımının kullanımı belirtilebilmeli ve bundan sonra dar "emniyet" alanı içinde iyi bir kaynak nüfuziyet sağlandığı kanıtlanabilmelidir.*

1.2 **TL**, yukarıdan aşağıya düşey kaynak, dümen rodunda ve su altı kaynağında dolgu kaynağı gibi özel kaynak işlemlerini onaylayabilir. Bunların kullanımı özel müsaadeye bağlıdır (örneğin; her özel halde yüklü durumda kontrolünden sonra). Kaynak işlemi veya bu cins bir uygulama için **TL** geminin çalışmasını sınırlayabilir (örneğin; seyir sahasında).

Tablo12.1 Tekne yapım çeliği kalite derecelerine göre kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin düzenlenmesi

Kaynak dolgu ve yardımcı malzemesi kalite dereceleri (E.3'e de bakınız)	Tekne yapım çeliği kalite dereceleri											
	TL-A	TL-B	TL-D	TL-E	TL-A32/36	TL-D32/36	TL-E32/36	TL-F32/36	TL-A40	TL-D40	TL-E40	TL-F40
1, 1S, 1T, 1M, 1TM, 1V	X											
1YS, 1YT, 1YM, 1YTM, 1YV	X	**(1)**			X**(2)(3)**							
2, 2S, 2T, 2M, 2TM, 2V	X	X	X									
2Y, 2YS, 2YT, 2YM, 2YTM, 2YV	X	X	X		X **(3)**	X **(3)**						
2Y40, 2Y40S, 2Y40T, 2Y40M, 2Y40TM, 2Y40V	**(1)**	**(1)**	**(1)**		X **(3)**	X **(3)**			X **(3)**	X **(3)**		
3, 3S, 3T, 3M, 3TM, 3V	X	X	X	X								
3Y, 3YS, 3YT, 3YM, 3YTM, 3YV	X	X	X	X	X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**					
3Y40, 3Y40S, 3YOT, 3Y40M, 3Y40TM, 3Y40V	**(1)**	**(1)**	**(1)**	**(1)**	X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**		X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**	
4Y, 4YS, 4YT, 4YM, 4YTM, 4YV	X	X	X	X	X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**				
4Y40, 4Y40S, 4Y40T, 4Y40M, 4Y40TM, 4Y40V	**(1)**	**(1)**	**(1)**	**(1)**	X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**	X **(3)**

(1) *Mümkünse kullanılmamalı, aksi takdirde yalnız **TL**'nun onayı ile kullanılmalı (Bölüm 5, A.4.1 ve A.4.2 benzer şekilde uygulanmalıdır)*

(2) *A32/36 için 1Y... kalite derecesindeki kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri mümkünse yalnız ince sacların (maksimum 25 mm. ye kadar) kaynağında kullanılmalıdır.*

(3) *Kalınlıkları 50 mm.den 70 mm.ye kadar olan levhalarda ana malzemenin arttırılmış isteklerine uygun olarak kalite derecesi bir yüksek kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri ve kalınlıkları 70 mm. den 100 mm. ye kadar olan levhalarda kalite derecesi iki yüksek kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kullanılacaktır (Malzeme Kurallarına bakınız).*

Uyarı :

F32, F36 ve A40'dan F40'a kadar olan çelikler için malzeme kurallarında 50 mm. kalınlığın üzerindekiler için herhangi bir koşul önerilmemiştir. Fakat bu husus uygunsa özel bir anlaşma konusu olur.

1.3 Kaynak yöntem testleri, bir üreticinin belirli bir yöntem kullanarak kaynak işlerini yapabilmesi için yeterli derecede kalifiye olduğunun doğrulanması amacı ile yapılır.

Genel olarak kaynak yöntem testleri; kaynak ekipmanı, iç veya dış imalat, kaynak hazırlanması ve ön ısıtma ya da herhangi bir kaynak sonrası ısıl işlem ile ilgili olarak üretim koşullarını yansıtacaktır. Bir yöntemin belirli bir uygulamaya uygun olup olmadığının belirlenmesi ve belgelenmesi üreticinin sorumluluğudur.

Kaynak yöntemi onayı için kaynak yöntem yeterlilik testi uygulanacak ve tatmin edici sonuçlar elde edilecektir. Kaynak yöntem şartnamelerinde, kaynak yöntemi yeterlilik testlerinde elde edilen test sonuçlarına yer verilecektir.

Bir üreticinin yeterli görülen kaynak yöntemleri, aynı teknik koşullarda ve kalite yönetiminde yapılan kaynak işleri için geçerlidir.

Aşağıdaki durumlarda, kullanıcının işyerinde üretim koşulları altında yapılan kaynaklı birleştirmeler için kalite özelliklerinin yeterli ve işletme koşullarında kullanımın kusursuz olduğunun ve kaynak yönteminin kolay uygulanabildiğinin kanıtlanması için kaynak yöntem testlerinin **TL** gözetiminde yapılması istenir;

- A'dan D'ye kadar olan "kaynağı basit" tekne yapım çeliklerinin ve benzer yapı çelikleri, döküm ve dövme çelikleri ve kompozit malzemeler dışındaki malzemeler **(1)**,

- Kaynakçı yeterlilik testleri, genel deneyimler ve onaylı kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerini yeterli olarak kapsayan, B.3'de belirtilenlerin dışındaki diğer yöntemler **(2)**,

- Seramik, toz ve benzeri kaynak havuzunu emniyete alan altlıklı tek taraflı kaynak,

- Yukarıdan aşağıya düşey pozisyonda kaynak.

1.4 A'dan D'ye kadar olan normal mukavemetli tekne yapım çeliklerinin ve benzeri yapı çeliklerinin dövme ve dökme çeliklerin her iki taraftan tek telli tozaltı alın kaynağı yöntemleri için ilk kullanım öncesinde, sörveyörün deneme kaynakları ve tahribatsız muayenelerin (mesela RT) sonucuna dayanarak yöntemin güvenilir ve tekniğin uygun olarak kusursuz uygulandığını belirtmesi yeterlidir. Bunun için kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri **TL** tarafından onaylanmış olmalıdır.

1.5 **TL**, belirli (zor) yapı elemanları, biçimleri veya malzeme kombinasyonları, çevre koşulları (örneğin; su altı kaynağı) kaynak ağzı biçimi, yöntem değişiklikleri veya kombinasyonları ve de özel kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri için ek olarak kaynak yöntem testleri isteyebilir. Bu husus, benzer şekilde diğer birleştirme yöntemlerine veya yüzey düzeltme çalışmalarına uygulanır, örneğin; termik kesme veya alevle düzeltme.

1.6 Bundan evvelki ve daha sonraki maddelerde verilen bilgiler, özellikle test parçaları, test numunesi

---

(1) ***Malzemeler***

Normal tekne yapım çelikleri E ve F, yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri ve çelik döküm türleri, çok yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) ince taneli yapı çelikleri, soğuğa dayanıklı çelikler, paslanmaz ve kaplanmış çelikler, alüminyum alaşımlar, demir olmayan diğer metaller.

(2) ***Kaynak yöntemleri***

El ile yapılan kaynak yöntemleri :
Yukarıdan aşağıya doğru kaynak, derin nüfuziyetli kaynak, kökü alttan koruyarak tek taraftan yapılan kaynak (altlıklı).

Yarı mekanize kaynak yöntemleri :
Kendi ağırlıklı ve otomatik temaslı kaynak, kökü alttan koruyarak tek taraftan yapılan kaynak (altlıklı), koruyucu gazsız özlü tel elektrotlarla kaynak, vs.

Tam mekanize kaynak yöntemleri :
Toz altı, kaplı ve özlü tel elektrotlu kaynak, çok telli toz altı kaynağı, tek taraflı kaynak, iç köşe kaynağı veya çift iç köşe kaynağı, elektroslag kaynağı (eriyen ve erimeyen telli), gaz altı kaynağı, elektro-gaz kaynağı, vs.

Özel kaynak yöntemleri veya özel uygulamalar :
Saplama kaynağı, yakma alın kaynağı, sürtünme kaynağı, lazer ışınlı kaynak, doldurma kaynağı, orbital kaynak, dairesel boru kaynağı, robot kaynak, vs.

biçimleri, testler ve istekler gibi bilgiler, normal kaynak yöntemlerine ve gemi inşaatında kullanılagelen kaynak ağzı biçimlerine uygulanır. Bunların çalışma koşullarındaki davranışı deneyimlerle ve/veya test sonuçları ile kontrol edilir. Şüpheli durumlarda **TL**, ilave ve/veya değişik test parçaları, test numuneleri veya kullanıma uygun olduğunu kanıtlayan testler isteyebilir.

1.7 Özel karakteristiklerinden dolayı çok değişik kaynak dikişi biçimleri olan ve bunlar deneyler ve/veya testlerle kanıtlanan (örneğin; önemli çentik etkisi olan) kaynak yöntemlerinde kaynaklı birleştirmelerdeki yorulma mukavemeti davranışına kaynak dikişi biçiminin etkisi yukarıda belirtilen testlerle incelenebilir. Bunlar benzer şekilde, kaynaklı birleştirmelerin diğer karakteristiklerine de uygulanır, örneğin; korozyona karşı direnç.

1.8 Kaynak Yöntem Şartnamesi

1.8.1 Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS), kaynak yöntem yeterlilik testi yapmak isteyen tersane ya da üretici tarafından hazırlanacaktır. Bu doküman aynı zamanda ön kaynak yöntem şartnamesi (pWPS) olarak adlandırılabilir. pWPS, gerekli görülürse yöntem testleri sırasında modifiye edilip düzeltilebilir ancak WPS için belirtilen tüm ilgili değişkenleri içerecektir (EN ISO 15614 ya da diğer tanınmış standartlara bakınız).

1.8.2 Tersane ya da üretici, testlerden once TL'ye bir pWPS'yi gözden geçirilmesi amacıyla sunacaktır. pWPS'ye göre kaynaklanan test parçalarının kabul edilemez sonuçlar vermesi durumunda pWPS tersane ya da üretici tarafından düzenlenecektir. Yeni pWPS hazırlanacak ve test parçaları bu yeni pWPS'ye göre kaynaklanacaktır.

1.8.3 WPS, üretim kaynakları için bir temel olarak kullanılacaktır ve pWPS'ye göre yapılan testlerin tatmin edici sonuçlar elde etmesiyle TL, pWPS'yi WPS olarak onaylayabilir. WPS'nin TL tarafından onaylanması durumunda onay kapsamı bu bölümde belirtildiği şekilde olacaktır.

1.9 Kaynak Yöntemleri Yeterliliği

1.9.1 Test parçalarının hazırlanması ve kaynağı pWPS'ye göre ve pWPS'de belirtilen genel kaynak üretim koşullarında yapılacaktır.

1.9.2 Test parçalarının kaynağı ve test numunelerinin testine Sörveyör eşlik edecektir.

1.9.3 Eğer kaynak prosesi punta kaynakları ve/ya da başlangıç ve bitiş noktaları gerektiriyorsa bunlar birleşim içine eritilecek ve test parçalarına dahil edilecektir.

2. Testlerin Kapsamı, Test Programı, Uygulama Sınırları ve Onay Aralığı

2.1 Test programı, test ayrıntıları

2.1.1 Yöntem testlerinin kapsamı (test parçaları, test numuneleri, testler) Bölüm 4'e uygun olarak testlerden önce zamanında onaya sunulan test programında belirtilir. Kaynak yönteminin türü ve uygulamasına bağlı olarak testlerde, Bölüm 4, B.1.1'de ki yöntem ayrıntıları da göz önüne alınmalıdır.

Aşağıdaki maddelerde başka türlü verilmemişse Bölüm 4'deki ve ISO15607 serisinde verilenler uygulanacaktır.

Uyarı :

*Kaynak yöntem testleri ile ilgili aşağıdaki kurallar ISO 15607 standart serisine uygun olup bunlar kısmen alınmış veya referans gösterilmiştir. Bundan evvel yayınlanan kaynak kurallarıyla karşılaştırılınca standartlarda kaynak yöntem testlerinin tüm ayrıntıları, gemi yapımı bakımından, uygun olarak düzenlendiklerinden bu kurallarda belirtilmemekte veya standartlar referans olarak verilmektedir. Özellikle ISO 15614-1 "Metalik malzemeler için kaynak prosdürlerinin şartnamesi ve vasıflandırılması – Kaynak prosedürü deneyi - Bölüm 1 : Çeliklerin gaz ve ark kaynağı, nikel alaşımlarının ark kaynağı" , ISO 15614-2 "Metalik malzemeler için kaynak prosdürlerinin şartnamesi ve vasıflandırılması – Kaynak prosedürü deneyi - Bölüm 2 : Alüminyum ve alaşımlarının ark kaynağı" Gemi yapımına özgü ayrıntılar örneğin; özel deneyim ve beceri isteyen malzeme grupları, tek taraflı kaynaklar veya kaynak pozisyonlarında (yukarıdan aşağıya kaynak) cüruflarve atıklar standartlarda yeterli bulunmadığından aşağıda ayrı olarak düzenlenmiştir. Diğer uygulama alanları bakımından (örneğin; basınçlı teçhizat) gemi yapımı için öncelikle **TL** kuralları geçerlidir.*

2.1.2 Ana malzemenin özelliğinden veya yöntem karakteristiklerinin etkisinden dolayı, **TL** bazı özel haller için bu kurallarda ve standartlardaki koşullardan farklı

veya bunları yumuşatıcı spesifikasyonlar çıkarabilir, değişik ve ilave testler isteyebilir, istekler tespit edebilir veya uygulama alanını değiştirebilir. **TL** bunlara ait standartları yorum hakkını saklı tutar. Standartlar bu kurallara karşı veya farklı hususlar içeriyorsa öncelikle bu kurallar geçerlidir.

2.1.3 Aşağıda belirtilen tüm geçerllilik koşulları birbirinden bağımsız olarak karşılanacaktır.

2.1.4 Belirtilen kapsam dışındaki değişimler yeni bir kaynak yöntem testi gerektirir.

2.1.5 Astar boyaların, köşe kaynaklarının kalitesi üzerinde etkisi olabilir ve bu durum test için göz önünde bulundurulacaktır. Astar boyalarla kaynak yöntem yeterliliği, astar boyasız olarak bu kaynaklara yeterlilik verecektir (fakat tam tersi olmayacaktır).

2.2 Ana malzeme, malzeme grupları

2.2.1 Yöntem testleri esas olarak, onay için başvurulan ana malzemelerin kaynağında yapılır. Bunlardan ayrı olarak tekne yapım çelikleri ve östenitik feritik duplex çeliklerde yöntem testleri için ana malzemeler ISO15607 standart serisine göre malzeme grupları halinde birleştirilebilir ve bu grupları temsil eden malzemelerin testleri yapılabilir. Tekne yapım çelikleri için aşağıdaki maddelerde belirtilen koşullar uygulanır. Duplex çelikler, bağımsız malzeme grubu olarak göz önüne alınır ve östenitik paslanmaz çelikleri kapsamaz.

Uyarı :
CR 12187'nın CEN raporu (Avrupa standardı CR TR 15608 veya ISO standardının gözden geçirilen nüshası kısa zamanda yayınlanacak) kaynaklanabilir malzemeleri (genel kullanım için) karşılaştırılabilir belirli özelliklerine göre gruplandırır. Bu gruplar, belirgin özellikler de ilave edilerek (örneğin; ısıl işlemler sırasında malzeme davranışı gibi) hassas bir şekilde derecelendirilir.

*Böylece östenitik, paslanmaz çelikler ve östenitik-feritik paslanmaz çelikler çeşitli gruplara ayrılır. Burada ISO15607 standart serisine göre yapılan kaba sınıflandırma yerine CEN raporu 12187 veya beklenen yeni standartlar kullanılması önerilir. **TL** da bunu öngörebilir.*

2.2.2 Bir çok ana malzemenin yöntem testi aynı zamanda yapılmak isteniyorsa test için çeşitli mukavemet kategorilerinin (...32, ...36, ...40) ve çeşitli tokluk kategorilerinin (A/A..., B, D/D.., E/E..,F...) her ikisini de kapsayan malzemeler, cidar kalınlıklar göz önüne alınarak tekne yapım çeliklerinden seçilir. Aynı yöntem benzer şekilde diğer malzemelere de uygulanır.

2.2.3 Kimyasal bileşimine (kaynak sırasında davranışı) dayanarak çeşitli tekne yapım çelikleri aşağıdaki üç mukavemet kategorisine göre sınıflandırılabilir veya birleştirilebilir:

- Normal mukavemette tekne yapım çelikleri A, B, D ve E (minimum akma sınırı 280 N/mm^2'ye kadar olan genel yapı çeliklerini, dövme ve dökme çelikleri kapsar),

- Yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri A32, D32, E32, F32, A36, D36, E36 ve F36 (minimum akma sınırı 280 N/mm^2 'den fazla 355 N/mm^2'ye (dahil) kadar olan genel yapı çeliklerini içerir),

- Yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri A40, D40, E40, F40 (Minimum akma sınırı 355 N/mm^2'den fazla 390 N/mm^2 (dahil) genel yapı çeliklerini kapsar).

2.2.4 Aşağıdaki koşullar malzeme seçiminde uygulanacaktır:

2.2.4.1 UR W11 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 3, B)'e göre normal ve yüksek mukavemetli tekne yapısal çelikleri

2.2.4.1.1 Her mukavemet seviyesi için kaynak yöntemlerinin aynı ya da daha düşük tokluk kalitelerine, test edildiği şekilde, uygulanabileceği düşünülür.

2.2.4.1.2 Her tokluk kalitesi için kaynak yöntemlerinin aynı ya da iki düşük mukavemet seviyesine test edildiği şekilde uygulanabileceği düşünülür.

2.2.4.1.3 2.2.4.1.1 ve 2.2.4.1.2'nin 50kJ/cm'in üzerindeki ısı girişi proseslerine uygulanması için (örneğin çift paso toz altı ark kaynağı ya da gaz korumalı metal ark kaynağı kullanılarak, elektroslag ve elektro gaz kaynağı) kaynak yöntemi testedilen bu tokluk kalitesine ve bir mukavemet seviyesi aşağısına uygulanabilir.

İnşada kullanılan çelikler, test edildiklerinden farklı teslim koşullarında tedarik edilirlerse, **TL**, ek testler talep edebilir.

2.2.4.2 UR W16 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 3, C)' göre yüksek mukevemetli su verilmiş ve temperlenmiş çelikler

2.2.4.2.1 Her mukavemet seviyesi için kaynak yöntemleri, aynı ya da daha düşük tokluk kalitelerine test edildiği şekilde uygulanabilir.

2.2.4.2.2 Her tokluk kalitesi için kaynak yöntemleri aynı ya da bir düşük mukavemet seviyesi için uygulanabilir.

2.2.4.2.3 Su verilmiş ve temperlenmiş çeliklerin onayı termo mekanik olarak haddelenmiş çeliklere (TMCP çelikler) uygulanmaz (ya da tam tersi).

2.2.4.3 UR W7 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 5)'e göre kaynaklanabilir C ve C-Mn dövme tekne çelikleri

2.2.4.3.1 Kaynak yöntemleri aynı ya da daha düşük mukavemet kalitelerine test edildiği şekilde uygulanabilir.

2.2.4.3.2 Su verilmiş ve temperlenmiş dövme tekne çeliklerinin onayı diğer teslim koşullarına uygulanmaz (ya da tam tersi).

2.2.4.4 UR W8 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 6)'e göre kaynaklanabilir C ve C-Mn dökme tekne çelikleri

2.2.4.4.1 Kaynak yöntemleri aynı ya da daha düşük mukavemet kalitelerine test edildiği şekilde uygulanabilir.

2.2.4.4.2 Su verilmiş ve temperlenmiş dökme tekne çeliklerinin onayı diğer teslim koşullarına uygulanmaz (ya da tam tersi).

2.2.5 Bir yöntem testinin kullanma alanı, bir mukavemet kategorisine veya bir tokluk derecesi grubuna ait bir çok çeliği kapsıyorsa, yöntem testi, uygulanabiliyorsa, her mukavemet kategorisinden veya her tokluk derecesi grubundan en az iki çelik alınarak kaynak edilmek suretiyle yapılır. Bunlardan biri en düşük kategori veya dereceye, diğeri en yüksek kategori veya dereceye ait olacaktır.

2.2.6 Bir çok ana malzemenin testlerinin aynı zamanda yapılması halinde bir kısım çeliklerin testleri (gerektiğinde çeşitli test parçaları kalınlığı kombinasyonu) belirli çeliklerin kaynaklı birleştirmelerine etkilerini yeterli ölçüde içeriyorsa, **TL** bu çeliklerin testlerinden vazgeçebilir. Malzeme seçiminde bazı örnekler (özel yöntem karakteristikleri veya malzeme teslim koşulları göz önüne alınmaksızın) Tablo 12.2'de görülmektedir.

2.2.7 Yöntem karakteristikleri veya ana malzemeler, test parçası veya test numunesinin şeklinden veya yapılan testlerden dolayı test sonuçlarını belirgin olarak etkilemiyorsa, **TL**, az miktarda veya bir tek ana malzeme ile sınırlaması üzerinde anlaşmaya varabilir. Buna bir örnek çapraz (+) test numuneleri, makrografik test numuneleri ve sertlik ölçmeleri ile iç köşe kaynağı yönteminin testidir. Burada öngörülen maksimum mukavemet kategorisindeki mümkün olan en yüksek miktarda karbon eşdeğerli bir çeliğin testi yeterlidir.

2.3 Test parçası kalınlığı, cidar kalınlığı alanı

2.3.1 Test parçası kalınlığı, Tablo 12.3'deki koşullara uygun olacak şekilde uygulama alanına ve kaynak yöntemine göre seçilecektir. Kural olarak her uygulama alanı için Tablo 12.2'ye göre (her ana malzeme kategorisinde) en az iki farklı kalınlıkta levha kaynakla birleştirilir ve test edilir. Yukarıdan aşağı düşey kaynaklarda test parçası kalınlığı olarak öngörülen uygulama alanındaki üst kalınlık limiti seçilir.

2.3.2 İç köşe kaynağı "a" boğaz kalınlığı, test parçası kalınlığına bağlı olarak 2.3.1'e göre (3.2'ye bakınız), tek paso kaynak için, 0,75a dan 1,5'a ya kadar müsaade edilen sınırların uygulama alanını kapsayacağı şekilde belirlenecektir. Test parçasının iç köşe dikişi kalınlığı test parçası kalınlığının yaklaşık yarısı kadar (kalınlıkları eşit olmayan test parçalarında ince sacın yarısı kadar) olacak şekilde seçilir. 10 mm. ve daha fazla boğaz kalınlıkları (test parçalarında) için a ≥ 10 mm. deki uygulama alanı geçerlidir.

Not: *Çok pasolu uygulamalar için onay aralığı, çok pasolu alın kaynaklarında olduğu gibi alınacaktır (a=t).*

2.3.3 Çok kalın yapı elemanları nispeten ince iç köşe kaynak dikişi ile kaynak edilecekse (G.10.3.3'e bakınız) benzer test parçası kaynak edilir ve sıcak çatlaklar, pasolar arası çatlaklar ve sertlik çatlakları oluşumu araştırılır. Bu husus, özellikle yüksek ve çok yüksek mukavemetli çelikler ve çelik dökümler için de geçerlidir.

Tablo 12.2 Ana malzeme kategorileri (tekne yapım çelikleri, örnekler)

Uygulama alanı	Ana malzeme
Kalite derecesi A ve B Kalite derecesi A - D Kalite derecesi A - E	A veya B A ve D A ve E
Kalite derecesi A32 - D36 Kalite derecesi A32 - E36 Kalite derecesi A32 - F36	A36 ve D36 A36 ve E36 A36 ve F36
Kalite derecesi A40 - D40 Kalite derecesi A40 - E40 Kalite derecesi A40 - F40	A40 ve D40 A40 ve E40 A40 ve F40
Kalite derecesi A - D ve A32 - D36	A, D ve D36 veya A, A36 ve D36
Kalite derecesi A - E ve A32 - E36	A, D ve E36 veya A, E ve E36 veya A, A36 ve E36

Tablo 12.3 Test parçası kalınlıkları

Test parçası kalınlığı (1), (2) **t [mm]**	**Uygulama alanı (4) (5) (6)**	
	Tek pasolu kaynak, her iki tarafta da birer pasolu kaynak (çift pasolu kaynak tekniği)	**Çok pasolu kaynak tekniği (3)**
$t \leq 3$	0,8 t - 1,1 t	1t - 2 t
$3 < t \leq 12$	0,8 t - 1,1 t **(7)**	3 mm. - 2 t
$12 < t \leq 100$	0,8 t - 1,1 t	0,5t - 2 t, maks. 150 mm.
$t > 100$	0,8 t - 1,1 t	0,5 t - 1,5 t

(1) *Özel soğutma koşulları uygulanıyorsa veya özel kaynak dikişi biçimi isteniyorsa, test parçası kalınlığı seçiminde bu hususlar göz önüne alınacaktır.*

(2) *Çoklu prosesli yöntemler için her yöntemin kayıtlı kalınlık eklemesi, her bir kaynak yöntemi onay kapsamı açısından temel olarak kullanılacaktır.*

(3) *Köşe kaynaklarında onay kapsamı her iki ana metale uygulanacaktır.*

(4) *Farklı levha kalınlıkları için aşağıda belirtilenler uygulanır : Alın kaynaklarında, kaynak bölgesindeki iki levha kalınlığının ortalaması kaynak kalınlığı için esas alınır. İç köşe kaynağı birleştirmelerinde; uygulama alanının alt sınır en küçük test parçası kalınlığının t_1 (örneğin; gövde levhası kalınlığı) 0,8 katı, üst sınırı en büyük test parçası kalınlığının t_2 (örneğin; flenç kalınlığı) 1,1 katı kaynak kalınlığın boyutlandırılmasında esas alınır. Fakat levha kalınlıkları oranı t_2/t_1, 3'ü geçmemelidir.*

(5) *Yukarıdan aşağıya düşey kaynaklarda, her durumda test parçası kalınlığı için uygulama alanının üst sınırı alınır.*

(6) *Yukarıdakinden farklı olarak, eğer ısı etkisi altındaki bölgedeki üç sertlik değeri, (2) ve (3)'te belirtildiği gibi izin verilen maksimum değeri 25 HVgeçerse, ana metalin maksimum kalınlığının onayı test parçasının kalınlığı ile sınırlandırılacaktır.*

(7) *50kJ/cm üzerindeki ısı girişleri için, üst onay sınırı 1.0 x t olacaktır.*

2.3.4 Belirtilen iç köşe dikişi boğaz kalınlıklarının küçültülmesinde, özellikle derin nüfuziyetin kanıtlanması hususunda G.10.3.5'e bakınız. Gözenekler oluşmasına neden olan üzerine kaynak edilebilir astar boya veya yetersiz kök nüfuziyetli yöntemler için "a" ölçüsünün arttırılması hususunda G.10.3.6'ya bakınız.

2.3.5 Üzerine kaynak edilebilir astar boya ile boyanmış levha ve profillerde iç köşe dikişi kaynak yöntemi uygulanacaksa kaynak yöntemi testleri de aynı şekilde boyanmış iç köşe dikişi test parçaları kullanılarak yapılacaktır. Astar boyanın türü ve kalınlığı test raporunda belirtilecektir.

2.4 Kaynak Yöntemleri

2.4.1 Onay sadece kaynak yöntem testinde kullanılan kaynak yöntem(ler)i için geçerlidir. Çoklu paso kaynaktan tek paso kaynağa geçişe izin verilmez.

2.4.2 Çok prosesli yöntemler için kaynak yöntem onayı her kaynak yöntemi için ayrı kaynak yöntem testleri ile yapılabilir. Kaynak yöntem testini çok prosesli yöntem testi olarak yapmak da mümkündür. Böyle bir testin onayı sadece çok prosesli yöntem testi süresince geçerlidir.

2.5 Kaynak Dolgu Malzemesi

50kJ/cm üzerinde yüksek ısı girişli yöntemler hariç, kaynak dolgu malzemeleri, UR W17 (Kısım 3 - Kaynak, Bölüm 5 ve Bölüm 12, E) ve UR W23 (Kısım 3 - Bölüm 5, F)'de belirtilen tüm son ekler dahil aynı kalite markalarına sahip diğer onaylı kaynak dolgu malzemelerini (kaynak dolgu malzemesi test edilmiş olarak) kapsar.

2.6 Isı Girişi

2.6.1 Onaylanan ısı girişi üst limiti test parçası kaynağında kullanılanın %25 fazlası ya da 55 kJ/cm'dir (hangisi daha küçükse). Ancak 50kJ/cm üzerindeki yüksek ısı girişli proseslerde üst limit %10 fazladır.

2.6.2 Onaylanan ısı girişi alt sınırı test parçasının kaynağında kullanılanın %25 azıdır.

2.7 Ön Isıtma ve Pasolararası Sıcaklık

2.7.1 Minimum ön ısıtma sıcaklığı yeterlilik testinde kullanılandan daha düşük olmayacaktır.

2.7.2 Maksimum pasolararası sıcaklık yeterlilik testinde kullanılandan daha yüksek olmayacaktır.

2.8 Kaynak Sonrası Isıl İşlem

Yeterlilik testinde kullanılan ısıl işlem üretim sırasında muhafaza edilecektir. Tutma zamanı kalınlığın bir fonksiyonu olarak ayarlanacaktır.

2.9 Bağlantı Türü

2.9.1 Kaynaklı bağlantı türüne bağlı olarak onay kapsamı Tablo 12.4'de belirtilecektir.

Tablo 12.4 Kaynaklı bağlantı tipi için onay kapsamı

Test parçası için kaynaklı bağlantı tipi				Onay kapsamı
Alın kaynağı	Tek taraflı	Kök korumalı	A	A, C
		Kök korumasız	B	A, B, C, D
	Çift taraflı	Kök yarmalı	C	C
		Kök yarmasız	D	C, D

2.9.2 Alın kaynağında yapılan bir yeterlilik testi köşe kaynağı için 5.3'te belirtilen kalınlık sınırları içinde köşe kaynağı yeterliliğinin belirlenmesi için kullanılacaktır.

2.10 Diğer Değişkenler

Diğer değişkenlerle ilgili olarak onay kapsamı TL gerekliliklerine göre alınacaktır.

2.11 Tekrar Testleri

2.11.1 Eğer test parçaları, herhangi bir görsel ya da tahribatsız muayene gerekliliğine uymazsa bir test parçası daha kaynaklanacak ve aynı muayeneye tabi

olacaktır. Eğer bu ek test parçası ilgili gereklilikleri karşılamazsa pWPS'nin düzeltme olmadan ilgili gereklilikleri sağlayamadığına kanaat getirilecektir.

2.11.2 Eğer herhangi bir test numunesi, sadece kaynak kusurları (imperfection) yüzünden ilgili tahribatlı muayene gerekliliklerini yerine getiremezse başarılı olamayan her bir numune için iki adet daha test numunesi alınacaktır. Bu numuneler, eğer yeterli malzeme varsa aynı test parçasından ya da yeni test parçasından alınabilir ve aynı teste tabi tutulacaktır.

Eğer bu ek test numunelerinin her ikisi de ilgili gerekliliklere uymazsa pWPS'nin düzeltme olmadan ilgili gereklilikleri sağlayamadığına kanaat getirilecektir.

2.11.3 Eğer bir çekme test numunesi gereklilikleri karşılayamazsa tekrar testi UR W2.4.3'e (Kısım 2 – Malzeme, Bölüm 2, B.3) göre yapılacaktır. Eğer izin verilen maksimum değer üzerinde tek bir sertlik değeri varsa ek sertlik testleri yapılacaktır (numunenin tersinde ya da test edilen yüzeyin yeteri kadar taşlanmasından sonra). Ek sertlik değerlerinin hiç biri gereken maksimum sertlik değerlerini aşmayacaktır.

2.11.4 Charpy darbe test numunelerinin tekrar testleri UR W 2.7.4'e göre olacaktır.

2.11.5 Ek test numunelerini çıkarmak için yeteri kadar kaynaklı parça yoksa ek numunelerin çıkarılması için yeni bir parça, aynı yöntem kullanılarak kaynaklanacaktır.

2.12 Test Kaydı

2.12.1 Test parçaları için kaynak koşulları ve test sonuçları kaynak yöntem test kaydına kaydedilecektir. Kaynak yöntem test kayıtları formları klas kuruluşunun kurallarından ya da ilgili standartlardan elde edilebilir.

2.12.2 Her test parçasının değerlendirme sonuçları ifadesi, tekrar testleri dahil, her kaynak yöntem testi için yapılacaktır. Bu gerekliliklerin kaynak yöntem şartnamesi için listelenen ilgili maddeleri dahil edilecektir.

2.12.3 Test parçasının belirli bir kaynak yöntemine göre yapıldığı ifadesi teste tanıklık eden sörveyör tarafından imzalanacaktır ve **TL**'nin tanımlamasını içerecektir.

3. Test Parçaları, Boyutları, Hadde Doğrultusu, Kaynak Pozisyonları

3.1 Test parçasının şekli ve büyüklüğü, hadde doğrultusu

3.1.1 Aşağıdaki maddelerde başka türlü belirtilmemişse test parçasının şekli ve büyüklüğü ISO15607 standart serisine uygun olarak seçilecektir. Test parçasının boyu kaynak yöntemine ve test numunesi sayısına uygun olacaktır. Üretimde belirli bir kaynak yöntemi öngörülüyorsa alın kaynağı ve iç köşe dikişi test parçasının her ikisi de yapılacaktır.

UR W11 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 3, B)'de açıklanan ve boyuna doğrultuda (CVN-L) darbe testi yapılan tekne yapısal çeliklerinin test parçası alın kaynağı, iki levhanın haddeleme doğrultusuna dik olacak şekilde yapılacaktır.

UR W16 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 3, C)'de açıklanan ve enine doğrultuda darbe testi yapılan (CVN-T) yüksek mukavemetli su verilmiş ve temperlenmiş çeliklerin test parçası alın kaynağı, iki levhanın haddeleme doğrultusuna paralel olacak şekilde yapılacaktır.

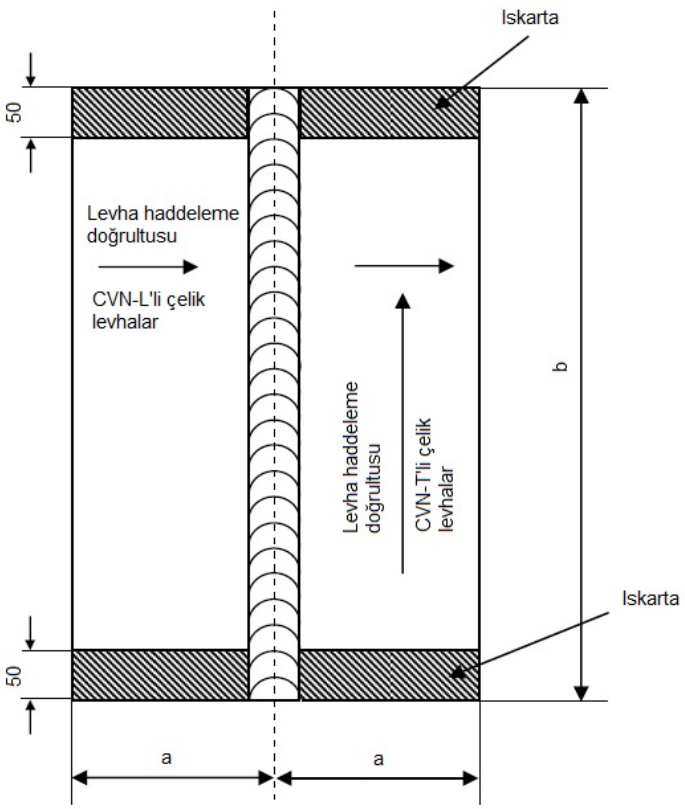
boy b = 1000 mm

3.1.2 Alın kaynağında, test parçası; makul bir ısı yayılımını sağlayacak boyutlarda ve Şekil 12.2'e göre olacak ve aşağıdaki minimum boyutlara sahip olacaktır:

- Elle ya da yarı otomatik kaynak:
  genişlik = 2a, a = 3 x t, min 150 mm
  boy b = 6 x t, min 350 mm

- Otomatik kaynak:
  genişlik = 2a, a = 4 x t, min 200 mm

3.1.3 Bağlama tertibatı (jig) ile yapılan kaynak için test parçasının büyüklüğü bağlama tertibatının büyüklüğüne uygun olmalıdır. Tek taraflı kaynaklarda ve tam mekanize ve/veya otomatik çift köşe dikişi kaynaklarda (örneğin; stifnerin levhaya kaynağında) test parçası uzunluğu en az 3000 mm. olmalıdır.



Şekil 12.1 Alın kaynağı için test parçası

3.1.4 Düşey kaynaklarda test parçası uzunluğu (kaynak dikişi uzunluğu) üretimde kullanılacak tertibatın uzunluğuna uygun olmalıdır. Eriyen tel elektrotlar kullanıldığı hallerde ise bu uzunluk tel elektrotun uzunluğuna veya kaynağı yapılacak parçanın yüksekliğine göre seçilmelidir. Bu yöntemin uygulanmasındaki özel durumlar (örneğin; güverte altı kirişlerinin güverteye kaynağı) test parçası biçiminin seçiminde göz önüne alınmalıdır.

3.1.5 Özellikle tam mekanize ve/veya otomatik kaynak yöntemlerinde, kaynaklı birleştirmelerin mekanik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesinde test parçası boyu sonradan yapılacak üretimdeki kaynak dikişi boyundan belirgin şekilde küçük seçildiğinden ilk üretim kaynakları, yöntem testinin bir kısmını kapsadığından en azından gözle ve tahribatsız muayenelerle izlenerek kaynak yönteminin kusursuz olduğundan emin olunmalı ve kaynak dikişinde düzensizlik bulunmadığı saptanmalıdır.

3.2 İç köşe dikişi test parçası (T -ve çift T (+biçimi) test parçası

3.2.1 İç köşe dikişi test parçası (T - ve/veya çift T (+ biçimi) test parçaları) 0,5 mm. den fazla olmayan kök aralığı ile birleştirilecektir. Sonraki çalışma şekline göre punta yerleri (ve uygulanabiliyorsa astar boyalar üzerine yapılan kaynaklar) test kapsamına girer. İç köşe dikişi boğaz kalınlıkları ileride yapılacak üretime uygun olmalı ancak levha kalınlığının 0,5 katını aşmamalıdır (2.3.2-2.3.4'e bakınız). Astar boya için 2.3.5'e bakınız.

3.2.2 T-Bağlantı köşe kaynağında test parçası; makul bir ısı dağılımını sağlayacak boyutlarda ve Şekil 12.2'ye göre olacak ve aşağıdaki minimum boyutlara sahip olacaktır:

- elle ya da yarı otomatik kaynak:
  genişlik a = 3 x t, min. 150 mm
  boy b = 6 x t, min. 350 mm

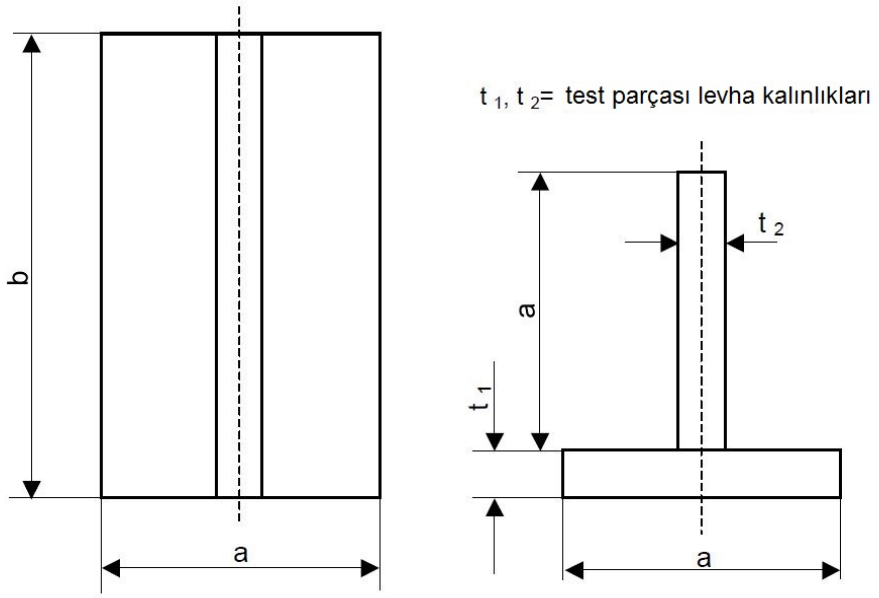
- otomatik kaynak:
  genişlik a = 3 x t, min. 150 mm
  boy b = 1000 mm

3.2.3 Yukarıdan aşağıya düşey kaynakların veya akma sınırı 460 N/mm^2 üzerindeki yüksek mukavemetli çeliklerin, kaplanmış levhaların ve demir dışı metallerin yöntem testlerinde her durumda Şekil 12.3 veya 12.4'teki içi köşe kaynağı test parçaları (T ve çift T (+biçiminde)) hazırlanmalıdır. **TL** diğer yöntemler ve malzemeler içinde çift T (+biçimi) test parçaları isteyebilir.

İç köşe kaynak dikişi boğaz kalınlığı "a" levha kalınlığının 0,5 katından fazla olmamalıdır.

3.2.4 İki farklı kenardan kırılan test parçaları yöntemini basitleştirmek için DVS 1702 uygulama kodunda istenenlere benzer şekilde çift T (+biçimi) test parçasında kırılma alanının farklı kenarlarından yalnız bir kenarı kaynak yapılabilir.

3.2.5 Test montajı yalnızca bir kenarından kaynaklı olacaktır. Elle tek paso ve yarı otomatik kaynak için bir durma/tekrar başlama noktası test boyuna dahil edilecek ve bunun konumu sonraki muayene için açıkça markalanacaktır.



Şekil 12.2 PA, PB, PD, PF Kaynak pozisyonlarında yapılan köşe kaynağı için test parçası

3.3 Dikiş biçimleri, kaynak pozisyonları, ısıl işlem, tahribatsız muayeneler

3.3.1 Birleştirme şekillerine (örneğin; alın kaynağı veya T birleştirmesi) göre farklı olabilen kaynak dikişi biçimi ve levha kalınlığı test kapsamına girer. Onay için başvurulan uygulama alanı içindeki kaynak dikişi biçiminde, kaynak parametrelerinde ve paso yapısında (örneğin; toz altı kaynağında X dikişinden Y dikişine ve I dikişine geçişte) değişiklikler gibi yöntem "farklılıkları" ilgili test parçasında göz önüne alınmalıdır.

3.3.2 Tam nüfuziyetli HV veya çift HV (K) dikişli T birleştirmeleri normalde alın kaynak dikişi olarak göz önüne alınır. Bu da alın kaynağı test parçası kapsamındadır. Nüfuziyeti tam olmayan kaynak dikişleri ve özel biçimli kaynak dikişleri (örneğin; boru branşman parçalarında derin, sivri açılı tek V alın kaynağı dikişleri) için **TL** en azından yeterli nüfuziyetin ve nüfuziyet koşullarının kanıtlanması için ilave test parçaları isteyebilir.

3.3.3 Normal olarak test parçaları kullanıla gelen (onay için başvuruda belirtilen) pozisyonlarda kaynak yapılır. Pozisyonların kapsam yeterliliğinin belirlenmesi için test parçaları en yüksek ısı giriş pozisyonu ve en düşük ısı giriş pozisyonunda kaynaklanacaklar ve tüm uygulanabilir testler bu parçalarda yapılacaktır.Tek taraflı kaynak için her durumda PC (h-v) pozisyonu öngörülür. Test parçalarının kaynak yöntemleri olası kaynak sonrası ısıl işlemler veya gerekli diğer işlemler ve de tahribatsız muayeneler hakkındaki koşullar için Bölüm 4, B'ye bakınız.

4. Test numunesi Setleri, Test numuneleri, Mekanik ve Teknolojik Testler

4.1 Alın kaynağı dikişi test numuneleri seti, genel koşullar

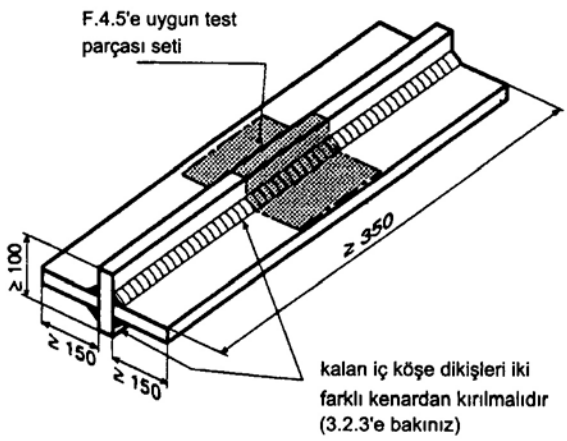
Normal el, yarı mekanik kaynak yöntemleri için yukarıda adı geçen standartlara uygun olarak alın kaynağı test parçalarından bir test numunesi seti alınır. Tam mekanik ve/veya otomatik kaynaklar için, kaynağın başında ve sonunda her birinden en az bir set alınır (Bölüm 4, B.8.3'e bakınız). Test parçalarının kısımlara bölünmesi (test numunelerinin hazırlanması, markalanması) ve mekanik ve teknolojik testlerin uygulanması mümkünse Bölüm 11'e göre yapılır.

Bir alın dikişi test numunesi seti, özel hallerde başka türlü bir anlaşmaya varılmamışsa, aşağıdaki test

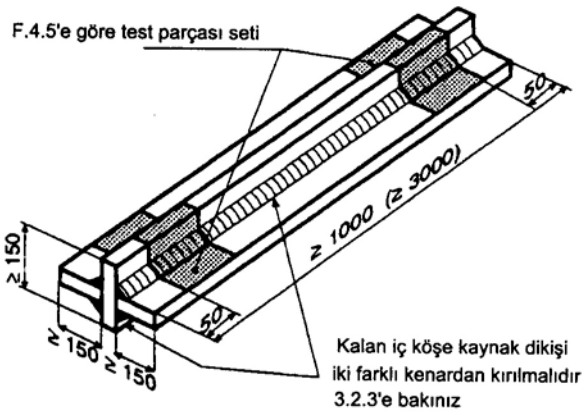
numunelerinden oluşur. Test numunesi biçimi, standartlara ya da Bölüm 11'e (minimum olarak IACS UR'lerine) uygun olmalıdır;

Test parçaları tahribatsız ve tahribatlı olarak aşağıdakilere ve Şekil 12.5'e göre muayene edileceklerdir:

- Görsel muayene 100 %
- Yüzey çatlak tespiti 100 % (sıvı penetrant testi ya da manyetik parçacık testi)
- Radyografik ya da ultrasonik muayene 100 %
- Enine çekme testi. 4.1.1.1'de belirtilen iki test numunesi
- 4.1.1.2'de belirtilen boyuna çekme testi
- Enine eğme testi. 4.1.2'de belirtilen dört test numunesi
- 4.1.3'de belirtilen Charpy-V çentik darbe testi
- Makro muayene. 4.1.4'de belirtilen bir numune.
- 4.1.5'de belirtilen sertlik testi



Şekil 12.3 El ile ve yarı mekanize kaynak yöntemleri için iç köşe dikişi çift T birleştirmesi test parçası (+ biçimi)



Şekil 12.4 Tam mekanize kaynak yöntemi için iç köşe dikişi test parçası (+ biçimi)

Not: *Test parçaları, test numuneleri alınmadan önce görsel ve tahribatsız olarak muayene edilecektir. Herhangi bir kaynak sonrası ısıl işlem gerekiyor ya da belirtiliyorsa tahribatsız muayene ısıl işlemden sonra yapılacaktır. Belirtilen minimum akma mukavemeti 420 N/mm^2 ve üzeri olan, UR W16 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 3, C)'de açıklanan çelikler için, ısıl işlem yapılmadıysa tahribatsız muayene minimum 48 saat ertelenecektir.*

Tahribatsız muayene prosedürleri için TL ile anlaşmaya varılacaktır. Görsel ya da tahribatsız muayene ile tespit edilen kusurlar ISO 5817 Sınıf B'ye göre değerlendirilecektir. Ancak Sınıf C'nin uygulanacağı aşırı kaynak metali ve aşırı nüfuziyet bunun dışındadır.

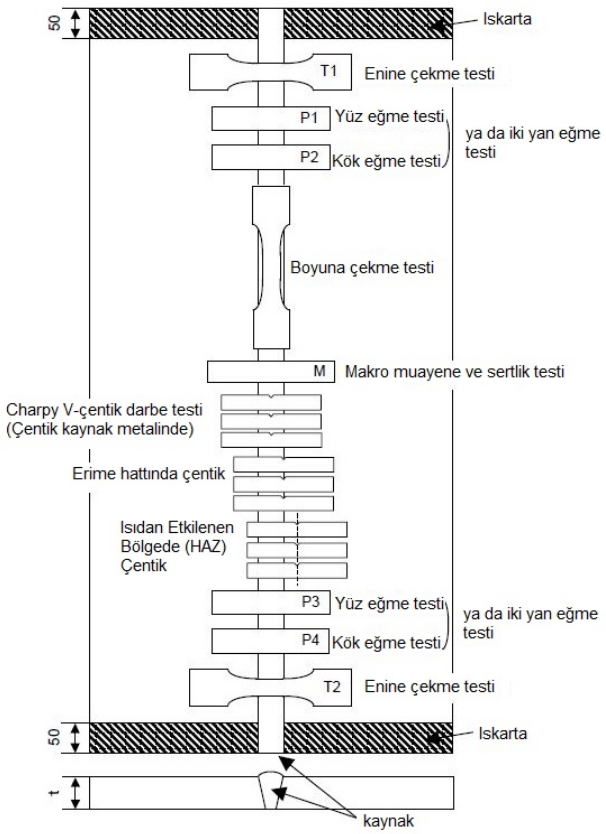
4.1.1 Çekme testleri

4.1.1.1 Enine çekme testi *(2 enine çekme test numunesi)*

Test, ISO 4136'e (minimum olarak UR W2.4 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 2, B.1)'ye) göre yapılacaktır. Her numune için kaydedilen çekme mukavemeti, ana malzeme için gerekli olan minimum değerden az olmayacaktır.

Farklı kalitelerden levhalar arasında alın kaynağı yapıldığında kaynaklı birleşimde elde edilecek çekme mukavemeti, düşük mukavemete sahip çelik kalitesine ait gerekliliklere göre olacaktır.

Büyük levha kalınlıklarında, bunlara uygun olarak en kesitlerinin tamamını kapsayacak şekilde çok sayıda test numunesi alınır.



Şekil 12.5 Test Numuneleri Alınması

4.1.1.2 Boyuna çekme testi *(1 boyuna yuvarlak çekme test numunesi)*

Dolgu kaynak metalinden kaynak boyuna doğrultusunda numune alınması ile yapılan boyuna çekme testi, kaynak dolgu malzemesinin TL tarafından onaylanmadığı durumda ya da yöntemin özelliği nedeniyle kaynak malzemesinin etkilenmesinin fazla olmasının beklendiği durumlarda gerekli görülür.

Mukavemeti ana malzemeden daha düşük kaynak malzemesinin kullanılması halinde (örneğin; yüksek mukavemetli çeliklerin kaynağında) her durum için (alüminyum alaşımları dışında) yuvarlak çekme test numunesi hazırlanmalıdır. Test numunesi çapı "d_0" mümkün olduğu kadar büyük (en fazla 10 mm.) alınmalı, ölçü boyu "Lo" = 5 d_0 seçilmelidir. Bölüm 5, B.2'deki koşullar benzer şekilde uygulanır;

Test, UR W2.4 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 2, B.1)'e göre yapılacaktır. Her numune için kaydedilecek çekme özellikleri, dolgu malzemesinin uygun kalitesi onayında gerekli olan minimum değerden az olmayacaktır.

Birden fazla kaynak prosesi ya da kaynak dolgu malzemesi çeşidi, test kaynağının yapılmasında kullanıldıysa test numuneleri, ilk kaynak pasosu ya da kök dolgusunun yapılmasında kullanılan kaynak prosesleri ve dolgu malzemeleri haricindekilerin kullanıldığı kaynak alanından alınacaktır.

4.1.2 Eğme Testleri

Alın birleşimleri için enine eğme testleri minimum olarak UR W2.6 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 2, C)'ye ve aşağıdaki maddelerde belirtilen standartlara göre yapılacaktır.

Mandrel çap/kalınlık oranı (D/t), kaynak dolgu malzemesi onayları UR W17 (Bölüm 5 ve Bölüm 12, E), UR W23 (Bölüm 5, F) için belirtildiği gibi olmalıdır.

Eğme açısı 180° olacaktır. Testin yapılmasından sonra test numuneleri herhangi bir doğrultuda 3 mm'de büyük hiç bir açık kusur barındırmayacaklardır. Test esnasında bir test numunesinin köşelerinde ortaya çıkan kusurlar durum bazlı olarak incelenecektir.

ISO 5173'e göre **4 enine eğme test numunesi** bunlardan yarısı (FBB) son pasoda gerilme oluşacak şekilde, diğer yarısı da (RBB) kök pasosunda gerilme oluşacak şekilde eğilecektir veya;

- Evvelki gibi **2 enine eğme test numunesi** ve test parçasının 12 mm'den daha kalın olduğu durumda ISO 5173'e göre önce alın dikişi ile dik açı yapan **2 yan eğme test numunesi (SBB)** veya

- 20 mm. üzerindeki test parçası kalınlığında ve dikişin içerisinde segregasyon, birleşme hataları veya benzer kusurların meydana gelebileceği kaynak yöntemlerinde (örneğin; tek taraflı veya yukarıdan aşağıya doğru düşey kaynaklarda) **4 yan eğme test numunesi (SBB)**.

Uyarı :

Mukavemetleri farklı olan malzeme çiftlerinde alın kaynaklı enine eğme test numunesi yerine ISO 5173'e göre kaynak dikişi, test numunesinin ortasında olacak şekilde alın kaynaklı boyuna eğme test numunesinin FBB ve RBB seçilmesi maksada uygun olabilir. Bunun için Bölüm 11'e de bakınız. Test ayrıntıları ve istekler (kural olarak eğilme davranışının niteleyici değerlendirilmesi) üzerinde her durum için ayrı ayrı anlaşmaya varılacaktır;

4.1.3 Darbe testleri

4.1.3.1 UR W11 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 3, B)'e göre normal ve yüksek mukavemetli tekne yapısal çelikleri

Test numunelerinin pozisyonları bu gereksinimlere uygun olacaktır. Boyutlar ve testler UR W2.7'de belirtildiği üzere olacaktır.

Charpy-V-çentikli test numuneleri, ana malzeme yüzeyinin 1 ile 2 mm altından, kaynağa göre enine şekilde ve son kaynak pasosunu içeren taraftan alınacaktır.

V-Çentik numuneleri, Şekil 12.6 ve 12.7de belirtildiği şekilde alın kaynaklı birleşimde konumlanacak ve V-Çentiği kaynak yüzeyine dik olarak açılacaktır.

Test sıcaklığı ve emilen enerji Tablo 12.5'e göre olacaktır. Alın kaynakları farklı çelik kaliteleri/çeşitleri arasında yapılıyorsa test numuneleri düşük tokluğa sahip çeliğin olduğu birleşim tarafından alınacaktır. Sıcaklık ve emilen enerji sonuçları düşük tokluğa sahip çelik için verilen gerekliliklere göre olacaktır.

Birden fazla kaynak prosesi ya da kaynak dolgu malzemesi test kaynağının yapılmasında kullanılıyorsa, darbe test numuneleri herbir prosesin ya da dolgu malzemesinin kullanıldığı ilgili bölgelerden alınacaktır.

Bu, sadece ilk kaynak pasosu ya da kök dolgusu yapılması için kullanılan kaynak proseslerine ya da dolgu malzemelerine uygulanmaz.

Alt numunelerin testi UR W2.7.2 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 2, D. Tablo 2.3)'e göre yapılacaktır.

- ISO 9016'ya ve UR W2.7 (minimum olarak) uygun olarak kaynak malzemesi ortasından (VMT 0/1), geçiş bölgesinden (erime sınırı) (VHT 0/1) ve ısı etkisi altındaki bölgeden (VHT 2/1) olmak üzere **3'er çentik darbe test numunesi (K)** (Charpy V çentikli test numunesi, çentik levha yüzeyine dik) alınır. Çentik darbe test numunesi kaynak edilen son taraftan alınır ve kalın levhalarda her iki tarafta alınır. Çok kalın levhalarda veya ortada segregasyon meyili olan kaynak yöntemlerinde, ayrıca levha kalınlığının ortasından ek olarak **3 test numunesi** daha alınır.

  "a" boyutu (ISO 9016'ya bakınız) uygun seçilerek test numunesi ekseni ile çentik orta hattının kesiştiği noktanın ısı etkisi altındaki bölgenin iri taneli kısmında kalması sağlanır. Bu amaçla a=2 mm. alınabilir. Soğuğa dayanıklı çeliklerin kaynak yöntemi testinde özel haller için başka türlü belirtilmemişse a=1 mm., a=3 mm. ve a=5 mm. de çentikli test numuneleri alınmalıdır.

  Ana malzeme ve kaynak yöntemine bağlı olarak diğer bölgelerden de çentik darbe test numuneleri istenebilir. Bu deneylerin sonucunun kaynak yönteminin uygulanması bakımından önemli olmadığı belirli malzemelerde (örneğin; düşük sıcaklıklarda kullanılanların dışında östenitik paslanmaz çelikler ve alüminyum alaşımları) çentik darbe testlerinden kısmen veya tamamen vazgeçilebilir;

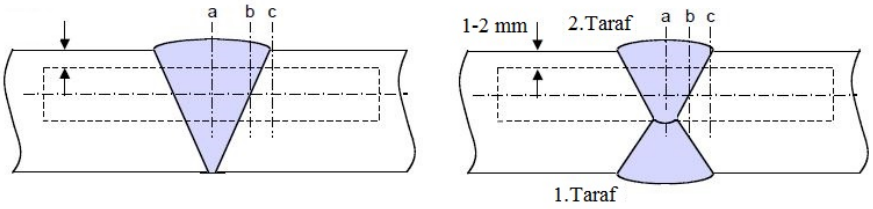
4.1.3.2 UR W16 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 3, C)'e göre yüksek mukavemetli su verilmiş ve temperlenmiş çelikler

Darbe testleri 4.1.3'de belirtildiği şekilde yapılacaktır.

V-Çentik numuneleri, alın kaynaklı birleşimlerde Şekil 12.6 ve 12.7'de belirtildiği gibi konumlandırılacaktır ve V-Çentiği kaynak yüzeyine dik olarak açılacaktır.

Test sıcaklığı ve emilen enerji, UR W16 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 3, C)'de belirtilen ana metal gerekliliklerine göre olacaktır.

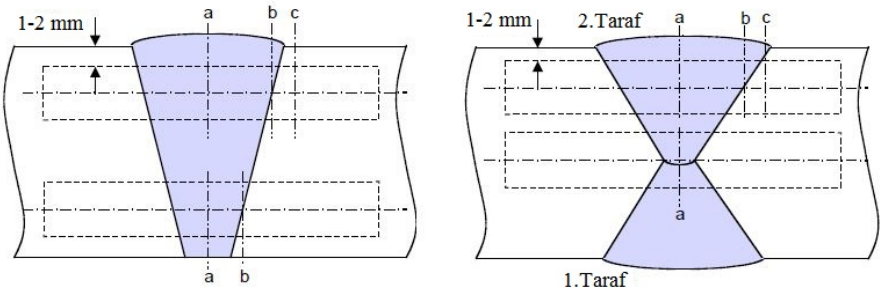
a) t≤50mm(1)



Not:

(1) 20 mm'nin üzerindeki tek taraflı tek pasolu kaynak için "a" çentik konumu, kök tarafına eklenecektir.

b) t>50mm



Çentik Konumları:

a : Kaynak Merkezi "WM"

b : Erime Hattında "FL"

c : HAZ bölgesinde, erime hattında 2mm içinde

Şekil 12.6 Normal ısı girişli (ısı girişi ≤ 50 KJ/cm) alın kaynakları için V-Çentik konumları

4.1.3.3 UR W7 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 5) ve UR W8 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 6) kaynaklanabilir döküm ve dövme C ve C-Mn tekne çelikleri

Belirtilen darbe değerlerine sahip ana metal için test sıcaklığı ve emilen enerji değerleri, kaynaklanacak ana metal gerekliliklerine göre olacaktır.

4.1.4 Makrografik testler

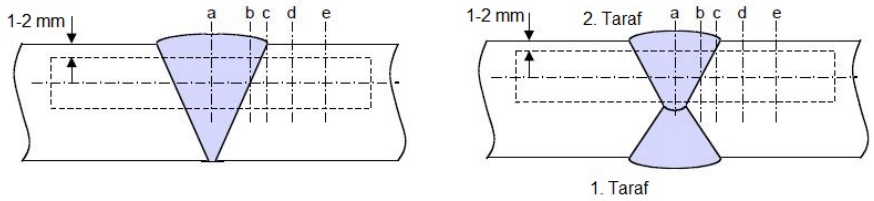
Tane yapısını belirlemek için **2 makrografik test numuneleri** ve gerektiğinde mikrografik test numuneleri.

Test numuneleri, kaynak metalini, erime hattını ve ısı etkisi altındaki bölgeyi açıkça ortaya çıkaracak şekilde hazırlanacak ve bir tarafından asitle dağlanacaktır.

Makro muayene, etkilenmeyen ana metalin yaklaşık 10 mm'lik kısmını kapsayacaktır.

Muayene, düzgün kaynak profilini, bitişik kaynak katmanları ve ana metal arasındaki boyuna erime hattını ve çatlak, erime kusuru gibi hataların olmadığını ortaya çıkaracaktır.

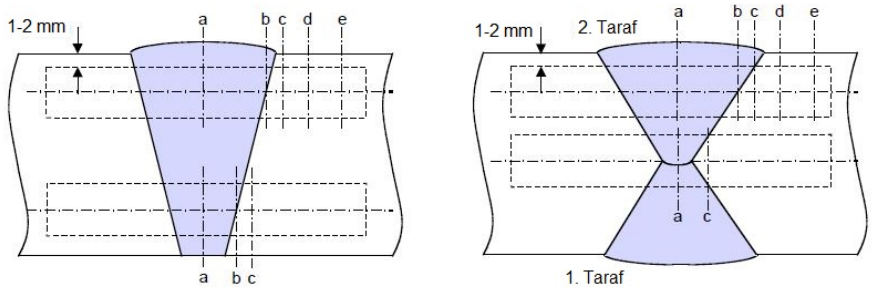
a) t≤50mm(1)



Not:

(1) Kalınlığı 20 mm'nin üzerinde olan tek taraflı kaynak için "a", "b" ve "c" çentik konumları, kök tarafına eklenecektir.

b) t>50mm



Çentik Konumları:

a : Kaynak Merkezi "WM"

b : Erime Hattında "FL"

c: HAZ bölgesinde erime hattından 2 mm'de

d: HAZ bölgesinde erime hattından 5 mm'de

e: HAZ bölgesinde ısı girişi > 200kJ/cm olması durumunda erime hattından 10 mm'de

Şekil 12.7 Yüksek ısı girişli (ısı girişi > 50 KJ/cm) alın kaynakları için V-Çentik konumları

4.1.5 Sertlik testleri

Ana malzeme ve kaynak yöntemi gözönüne alınarak, kaynak sırasında ön ısıtma veya ısı girdileri nedeniyle, tokluk veya mukavemet özelliklerini olumsuz etkileyen sertlik değişmeleri kaçınılmaz ise, EN ISO 9015-1 (lazer kaynağında EN ISO 9015-2)'e göre Vickers sertlik ölçmeleri (HV5 veya HV10-normal olarak Vickers HV 10 yöntemi kullanılır) yapılır. Yüksek mukavemetli gemi yapım çelikleri ile en az akma sınırı 355 N/mm^2 olan ince taneli (su verilmiş ve temperlenmiş) yüksek mukavemetli çeliklerde **sertlik deneylerinin** yapılması zorunludur

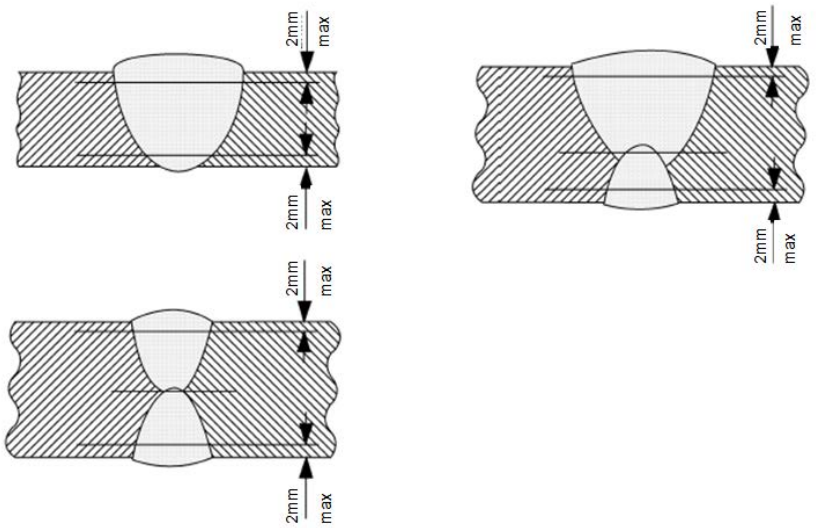
Sertlik testi, belirtilen minimum akma gerilmesi ReH ≥ 355 N/mm2 olan çelikler için gereklidir. Genel olarak HV10 Vickers yöntemi kullanılacaktır. Sertlik değerlerinin ölçülmesi ve kaydedilmesi amacıyla kaynak metalinde, ısı etkisi altındaki bölgede ve ana metalde hatlar açılacaktır. En az iki sıra hat Şekil 12.8 ve 12.9'a göre yapılacaktır.

Her hat sırası için kaynak metalinde, ısı etkisi altındaki bölgede (her iki taraf) ve ana metalde (her iki taraf) en az 3 bağımsız hat açılacaktır. Tipik bir örnek Şekil 12.8, 12.9, 12.10a, 112.10b, 12.11a ve 12.11b'de gösterilmiştir.

Sertlik testi sonuçları aşağıdaki değerleri aşmayacaktır:

- Belirtilen minimum akma mukavemeti R_{eH} ≤ 420 N/mm^2 olan çelikler için; 350 HV10

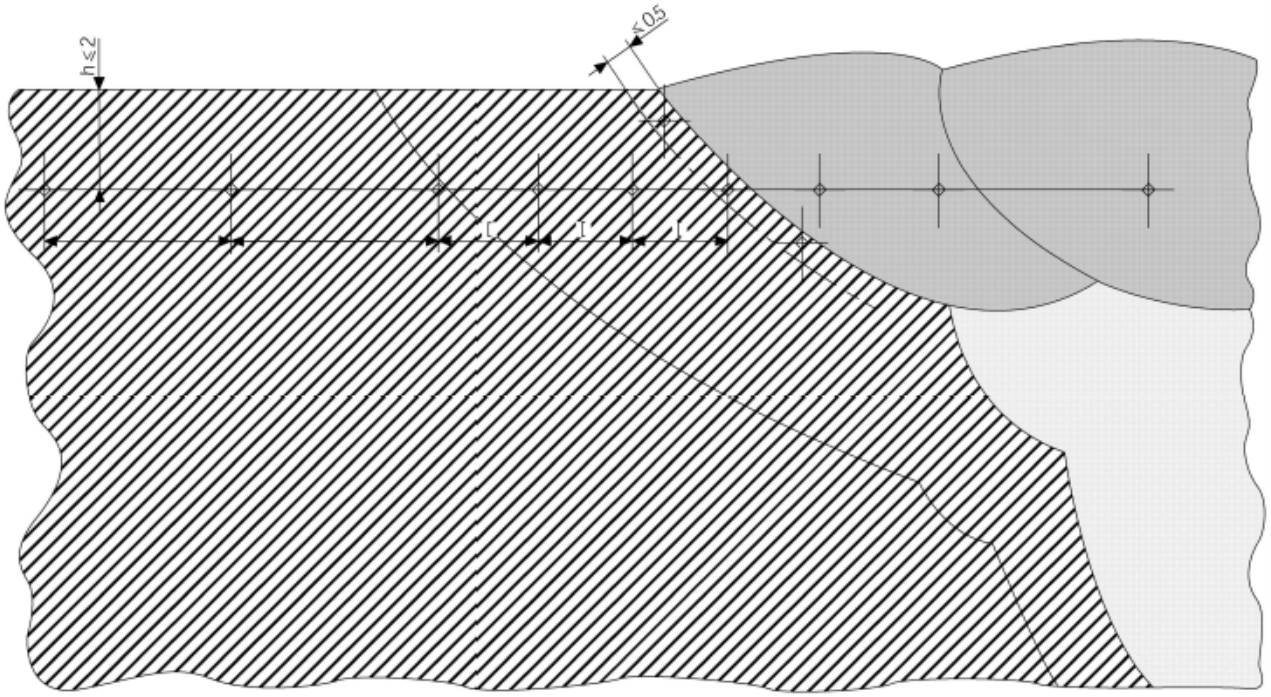
- Belirtilen minimum akma mukavemeti 420 N/mm^2 < R_{eH} ≤ 690 N/mm^2 olan çelikler için; 420 HV10



Şekil 12.8 Alın kaynaklarında hat sıraları (R) ile birlikte sertlik testi örnekleri

Isı etkisi altındaki bölge için sertlik testinde kullanılacak tavsiye edilen hat arası mesafeler, l

Vickers Sertlik Sembolü	Hatlar arası mesafe l (mm)
HV 10	1
Not: Herhangi bir hat için, önceki hatden olan mesafe ISO 6507-1'ye göre önceki hat için bulunan değerden daha düşük olmayacaktır.	



Şekil 12.9 Alın kaynaklarında sertlik hatlarinin örnekleri

4.2 Tek taraflı kaynak yöntemlerinde alın dikişi test numunesi seti

4.2.1 Tek taraftan kaynak yapılmış alın dikişi kaynağı test numunelerinden (örneğin; seramik altlıklı el ile veya yarı mekanik olarak yapılan kaynaklar veya toz altlıklı tozaltı kaynakları) 4.1'e uygun olarak test numunesi setleri alınır; ancak aşağıdaki farklılıklar gözönüne alınmalıdır:

- **2 enine çekme test numunesi** (madde 4.1.1.1 ile karşılaştırınız),

- Kaynak metalinden boyuna çıkarılan **1 yuvarlak çekme test numunesi** ek kaynak malzemeleri (örneğin; demir tozu biçiminde) eklendiğinde veya kaynak metalinin altlığı ile metalurjik reaksiyonun kaçınılmaz olduğu durumlarda alınır. Ayrıca 4.1.1.2'ye bakınız;

- **2 enine eğme test numunesi** (biri FBB diğeri RBB)ve

  2 yandan eğme test numunesi (SBB, 4.1.2 ile karşılaştırınız)

- **3 çentik darbe test numunesi herbiri** ek olarak kök bölgesinden kaynak dikişi merkezinden (VWT 0/t-1), geçiş bölgesi / erime sınırı bölgesinden (VHT 0/t-1) sıcaklık etkisi altındaki bölgeden (VHT 2/t-1) (madde 4.1.3 ile karşılaştırınız).

- **2 makrografik test numunesi** el ile ve yarı mekanize kaynak yöntemlerinde bunlardan en az biri, bir kaynak başlama noktasından geçmelidir 4.1.4'ye bakınız.

- **Sertlik testleri** (4.1.5 ile karşılaştırınız).

4.2.2 Belirli uygulama bölgesinde, el veya yarı mekanize kaynak yöntemlerinin **TL** tarafından onayı için hazırlanmış alın dikişi test parçalarından (ana malzemeler, kaynak pozisyonları), bu onayı altlıklı tek taraflı kaynak yöntemini içine alarak genişletmek üzere, 4.2.1'e benzer şekilde aşağıdaki test numuneleri alınır.

- **2 enine eğme test numunesi**, kök pasosu gerilme etkisinde (RBB) ve **2 yandan eğme test numunesi** (SBB) veya,

- Kalite derecesi E olan normal mukavemetli tekne yapım çeliklerinden ve/veya yüksek mukavemetli gemi yapım çeliklerinden veya istenmesi halinde diğer malzemelerden her bir yalnız kök bölgesinde; kaynak dikişinin merkezinden (VWT 0/t-1), geçiş bölgesi / erime sınırı bölgesinden (VHT 0/t-1) ve sıcaklık etkisi altındaki bölgeden (VHT 2/t-1) **3 çentik darbe test numunesi.**

- Elle ve yarı mekanize kaynak yöntemlerinde, en az biri kaynağın başlangıç noktasından geçen **2 makrografik test numunesi** istendiğinde sertlik ölçmeleri yapılacak ve mikrografik test numuneleri hazırlanacaktır (4.1'e bakınız).

- **Sertlik testleri** (4.1.5'e bakınız).

4.3 Aşağıdan yukarıya doğru kaynak yöntemleri için alın dikişi test numunesi seti

Şekil 12.1 ve 12.5'e göre aşağıdan yukarıya doğru kaynak yöntemleri ile kaynak yapılarak hazırlanmış (örneğin; elektrogaz veya elektroslag kaynak yöntemleri gibi) alın dikişi test parçalarından alınacak (bir veya birkaç) test numunesi seti Bölüm 4, B, 8.3'e uygun olarak 4.1'e göre aşağıdaki gibi alınır:

- **2 enine çekme test numunesi** (4.1.1.1'e bakınız),

- **1 yuvarlak çekme test numunesi** kaynak metalinden boyuna olarak alınır. Bu da ilave kaynak dolgu malzemesi (örneğin; demir tozu ve benzerleri şeklinde, kullanılması halinde istenir (4.1.1.2'ye bakınız)),

- **2 enine eğme test numunesi** (1FBB ve 1RBB) ve
  2 yandan eğme test numunesi (SBB), bunun için 4.1.2'ye bakınız.

- **Çentik darbe test numuneleri** her biri 3'er adet olmak üzere kaynak dikişini ortasından (VWK 0/2) kaynak dikişinin kenarından, (VHT 0/2) erime sınırı (geçiş bölgesinde), (VHT 0/2) ve ısı etkisindeki bölgeden (VHT 2/2) alınır. "a" boyutu, çentiğin kaynak metalinin iri taneli bölgesinde

olacak şekilde seçilir (normalda yaklaşık 2-3 mm.dir. Orta bölgede ayrışmaya (segregation) neden olabilecek kaynak yöntemlerinde ve çok kalın levhalarda, her tip için aynı bölgede levha kalınlığının ortasından ek olarak 4 çentik darbe test numunesi alınır (4.1.3'e bakınız).

- **2 makrografik test numunesi**, en az biri kaynağın başlangıç noktasından geçecek şekilde alınır (4.1.4'e bakınız)

- **Sertlik testleri** (4.1.5'e bakınız).

4.4 İç köşe dikişi (T biçimli) test numunesi seti

Test parçaları, aşağıdakilere göre tahribatsız ve tahribatlı olarak muayene edilecektir:

- Görsel Muayene 100 %

- Yüzey çatlak tespiti 100 %
  (Sıvı penetrant testi ya da manyetik parçacık testi)

- Makro muayene, 4.4.2'e göre iki numune

- 4.4.3'te gerekli görüldüğü gibi sertlik testi

- 4.4.4'te gerekli görüldüğü gibi kırılma testi

4.4.1 Tahribatsız muayene

Test parçaları, test numuneleri kesilmeden once görsel ve tahribatsız olarak muayene edileceklerdir. Herhangi bir kaynak sonrası ısıl işlem gerekli görülüyor ya da belirtiliyorsa test ısıl işlemden sonra yapılacaktır. UR W16 (Kısım 2 - Malzeme, Bölüm 3, C)'ye göre belirtilen minimum akma mukavemeti 420 N/mm^2 ve üzeri olan çeliklerde, ısıl işlem yapılmadıysa tahribatsız muayene 48 saat ertelenecektir. Tahribatsız muayene test yöntemleri için TL ile anlaşmaya varılacaktır.

4.4.2 Makro Muayene

Nüfuziyet koşullarının, test parçasındaki bazı düzensizliklerin ve tane yapısı değerlendirimesi için 4.1.1'e benzer şekilde T birleşimli köşe kaynaklı test parçalarından test parçası boyuna bağlı olarak ISO 15607'e göre iki ya da daha fazla makrografik numune alınacaktır.

Test numuneleri, kaynak metalini, erime hattını ve ısı etkisi altındaki bölgeyi açıkça ortaya çıkaracak şekilde hazırlanacak ve tek tarafından asitle dağlanacaktır.

Makro muayene, etkilenmeyen ana metalin yaklaşık 10 mm'lik kısmını kapsayacaktır.

Muayene, düzgün kaynak profilini, bitişik kaynak katmanları ve ana metal arasındaki boyuna erime hattını ve çatlak, erime kusuru gibi hataların olmadığını ortaya çıkaracaktır.

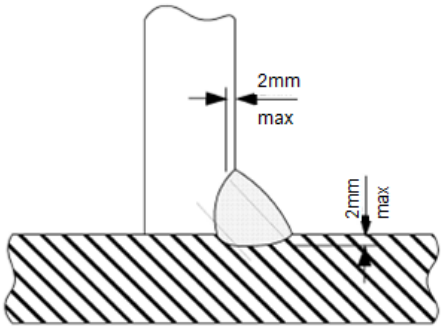
4.4.3 Sertlik testi

Sertlik testi, belirtilen minimum akma gerilmesi $R_{eH} \geq$ 355 N/mm^2 olan çelikler için gereklidir. Genel olarak HV10 Vickers yöntemi kullanılacaktır. Sertlik değerlerinin ölçülmesi ve kaydedilmesi amacıyla kaynak metalinde, ısı etkisi altındaki bölgede ve ana metalde hatlar açılacaktır. En az iki sıra hat Şekil 12.10a, 12.10b, 12.11a ve 12.11 b 'ye göre yapılacaktır. Her hat sırası için kaynak metalinde, ısı etkisi altındaki bölgede (her iki taraf) ve ana metalde (her iki taraf) en az 3 bağımsız hat açılacaktır.

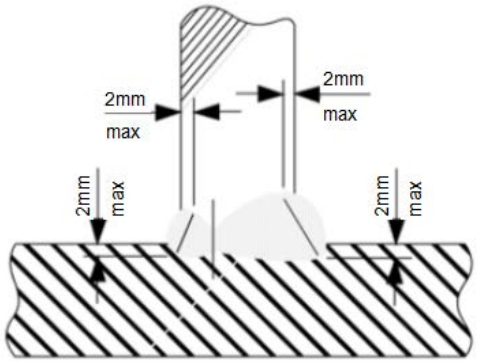
Sertlik testi sonuçları aşağıdaki değerleri aşmayacaktır:

- Belirtilen minimum akma mukavemeti $R_{eH} \leq$ 420 N/mm^2 olan çelikler için; 350 HV10

- Belirtilen minimum akma mukavemeti 420 N/mm^2 < $R_{eH} \leq$ 690 N/mm^2 olan çelikler için; 420 HV10



Şekil 12.10 a) Köşe kaynağında hat sıralı sertlik testi örneği



Şekil 12.10 b) T birleşim kaynağında hat (R) sıralı (R) sartlik testi örneği

4.4.4 Kırma testi

Kırma testi yukarı bakan levhanın diğer levha üzerine katlanması şeklinde gerçekleştirilir.

Çatlaklara, gözenekli yapıya ve gözeneklere, cüruflara, erime eksikliklerine ve tamamlanmamış nüfuziyete değerlendirme sırasında özel olarak dikkat edilecektir. Tespit edilen kusurlar ISO 5817, sınıf B'ye göre değerlendirilecektir.

4.5 İç köşe dikişi test numunesi seti (çift T (+ biçimi) test numunesi seti)

4.5.1 Şekil 12.1 ve 12.2'ye göre hazırlanan iç köşe dikişi (kaynağı) test parçalarından boylarına göre alınan test numunesi setleri ve Şekil 12.12'e göre hazırlanır. Test numunesi hazırlanması, markalanması ve mekanik ve teknolojik testlerin yapılması, vs. Bölüm 11'e uygun olmalıdır.

4.5.2 Madde 4.5.1'e göre alınan içi köşe (+ biçimi) test numunesi setleri aşağıdakilerden oluşmalıdır. Test numunesi ve boyutları Bölüm 11'e uygun olmalıdır;

- Kaynak metalinin çekme kesme mukavemetinin belirlenmesi için Şekil 12.13'e göre alınacak **3 + biçimi çekme test numunesi** (Z);

- Nüfuziyet koşullarının, test numunesindaki bazı düzensizliklerin ve tane yapısı değerlendirimesi için **2 makrografik test numunesi** gerektiğinde EN ISO 9015-1 ve -2'ye göre **sertlik ölçmeleri** yapılır. Ayrıca 4.1'e bakınız.

4.5.3 Test parçalarının artan kısımları uygun boyutlarda kesilir ve dikişlerden biri kaldırılarak, **kırılmayı değerlendirmek** üzere değişik kenarlardan kırılır (DIN EN ISO 9017'ye bakınız).

5. Gereklilikler

5.1 Tekne yapım çelikleri

5.1.1 Tekne yapım çelikleri üzerinde yapılan kaynak yöntemi testleri ve iş parçalarındaki alın dikişi test numuneleri Tablo 12.5'de verilen minimum değerleri sağlamalıdır.

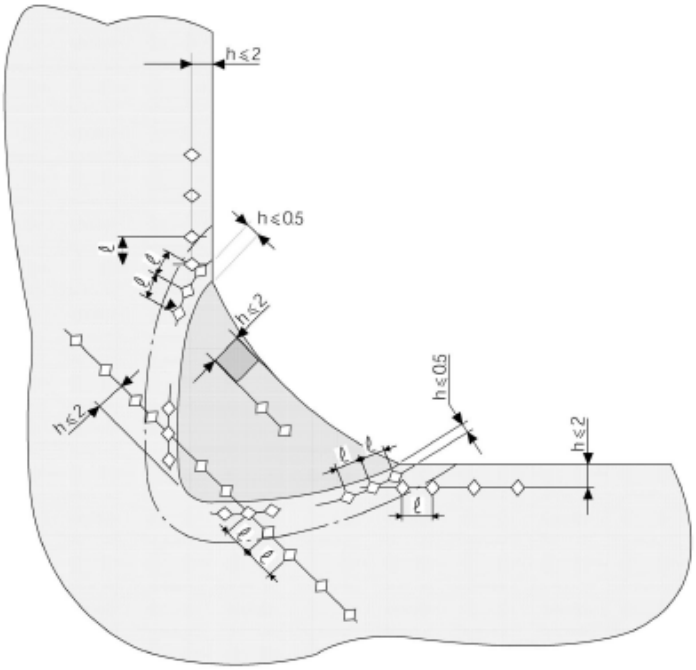
Eşdeğer yapı çelikleri, döküm ve dövme parçalar kimyasal bileşimlerine ve mekanik karakteristiklerine göre benzer şekilde sınıflandırılır.

5.1.2 Tablo 12.5'de verilen minimum darbe enerjisi değerleri kaynak metalinin ortası, geçişler, erime sınırı ve ısı etkisindeki bölge için geçerlidir. El ve yarı mekanize kaynak yöntemlerinin aşağıdan yukarıya dik kaynak pozisyonları (PF) dışında bütün pozisyonları için bu değerler geçerlidir. Aşağıdan yukarıya dik kaynak (PF) yöntemlerinde, tam mekanize kaynak yöntemlerinde olduğu gibi (34 J veya 41 J) değeri uygulanır.

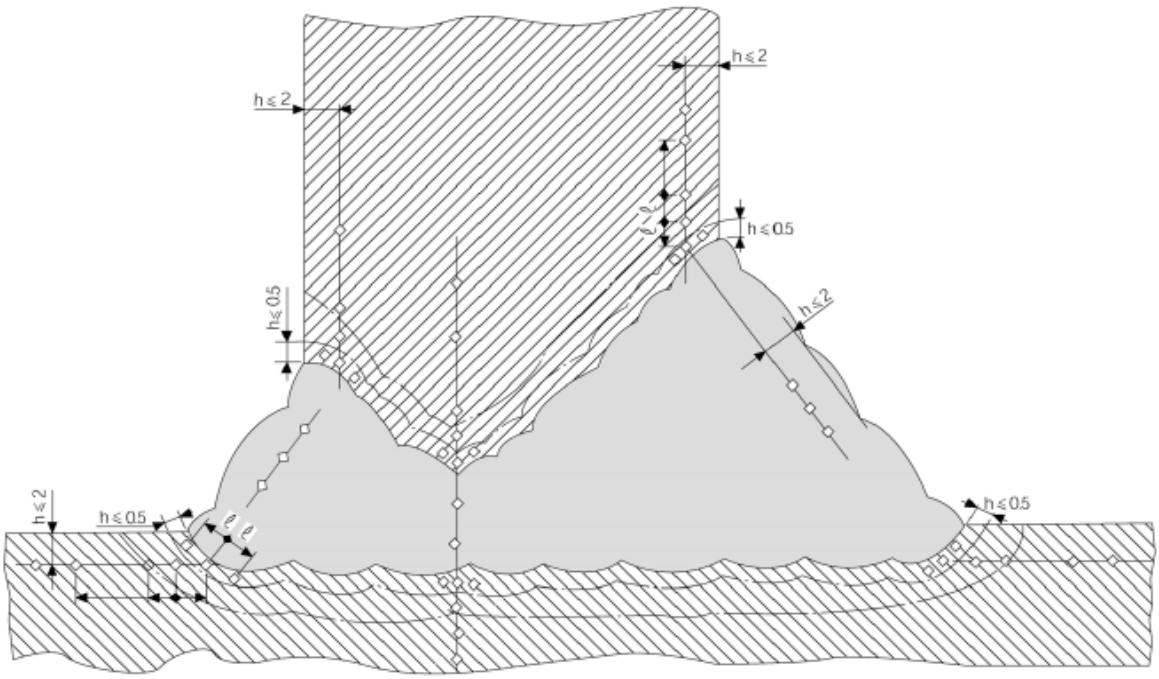
Uyarı :

"Basit" çeliklerin (örneğin; grad A) erime sınırı/geçiş bölgesi ve/veya ısı etkisindeki bölgede kaynak dolgu malzemesinden istenenlerin Tablo 12.5'de istenilen değerlere erişmesinde zorluklar meydana gelebilir. Bu gibi hallerde ana malzemenin testleri ve ilgili kontrollerden elde edilen değerler referans değerleri olarak kabul edilebilir. Kaynaklı birleştirmelerde elde edilen değerler bu referans değerlerinin altına düşmemelidir.

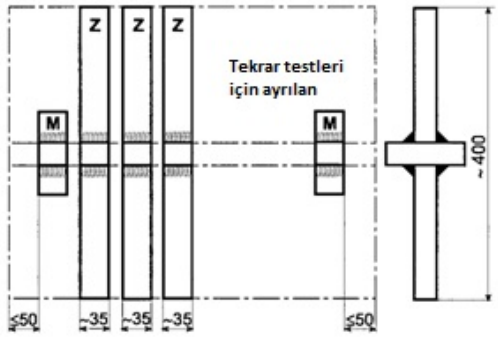
5.1.3 Tablo 12.5'te verilen deney sıcaklıkları ve darbe enerjisi değerlerine alternatif olarak özel durumlarda (örneğin; -10°C'dan daha düşük işletme sıcaklıklarında) söz konusu çeliğin malzeme standartlarında verilen deney sıcaklığı ve darbe enerjisi değerleri yöntem testlerinde kullanılabilir. Aksi belirtilmedikçe bu değerler bütün kaynak pozisyonları ve çentik konumları için geçerlidir.



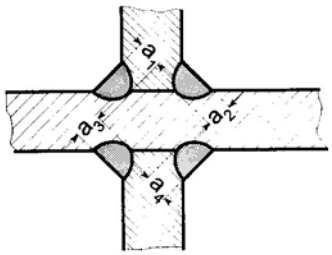
Şekil 12.11 a) Kaynak metalinde sertlik testi için hatların konumunu, köşe kaynağı ana metalini ve ısıdan etkilenen bölgeyi gösteren örnek (boyutlar mm'dir)



Şekil 12.11 b) Kaynak metalinde sertlik testi için hatların konumunu, T birleşim kaynağı ana metalini ve ısıdan etkilenen bölgesini gösteren örnek (boyutlar mm'dir)



Şekil 12.12 Çift T (+Biçimi) çekme test numunesi seti



$a_1 + a_2$ = Kırılma kesiti (yüzeyi) $S_{1/2}$

$a_3 + a_4$ = Kırılma kesiti (yüzeyi) $S_{3/4}$

$$\text{Çekme} - \text{kesme mukavemeti} = \frac{\text{Kırılma yükü F}}{S_B \cdot \text{Test parçası genişliği}}$$

[N/mm^2]

$S_B = S_{1/2}$ veya $S_{3/4}$ Kopma yerine göre

Şekil 12.13 + Biçimi çekme test numunesi kaynak dikişi kesiti

5.1.4 10 mm'nin altındaki levha kalınlıkları için; genişliği levha kalınlığına eşit çentik darbe test numuneleri, ancak mümkünse 7,5 mm. ve 5 mm. seçilebilir. Bu durumda Tablo 12.5'de istenen darbe enerjisi değerleri Tablo 12.6'e göre azaltılır. 5 mm. nin altındaki kalınlıklar için çentik darbe testi genellikle yapılmaz. Ancak gevrek kırılmaya karşı mukavemet için başka testler istenebilir.

5.1.5 Eğme deneyleri, çapı test numunesi kalınlığının 3 katı olan bir mandrel kullanarak yapılmalıdır. Test sonuçlarını olumsuz olarak etkilemiyorsa **TL**'nun müsaadesi ile mandrel çapı 4xt alınabilir. ISO 5173'de verilen koşullarda yapılan deneylerde istenilen 180° eğme açısı, test numunesinin bu standartın Tablo 6'sına göre aralarındaki uzaklık en az olan destek silindirleri arasından geçecek şekilde bastırılmasıyla sağlanmış olur. İstenilen eğilme uzamasına kadar hiçbir çatlak oluşmamalıdır. En çok 3 mm. ye kadar gözenek yırtılmalarına tolerans gösterilebilir. Kırılan parçalarda kırılma yüzeyi değerlendirmeye alınır.

5.1.6 Çapraz çekme test numunelerinde kaynak dikişi kesitindeki (kopma kesiti 12.14'e göre) en az çekme mukavemeti (çekme-kesme mukavemeti) Tablo 12.7'deki değerleri sağlamalıdır.

5.2 Yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) ince taneli çelikler

5.2.1 Yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) ince taneli çeliklerin üretim testleri ve kaynak yöntemi testleri Bölüm 5, F'de verilen alın kaynağı test numuneleri, kaynak yardımcı ve dolgu malzemeleri için minimum istekleri yerine getirmelidir.

Bazı özel haller için anlaşma yapılmış olanların dışında eğme testlerinde, çapı 4xtest numunesi kalınlığında olan eğme mandreli kullanılacaktır. Çentik darbe testlerinde, test sıcaklığı -20°C veya daha altında seçilmelidir.

5.2.2 + biçimli çekme test numunelerinde (3.2.2 ile karşılaştırınız) kaynak dikişi kesitinde (Şekil 12.13'deki kırılma kesitinde) ölçülen minimum çekme mukavemeti (çekme kesme mukavemeti) kaynaklı birleştirmeler için Bölüm 5, F'de belirtilen istekleri yerine getirmelidir.

5.3 Paslanmaz östenitik (kaplanmış) ve östenitik - ferritik (duplex) çelikler

Paslanmaz östenitik (kaplanmış) ve östenitik ferritik (duplex) çelikler üretim testleri ve kaynak yöntemi testlerinde alın kaynağı test numuneleri kaynak yardımcı ve dolgu malzemeleri için Bölüm 5, I'da verilen minimum istekleri yerine getirmelidir. Farklı tipteki çeliklerin kaynaklı birleştirmelerinde, ana malzemenin mukavemeti olarak düşük mukavemet değeri kullanılacaktır.

Tablo 12.5 Kaynak Yöntem Testleri Kapsamında Kaynaklı Tekne Yapısal Çeliklerine Uygulanabilecek Gereklilikler

Kalite	Akma Mukavemeti (kaynak metali) [N/mm²]	Çekme Mukavemeti [N/mm²]	Uzama (kaynak metali L = 5 d_o) [%]	Darbe enerjisi (1) (3), (4) (J)				Eğme açısı (D = 4 t)	Eğme uzaması ölçü boyu 2 L_S (2) [%]
				Sıcaklık [°C]	Elle ve yarı mekanize		Tam mekanize		
					PA,PC,PE	PF, PG			
TL-A**(5)**	305	400	22	+ 20	47	34	34	180 °	22
TL-B**(5)**, TL-D				0					
TL-E				– 20					
TL-A 32	335	440	22	+ 20	47	34	34	180 °	22
TL-D 32				0					
TL-E 32				– 20					
TL-F 32				– 40					
TL-A 36	375	490	22	+ 20	47	34	34	180 °	22
TL-D 36				0					
TL-E 36				– 20					
TL-F 36				– 40					
TL-A 40	400	510	22	+ 20	47	39	39	180 °	22
TL-D 40				0					
TL-E 40				– 20					
TL-F 40				– 40					

(1) *Charpy-V-çentik numunesi, üç numunenin ortalama değeri.*

(2) *Ölçü boyu (L_0) = kaynak genişliği (L_S) + kaynağa komşu her taraftaki levha kalınlığının yarısı; bakınız ISO 5173*

(3) *Levha kalınlığının > 50 m olması durumunda, darbe enerjisi gereklilikleri için testten once* ***TL*** *ile anlaşmaya varılacaktır.*

(4) *Darbe gereklilikleri, sadece kaynağın levha haddeleme doğrultusuna dik olduğu duurmda geçerlidir.*

(5) *A / B kalitesi için minimum darbe enerjisi değeri erime hattında (FL) ve ısı etkisi altındaki bölgede (HAZ) 27 J'dür.*

Tablo 12.6
Küçültülmüş test numunesi genişliklerinde istenen darbe enerjisi

Test numunesi kesiti [mmxmm]	Belirlenen darbe enerjisi aşağıdaki değerle çarpılır
10 x 7,5	5/6
10 x 5,0	2/3

Tablo 12.7
Çapraz çekme test numunelerinden istenenler

Kalite derecesi	Çekme-kesme mukavemeti [N/mm^2]
A - E	350
A32 - F36	430
A40 - F40	450

5.3.2 Bazı özel haller için anlaşma yapılmış olanların dışında eğme testlerinde çapı 3xtest numunesi kalınlığında olan eğme mandreli kullanılabilir. Östenitik çeliklerin çentik darbe testlerinde test sıcaklığı +20°C olmalıdır. Östenitik -feritik (duplex) çelikler -30°C de test edilmelidir.

5.3.3 + biçimli çekme test numunelerinde (3.2.2 ile karşılaştırınız) kaynak dikişi kesitinde (Şekil 12.13'deki kırılma kesitinde) ölçülen minimum çekme mukavemeti (çekme-kesme mukavemeti) kaynaklı birleştirmeler için Bölüm 5, I'daki istekleri yerine getirmelidir. Kaplanmış levhalarda, iç köşe kaynağı dikişi kalınlığı, kırılma daima kaynak dikişi üzerinde (≤0,5 x levha kalınlığı) olacak şekilde seçilmelidir.

5.4 Alüminyum alaşımları

Alüminyum alaşımlarının üretim testlerinde ve kaynak yöntem testlerinde, **TL** Malzeme Kurallarında belirtilen 5000 ve 6000 serisi alaşımlardan yapılan alın kaynağı test numunelerinde aşağıdaki Tablo 12.8'de verilen değerler yönlendirici değer olarak kullanılacaktır. Test numunelerinın çekme mukavemeti hiç bir şekilde ana malzemenin yumuşak durumunda belirtilen minimum değerinden daha az olmamalıdır. Dizayn ve boyutlandırma işlemlerinde uygulanabilmesi için farklı değerler kabul edilebilir. Belirtilen çekme mukavemeti değerleri kaynak dikişi şişkinliği bırakılmış test numuneleri için de geçerlidir. Diğer alüminyum alaşımları benzer şekilde sınıflandırılır ve istekler her durum için ayrı ayrı ana malzeme özellikleri ve EN ISO 15614-2'de verilen birleştirme verimlilik katsayısı göz önüne alınarak saptanır.

5.5 Diğer malzemeler

Diğer malzemelerden veya diğer test metodlarından istenenler tekne yapım çeliklerinde olduğu gibi; ana malzemenin kimyasal bileşiminin, mekanik ve diğer özelliklerinin belirlenmesi ve bu arada söz konusu işletme koşullarının (örneğin; en düşük işletme sıcaklıkları (dizayn sıcaklığı)) göz önüne alınması ile her durum için ayrıca belirlenir.

G. Kaynaklı Birleştirme Dizaynı ve Ölçüleri

Hatırlatma
Bu bölümün içeriği, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20'deki "Kaynaklı Birleştirmeler" ile hemen hemen aynıdır.

1. Genel

1.1 Bölüm 7'de belirtilen genel dizayn esasları göz önüne alınmalıdır.

1.2 Kaynaklı birleştirme yerlerinin planlanması yapılırken öngörülen kaynağın; tip ve kalitesinin, imalat şartları altında kusursuz olarak yapılabileceğinden emin olunmalıdır (örneğin; Tek taraflı ve çift taraflı alın kaynak dikişlerinde kök nüfüziyetinin tam olması gibi). Aksi takdirde, daha basit bir tip kaynak dikişi seçilmeli ve muhtemelen düşük mertebedeki yük taşıma kapasitesi, kaynatılacak elemanların boyutlandırılmasında gözönüne alınmalıdır.

1.3 Şiddetli zorlamaların etkilediği hallerde genellikle muayeneye tabi tutulması gereken kaynak dikiş yerleri, kaynak hatalarının bulunması için kullanılan "Radyografi" "Ultrasonik" ve "Yüzey Çatlağı Tesbit Metodları" gibi en uygun muayene metodlarının, sınırlamasız ve güvenilir olarak uygulanabilmesini sağlayacak şekilde dizayn edilmiş olmalıdır.

Tablo 12.8 Aluminyum alaşımlara uygulanabilir gereklilikler

Ana malzeme		Kaynaklı birleşimler (1)			
Alaşım no	**Malzeme gösterimi**	**0,2% uzama gerilmesi (2) [N/mm²]**	**Çekme mukavemeti [N/mm²]**	**Eğme açısı (3) [Degree]**	**Eğme uzaması [%]**
EN AW-5083	AlMg4,5Mn0,7	125	275	180	18
EN AW-5086	AlMg4	100	240		
EN AW-5383	AlMg4,5Mn0,7mod.	145	290		
EN AW-5754	AlMg3	80	190		
EN AW-5059	AlMg5,5Mn0,8ZnZr	160	330		
EN AW-6005A	AlSiMg(A)	115	170		10
EN AW-6061	AlMgSi1Cu	115	170		
EN AW-6082	AlSi1MgMn	125	185		

(1) *Bölüm 5, J'ye göre ana malzemeye uygun bir kalite derecesinden kaynak dolgu malzemesi kullanılarak*

(2) *Hesaplanıyorsa (kararlaştırılacak ek örnekler üzerinde).*

(3) *Eğme mandreli Ø malzeme grubuna ve EN ISO15614-2'de belirtilen koşula göre seçilecektir.*

2. Malzemeye Bağlı Özellikler, Korozyon

2.1 Haddelenmiş malzemelerin kalınlık doğrultusundaki (7'ye bakınız) düşük mukavemet değerleri veya kaynak sonucu olarak soğuk sertleştirilmiş alüminyumun yumuşaması şeklinde görülen malzemeye has özellikler kaynak dikiş yerlerinin dizaynında ve ölçülendirilmesinde gözönüne alınması zorunlu faktörlerdir.

2.2 Ana malzeme ile kaplama malzemesi arasındaki bağlantı mukavemetinin yeterliliğinin kanıtlanması halinde "kaplanmış levha" tek parça levha olarak gözönüne alınabilir (kaplanmış levhaların iç köşe kaynaklı birleştirilmelerinde ortalama levha kalınlığına kadar alınır).

2.3 Değişik malzemeden yapılmış sıcaklık etkisindeki kompozit yapı elemanlarında (örneğin; tank ısıtma sistemlerindeki tekne yapım çeliği ile paslanmaz çelik). Değişik çeliklerin ısı geçirme farklılıkları ve özellikle ısıl genleşmeleri göz önüne alınmalıdır.

2.4 Deniz suyunda veya diğer elektrolitik bir ortamda çalışan farklı iki malzemenin bir çift oluşturması halinde (örneğin; dümen şaftlarının ve dümen nozulunun aşınmaya karşı kaplanması için alaşımsız çelikle paslanmaz çeliğin kaynakla birleştirilmesinde) potansiyel farkından dolayı meydana gelebilecek büyük ölçüdeki olası korozyona, özellikle kaynak dikişleri civarında, dikkat edilmelidir.

2.5 Eğer bu çeşit bir kaynaklı birleşimler kaçınılmazsa mümkün olduğunca bu şekildeki kaynaklar korozyon tehlikesinin daha az olduğu yerlere (örneğin; tankların dışına) tertiplenmeli veya korozyona karşı koruyucu önlemler alınmalıdır (örneğin; koruyucu kaplama "boya", katodik korunma gibi).

3. Kuvvet Akışı, Geçişler

3.1 Ana taşıyıcı elemanlar üzerindeki bütün kaynaklı birleştirmeleri; gerilme birikimine yol açmayan, yapının rijitliğini bozmayan, iç veya dış çentik etkisi oluşturmayan şekilde mümkün olabilecek en düzgün kuvvet akışını sağlayacak dizaynda olacaktır (Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 3, B'ye bakınız).

3.2 Bu husus benzer şekilde, kaynak bağlantılarından dolayı çentik etkilerinden mümkün olduğunca uzak kalacak olan flenç kenarları ve serbest levhalar gibi, ana taşıyıcı elemanlarla birleştirilecek tali derecedeki elemanların kaynatılmasında uygulanır. Şiyer levhalarının üst kenarlarında kaynağın müsaade edilmemesi hususunda Kısım 1 Tekne Yapım Kurallar'na bakınız. Aynı husus devamlı ambar ağzı boyuna mezarnalarının üst kenarları için de geçerlidir.

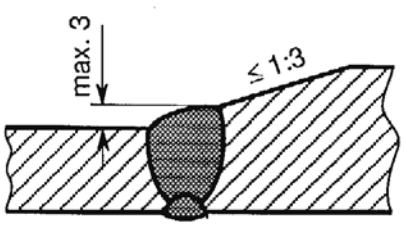
3.3 Ana taşıyıcı elemanlara eklenmiş olan etek levhaları, usturmaçalar, yalpa omurgaları, ambar ağzı kirişleri, raylar, kreyn rayları vs. gibi uzun veya devamlı yapı elemanlarının alın birleştirmeleri, kesitleri boyunca devamlı kaynak ile yapılacaktır. Bunların nihayetleri, dablin nihayetlerine (6.4'e bakınız) benzer şekilde "yumuşak" geçişle altındaki yapı elemanı ile birleştirilecektir.

3.4 Kirişler ve profiller ile, özellikle montaj parçaların kaynakla birleştirilmelerinde, mümkünse ek yerleri eğilme gerilmesinin büyük olduğu bölge içinde tertiplenmemelidir. Kirişlerin alın lamalarının dönüm noktalarında kaynaklı birleştirmeden kaçınılmalıdır. Şekil 12.27'ye göre arka tarafında ilave köşe kaynağı olan üç levhanın tam nüfuziyetli birlikte kaynağında dönük stifnerlere müsaade edilir.

3.5 Boyutları farklı olan elemanların birbirleri ile birleştirilmelerinde bir boyuttan diğerine geçiş düzgün ve tedricen olacaktır. Kirişlerin veya profillerin gövde yükseklikleri arasındaki fark; gövdelerini yarmak, açmak, birlikte imal etmek suretiyle giderilecektir. Bunların flençlerinin, alın lamalarının veya balblarının birbirleriyle kusursuz olarak kaynak edilebilmesi için ölçü farkları, pahlandırmak sureti ile giderilecektir.

Böylece sağlanmış olan bir boyuttan diğer bir boyuta geçiş işlemi, yükseklikler arasındaki farkın iki katından küçük olmayan bir geçiş boyu içinde gerçekleştirilmiş olacaktır.

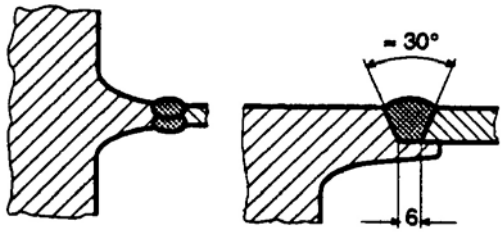
3.6 Asal gerilme doğrultusuna dik olan kaynak dikişlerinde levha kalınlıkları farkının 4 mm. den, ince levhanın kalınlığı 10 mm. nin altında ise farkın 3 mm. den büyük olması halinde, kalın olan levhanın kenarı, Şekil 12.14'de görüldüğü gibi, en az 1:3 oranında veya çentik derecesine göre daha az pahlandırılacaktır. (Kısım 1 Tekne Yapım Kuralları Bölüm 3, Tablo 3.32'ye bakınız). Sözü edilen levha kalınlıkları farkı yukarıdaki değerlerden daha az ise pah yapılmayabilir.



Şekil 12.14
Kalınlıkları farklı elemanların kaynağı

3.7 Çelik döküm veya dövülerek elde edilen elemanların, levha veya oldukça küçük et kalınlıklı diğer elemanlara kaynatılması için dövme veya çelik döküm elemanlar uygun şekilde inceltilecek veya imal edilmeleri esnasında Şekil 12.15'de görüldüğü gibi kaynak flençleriyle bütünleştirilmiş olacaktır. Bu yapılamadığı takdirde, **TL** bunun şaft braketlerine (Şekil 12.33 ve 12.25) veya yatay dümen kaplin flençlerine (Şekil 12.34) benzer şekilde döküm ve dövme çelik parçalara uygun kalın bir geçiş parçasının çepeçevre kaynak edilmesini kabul edebilir.

3.8 Şaft braketi kollarının bosaya ve tekne kaplama levhasına birleştirilmesi için 13 ve Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 10,C'ye, yatay kaplin flencinin dümen gövdesine birleştirilmesi için 14, dümen rodunun dolgu kaynağı ile kalınlaştırılması için ve kaplin flencine birleştirilmesi için 9 veya 14'e ve Tekne Yapım Kuralları Bölüm 18,D'ye bakılmalıdır. Dümen rodu ile kaplin flenci arasındaki birleştirme, kesitleri boyunca devamlı kaynak ile yapılmalıdır.



Şekil 12.15 Dövme yahut çelik döküm elemanlarda kaynak flenci

4. Kaynak Dikişlerinde Lokal Yakınlıklar ve En Küçük İki Dikiş Aralığı, Soket Bağlantıları

4.1 Kaynak dikişlerinin yer yer birbirlerine yaklaşarak, yığılma oluşturmalarından ve aralarında kısa mesafenin bırakılmasından kaçınılmalıdır. Levhaların ve kaynak dikişlerinin kalın olmasından ve ilgili elemanın rijitliğinden yüksek kalıcı gerilmelerin meydana geleceği göz önünde tutularak bitişik olan alın kaynak dikişlerinin orta noktaları arasında en az

50 mm. + 4xlevha kalınlığı [mm]

kadar aralık bulunmalıdır. Köşe kaynakları birbirlerinden ve alın kaynaklarından en az

30 mm. + 2xlevha kalınlığı [mm]

uzaklıkta olmalıdır. Burada uzaklık köşe kaynak dikişlerin kenarları arasında veya köşe dikişinin kenarı ile alın kaynağı ortası arasındaki ölçüdür.

Yenilenen veya eklenen levha parçalarının (şeritlerin) genişlikleri en az; 300 mm. veya kalınlıklarının 10 katından büyük olacaktır. Bu değerlerden büyük olanı alınır. Farklı boyutlar, her durum için resim kontrolünün kapsamında **TL'**nun onayına sunulmalıdır.

Uyarı:
Özel hallerde örneğin; levhanın alt levha kalınlığı bölgesinde boy doğrultusunda bükülmesi (örneğin; tekne baş tarafındaki iç kaplama veya baş ve kıç taraftaki yan boyuna perdeler) halinde büküm yerlerine stifnerler yerleştirilmesi gerekeceğinden bu durumda yukarıda belirtilen aralıklar küçültülebilir veya kalınlığı büyük olmayan kaynak dikişlerinde (yaklaşık 5 mm. ye kadar) bükümü takviye eden profil veya benzeri doğrudan doğruya levhada, bükümün meydana geldiği kaynak dikişinin üzerine yerleştirilebilir.

Alın kaynak dikişleri üzerindeki ilave ve iç köşe dikişleri, ilave kaynak yığılmaları ve dolayısı ile kalıcı kaynak gerilmeleri meydana getirebilir. Bunlar kalın levhalarla ve fazla pasoları ile karşılaştırıldığında kalıcı gerilmelerin oldukça küçük olduğu görülür ve dizaynlarında mukavemet özellikleri iyileştirilmek suretiyle kabul edilebilir duruma getirilen müsaade edilebilir toleranslar için H.3'e bakınız.

4.2 Takviye levhaları, kaynaklı flençler, dreyn birleşimleri, montaj ve benzeri elemanlar levhaya geçme olarak (soket kaynağı iç köşe kaynakla) kaynatılmalarında, aşağıda verilen en küçük ölçüde olmalıdır:

$$D_{min} = 170 + 3 \cdot (t-10) \geq 170 \text{ [mm]}$$

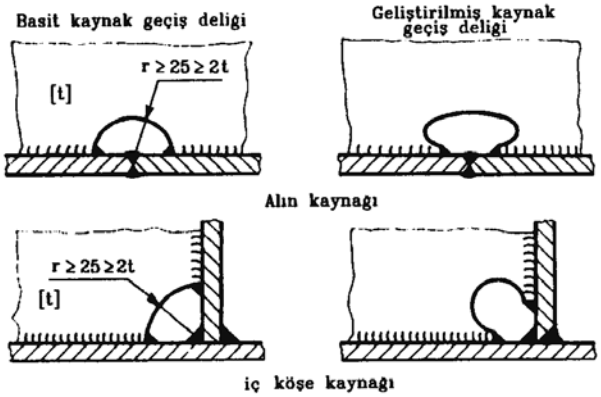
D : (Soket kaynağı) iç köşe kaynak yapılacak elemanının geçme kısmının dairesel ise çapı, köşeli ise kenar uzunluğu [mm]

t : Elemanının geçme kısmının monte edildiği levhanın kalınlığı [mm].

Elemanın köşeli geçme kısmında köşe yarıçapı en az 50 mm. olacak veya boyuna dikişler enine birleştirmeler üzerinden dışa uzatılacaktır. Soket kaynak bağlantıları, ilgili levhaya dolu kesitle, çepeçevre kaynak edilmelidir. Kalınlık farkından dolayı gerilme artması ile ilgili olarak Tekne Yapım Kuralları Bölüm 3, D.5.1.3'e bakınız.

5. Kaynak Geçiş Delikleri

5.1 Dikişlere çapraz olarak gelen elemanların yerleştirilmesi sonrası alın veya köşe kaynaklarının yapılması için, çapraz konulan elemanlarda açılan delikler yuvarlatılmalı, bunların yarıçapları kalınlıklarının iki katından veya 25 mm. 'den küçük olmamalıdır. Bu değerlerden büyük olanı alınır. Bu delikler Şekil 12.16'da görüldüğü gibi, alın veya iç köşe kaynağını içeren elemanların satıhlarında düzgün bir geçiş sağlayacak şekilde olacaktır. Özellikle dinamik zorlanmaların olduğu yerlerde bu şekildeki kaynak geçiş delikleri gereklidir. Bunların bitiş yüzeyleri çentiksiz kaynak yapılacak şekilde yuvarlatılmalıdır.



Şekil 12.16 Kaynak geçiş delikleri

5.2 Kaynak dikişi, kendisine çapraz konulacak elemanların yerleştirilmesinden evvel tamamlanmış oluyorsa kaynak geçiş deliklerinin açılmasına gerek yoktur. Mevcut dikişlerdeki kaynak taşkınlıkları üzerine oturacak elemanın yerleştirilmesinden evvel taşlanacaktır ya da konulacak elemanlara uygun şekilde çentik açılacaktır.

6. Lokal Takviyeler, Dablinler

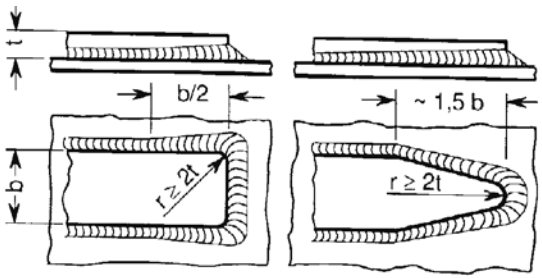
6.1 Kiriş levhaları ve boru cidarları dahil lokal olarak gerilme artışına maruz kalacak levhalarda, mümkün olduğunca, dablin yerine daha kalın levhalar kullanılmalıdır. Yatak burçları ve gövdeleri, vs. gibi elemanlar, levhaya geçme olarak kaynatılmış daha kalın takviye elemanları ile esas olarak aynı biçimde olmalıdır (4.2'ye bakınız)

6.2 Dablin levhalarından kaçınılamadığı hallerde dablin levhası kalınlığı, takviye edilen levha kalınlığının 2 katını geçmemelidir. Kalınlığının takriben 30 katından daha büyük genişlikteki dablin levhaları, kalınlığının 30 katından daha büyük olmayan aralıklarla 10.5'e uygun olarak altında kalan levhaya delik dolgu kaynağı (cogul kaynak) metoduyla kaynatılmalıdır.

6.3 Dablin levhaları; uzun kenarları boyunca kalınlıklarının 0,3 katı olan "a" dikiş kalınlığındaki iç köşe kaynağı ile, takviye edilen levhaya devamlı olarak kaynatılmalıdır. Dablin levhası nihayetlerinde "a" dikiş kalınlığı, Şekil 12.17'ye uygun olarak, dablin levha alınlarında kalınlığının yarısına eşit olacak şekilde arttırılır, fakat takviye edilen levhanın kalınlığından fazla olamaz.

6.4 Nihayet yüzlerinin levhaya kaynaklı birleştirmeleri 45° veya daha yatık olmak üzere düzgün ve yumuşak bir geçişle yapılacaktır. Yorulma mukavemeti kanıtlanması isteniyorsa (Tekne Yapım Kuralları Bölüm 3'e bakınız) dablin nihayetleri seçilen ayrıntı kategorisine göre dizayn edilmelidir.

6.5 Tutuşabilir sıvılar, gaz ve kimyasal madde taşıyan tanklarda dablinlere müsaade edilmez.



Şekil 12.17 Dablin nihayetlerinde kaynak

7. Çapraz Elemanlar, Kalınlık Doğrultusunda Gerilme

7.1 Birbirlerine çapraz gelen levhaların veya diğer haddeden geçmiş elemanların taşıdıkları kuvvet nedeniyle ve/veya kaynak çekmesinden dolayı kalınlık doğrultusunda artık gerilmelere maruz kalması halinde yapının dizayn ve inşaatında; yapıyı oluşturan elemanların haddelenmeleri esnasında bünyesel homojenliklerinin bozulması nedeniyle, tabakalaşma suretiyle yırtılmaların önüne geçecek önlemler alınmalıdır.

7.2 Bu gibi önlemler, en az dolgu malzemesi hacimli uygun kaynak ağzı şekillerinin kullanılmasını ve kaynak dikişine dik doğrultudaki büzülmeleri azaltacak kaynak sırasının tesbitini kapsar. Şekil 12.26'da görülen güverte stringeri, şiyer sırası bağlantısı örneğinde olduğu gibi, kalınlık doğrultusunda yüklenen elemanların çok sayıda tabakalarla birleştirilmesi veya dolgu kaynak kullanılmasıyla gerilmelerin geniş bir levha yüzeyi alanına dağıtılması da diğer önlemlerdir.

7.3 Kalınlık doğrultusunda çok şiddetli gerilmelerin mevcut olması halinde (örneğin; oldukça büyük hacimli dolgu maddesini içeren tek veya çift "V" şekilli alın kaynağında büzülme gerilmelerine kaynakla birleştirilmiş elemanlara uygulanan aşırı yüklemelerden meydana gelen gerilmelerin eklenmesi gibi) levhaların, garanti edilmiş özelliklerdeki dikiş kalınlığı ile kaynağı tavsiye edilir (Kaynak dikişinin garanti edilmiş özellikleri, fevkalade yüksek saflıktaki kaynak dolgu malzemesi ve kalınlık doğrultusunda alınan çekme test parçasında en az olan kesit daralması (≥%20'dir)).

7.4 Keşisen yapı elemanlarında, kuvvet doğrultusuna dik yerleştirilen çelik sandviç lamalara

(cogul kaynaklarında banyo altlığı veya büyük hava boşluklarını dengelemek için) müsaade edilmez.

8. Soğuk Şekillendirilmiş Elemanların Kaynağı, Eğrilik Yarıçapları

8.1 Yorulma olasılığı olan çelik yapı elemanlarında, %5'den fazla kalıcı uzama meydana gelecek kadar soğukta şekil verilen kısımlarında ve 5xlevha kalınlığına kadar olan bölgede mümkün olduğu kadar kaynaktan kaçınılmalıdır.

Eğim verilen elemanın dış çekme gerilmesine maruz kısımlarındaki uzama,

$$\varepsilon = \frac{100}{1 + 2 \cdot r/t}$$

[%] dir.

r : İç kısım eğrilik yarıçapı [mm].

t : Levha kalınlığı [mm].

Tereddüt halinde **TL**, soğuktan şekil vermede ve bundan sonraki kaynaklarda mukavemet karakte-ristiklerinde müsaade edilemeyen azalmaların olmadığı hususunda kanıt isteyebilir (örneğin; çentik darbe testleri ile).

8.2 En küçük eğrilik yarıçapı Tablo 12.9'da verilenlerden küçük olmamak kaydıyle tekne yapım çeliğinin ve eşdeğer yapı çeliğinin (örneğin; EN 10025-1'e göre S…J… ya da S…K… kalite grupları) soğuk şekillendirilmiş kısımları ve civarında kaynak işlemi yapılabilir.

Tablo 12.9 Soğuk şekillendirilmiş elemanların en küçük eğrilik yarıçapları

Levha kalınlığı t	En küçük iç eğrilik yarıçapı r
4 mm. ye kadar	1xt
8 mm. ye kadar	1,5xt
12 mm. ye kadar	2xt
24 mm. ye kadar	3xt
24 mm. den büyük	5xt

Not :

Malzemenin eğilme yeteneği, daha büyük eğrilik yarıçapını gerektirebilir.

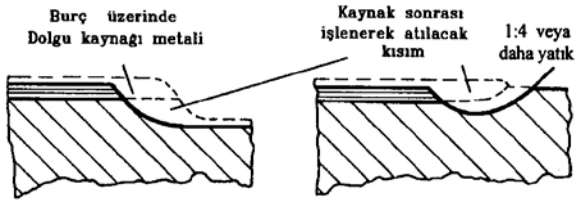
8.3 Şüphe halinde ve uygulanması mümkün olduğu takdirde çelikler ve malzemelerin en küçük eğrilik yarıçapları deney ile belirlenir. Minimum akma gerilmesi 355 N/mm² den büyük olan çelikler ile soğuk şekillendirme sonunda %2 veya daha fazla kalıcı uzamaya maruz 30 mm. ve daha büyük kalınlıktaki levhalar için kaynak sonrası yeterli mukavemetin kanıtlanması istenebilir.

9. Dümen Rodlarında ve İğneciklerinde Dolgu Kaynağı

9.1 Dümen şaftlarının, iğneciklerin ve benzerlerinin, yatak bölgelerine rastlayan ve çapları bitişik şaft bölgelerindeki çapa göre en az 20 mm. ve daha büyük olan kısımlarında, aşınmaya ve/veya korozyona dayanıklı dolgu kaynağı uygulanacaktır.

9.2 Dizayna bağlı nedenlerle şaftın yatak içinde kalan kısımlarında kalınlaştırma burcu yapılması mümkün olmadığında, yeterli çapın korunması suretiyle 9.3'e göre düz şaftın işlenmesi sağlanabildiği takdirde şaftın yatak içinde kalacak yüzeyine dolgu kaynağı yapılabilir.

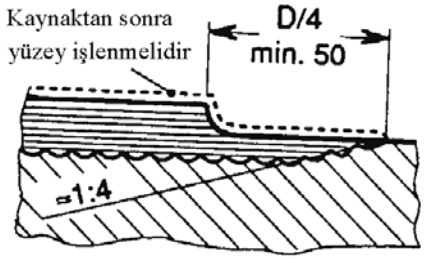
9.3 Dolgu kaynağından sonra, şaftın kaynak yapılmış kısmı ile kaynak yapılmamış kısmı arasında Şekil 12.18'de gösterildiği gibi büyük eğrilik yarıçapındaki çevresel oyuntu ile geçiş bölgesi sağlanmalıdır. Böylece konkav geçiş bölgelerinde dolgu kaynağı işlemi sırasında ana malzemenin bileşiminin değişmiş olduğu kısımlar atılır, metalurjik ve geometrik çentik etkilerini önleyici fiziksel ayırım sağlanır.



Şekil 12.18 Dümen rodlarına ve iğneciklere uygulanan dolgu kaynağı

9.4 Onarım durumunda, **TL**'nun özel onayı ile ayrıcalıklı olarak oyulma işlemesi yapılmadan düz şafta, büyük eğilme zorlanmalarının bulunduğu, bölgelere yeterli uzaklıkta dolgu kaynağı yapılabilir. Bu işlem 9.3'e benzer şekilde ve Şekil 12.19'a göre yapılmalı ve şaftın düz kısmında 2 kaynak pasosu bırakılmalıdır. Şaft ve dolgu kaynağı arasındaki geçiş temizlenerek çentikten arındırılmak suretiyle işlenmelidir.

9.5 Dolgu kaynağı **TL**'nun onayladığı tam mekanize bir yöntemle (örneğin; tozaltı ark kaynağı ile) ve çevresel doğrultuda bir döndürme tertibatı ile yapılmalıdır.



Şekil 12.19 Dolgu kaynağı ile onarım

10. Kaynak Ağzı Şekilleri ve Boyutları

10.1 Alın kaynağı

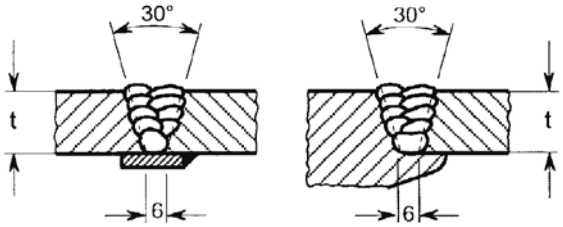
10.1.1 Alın kaynaklarında; levha kalınlığına, kaynak metodu ve pozisyonuna bağlı olarak ilgili standartlara uygun (örneğin: ISO 2553, EN 29629, EN ISO 9692-2, DIN 8552 veya EN ISO 9692-4) küt alın, "V" veya "X" kaynak ağzı şekilleri uygulanır. Kaynak ağzı şekilleri, resimlerde ve diğer üretim belgelerinde standart sembollerle gösterilmelidir.

10.1.2 Standartlarda öngörülen diğer kaynak ağzı şekilleri resimlerde özellikle belirtilmelidir. Özel kaynak yöntemlerinde (örneğin; tozaltı ark, tek taraflı veya elektro gaz ve elektro slag kaynağı) kaynak ağzı şekilleri yöntem testine bağlı olarak test edilmeli ve onaylanmalıdır.

10.1.3 Prensip olarak, alın kaynağında kök ters tarafından oyularak bir ek kapak pasosu çekilir. 10.1.1'de sözü edilen kaynak uygulamaları veya toz altı otomatik kaynağı gibi bu kurala istisna teşkil eden haller, kaynak yöntemi testine göre test ve kabul edilmiş olmalıdır.

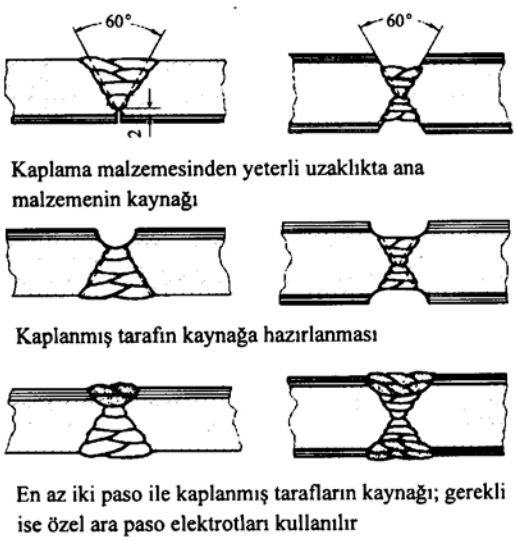
10.1.4 Yukarıda sözü edilen hususların gerçekleşmemesi halinde, örneğin; kaynak yerlerine sadece bir taraftan ulaşılabilen kaynaklı birleştirmeler; Şekil 12.20'de görüldüğü üzere çok az açılı "V" kökü aralıklı kaynak ağzı ile ve, döküm veya talaşlı işleme yoluyla birleştirilen elemanların bünyesinde oluşturulmuş veya bunlara kaynakla sonradan eklenmiş sırt lamaları kullanarak kaynak havuzu meydana getirmek suretiyle yapılırlar.

10.1.5 Kaynak dikiş etkin kalınlığı hesabında, birleştirilen levhaların kalınlığı veya levha kalınlıkları farklı olduğu hallerde daha ince olan levhanın kalınlığı esas alınır. Yorulma mukavemetinin kanıtlanması istendiği durumlarda (15.3'e bakınız) çentik sınıfı kaynak dikişinin yapılışına (dikişin kalitesine) bağlı olarak belirlenir.



Şekil 12.20 Kaynak havuzunu emniyete alan sabit altlıklı tek taraflı kaynaklar

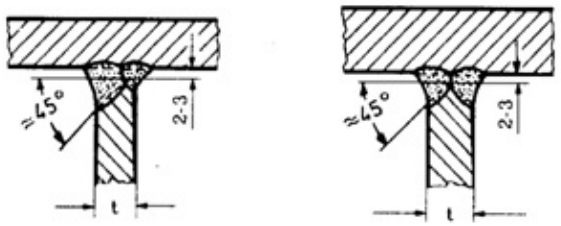
10.1.6 Kaplanmış levhaların kaynağında Şekil 12.21'de gösterilen kaynak dikiş şekilleri kullanılır. Bunlar, aynı yöntemle, kaplanmış levhaların, alaşımsız veya düşük alaşımlı tekne yapım çeliği ile birleştirilmesinde uygulanır.



Şekil 12.21 Kaplanmış levhaların kaynak dikişi şekilleri

10.2 Köşe, T ve çift T (çapraz) kaynakları

10.2.1 Birleşen levhalar ile tam kök nüfuziyetli, köşe, T ve çift T (+ şeklinde) kaynakları, en az kök alınlı ve yeterli hava aralıklı tek veya çift tarafta ağız açılmış olarak yapılırlar (bakınız Şekil 12.22). Kök alınları ters taraftan ağız açılarak kapak pasosu çekilir.

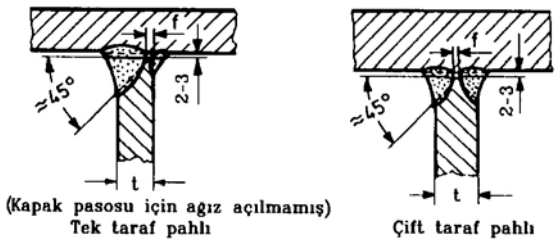


Şekil 12.22 Tam kök nüfuziyeti tam tek ve çift taraflı T kaynak

Kaynak dikişi etkin kalınlığı birleştirilen levhaların kalınlığına göre hesaplanmalıdır. Yorulma mukavemetinin kanıtlanması istendiğinde (15.3'e bakınız) ayrıntı sınıfı, kaynağın yapılışına (kalitesine, dikiş geometrisine) bağlı olarak alınır.

10.2.2 Köşe, T ve çift T kaynakları, belirlenmiş değerlerde tamamlanmamış kök nüfuziyeti " f" aralıklı olarak Şekil 12.23'de görüldüğü gibi tek veya çift tarafta kaynak ağzı açılmış olarak yapılır. 10.2.1'de tanımlandığı gibi, tek tarafta kaynak ağzı açılmış birleştirmede ters tarafa kapak pasosu çekilir, ancak tam paso için ağız açılmaz.

Kaynak dikişinin etkin kalınlığı, birleşen levhaların kalınlığı t'den tamamlanmamış kök nüfuziyeti aralığı f'nin çıkartılması ile bulunan değerdir. Tamamlanmamış kök nüfuziyeti aralığı, f, değeri 0,2 t ve en büyük değeri 3 mm. olup her iki tarafta en az aynı büyüklükte ilave iç köşe dikişleri ile dengelenir. Pratik boyut olarak iç köşe dikişinin kökünde kodu z=h/3 alınır. Şekil 12.23de görüldüğü gibi h kaynak dikişinin yüksekliğidir. Yorulma mukavemetinin kanıtlanması istendiğinde (15.3'e bakınız) bu kaynak dikişleri Tekne Yapım Kuralları Bölüm 3, Tablo 3.32'deki Tip No. D1'in ayrıntı sınıfına göre yerleştirilebilir.



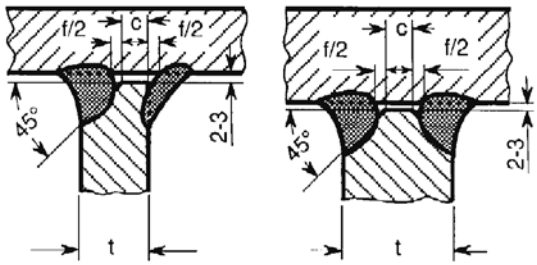
Şekil 12.23 Belirlenmiş kök nüfuziyeti tam olmayan tek ve çift kaynak ağızlı T kaynağı

10.2.3 c genişliğindeki kaynatılmayan kök alınlı ve f değeri ile izin verilen tamamlanmamış kök nüfuziyetli köşe, T ve çift T kaynakları, Şekil 12.24'e uygun olarak yapılırlar.

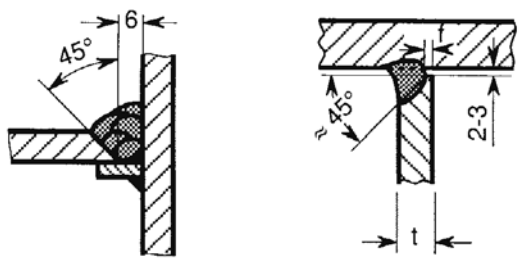
Kaynak dikişi etkin kalınlığı, tespit edilen levhanın kalınlığı (t)'den (f + c)'nin çıkarılması ile belirlenir ve f değeri 0,2·t olup en fazla 3 mm. alınır. Yorulma mukavemetinin kanıtlanması istendiği hallerde (15.3'e bakınız) bu kaynaklar levha kalınlığı ile kaynak dikişin kalınlığının oranına bağlı olarak Tekne Yapım Kuralları Bölüm 3, Tablo 3.32'deki Tip No. D2 veya D3'ün ayrıntı sınıfına ayrılır.

10.2.4 Sadece bir tarafına ulaşılabilen köşe, T ve çift T kaynakları; 10.2.2'de belirtilene benzer tarzda tek tarafta kaynak ağzı açılmış veya 10.1.4'de belirtilen kaynak banyosu desteği (backing) kullanılarak yapılan alın kaynağına benzer uygulama ile Şekil 12.25'deki gibi yapılırlar.

Kaynak dikişi etkin kalınlığı, 10.1.5 veya 10.2.2'deki gibi hesaplanır. Yorulma mukavemetinin kanıtlanması istenilen yerlerde bu şekilde birleştirmeler mümkün olduğunca uygulanmaz (15.3'e bakınız).



Şekil 12.24 Tek ve çift taraf pahlı, kaynatılmamış kök alınlı, kök nüfuziyeti tam olmayan T kaynağı

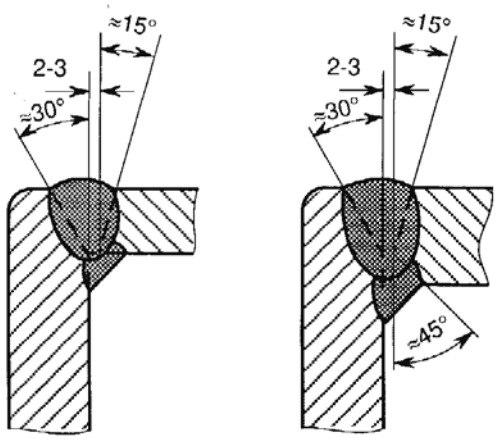


Şekil 12.25 Tek taraf kaynaklı T bağlantısı

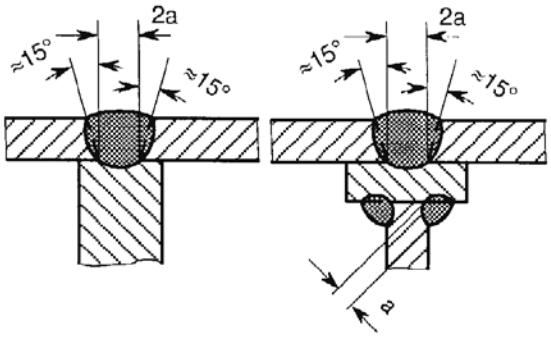
10.2.5 Levhaların herhangi birinde etek parçası bırakılmaksızın, düz köşe halinde birleştirmelerinde kaynak; 7'de açıklanan tabakaların ayrışması (kademeli kırılma) tehlikesinden kaçınmak için, düşey olarak sıralanmış levhalara Şekil 12.26'da görüldüğü gibi kaynak ağzı açılarak yapılmalıdır. Benzer işlem, üç levhanın "T" birleştirmesinde dik konulan levha araya girdiği zaman uygulanır (iki yatay levha arasında).

10.2.6 Üç levhanın birleştirildiği, Şekil 12.27'de gösterildiği gibi ana gerilmenin yatay levhaların düzemlinde kaldığı (örneğin kaplamada) ve dik gövde levhalarının bağlantısının ikinci derece öneme sahip olduğu T birleşimlerinde üç levhayı birleştiren kaynaklar Şekil 12.27'ye göre yapılabilir (dinamik yüklere maruz kalanlar hariç)

Yatay levhaların birleşim kaynağının etkin kalınlığı 10.1.5'e uygun olarak belirlenecektir. "a" ölçüsü; düşey levhanın birleşimine göre ve gerektiğince Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20'ye uygun olarak veya köşe kaynaklar için yapılacak hesaplama ile belirlenecektir.



Şekil 12.26 Düz köşe kaynağı



Şekil 12.27 Üç levhanın birlikte kaynağı

10.3 İç köşe kaynak birleştirmeleri

10.3.1 İç köşe kaynakları esas olarak çift taraflı yapılır. Buna karşılık (kapalı kutu kirişler ile başlıca kesme zorlamalarının kaynak dikişine paralel olması gibi) bu kurala uymayan iç köşe kaynaklarında her durum için onay alınması gereklidir. Kaynak kesitinin oluşturduğu ikizkenar üçgenin taban yüksekliği olan ve kaynak dikişi kalınlığı olarak tanımlanan "a" değeri, Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20, Tablo 20.3'den belirlenir veya 15'e göre hesaplanır. Bir iç köşe kaynağının kenar uzunluğu "z", dikiş kalınlığı "a" değerinin 1.4 katından az olamaz. Dablin levhalarında iç köşe kaynağı için 6.3'e, güverte stringerlerinin şiyer sırasına kaynağı için Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20'ye bakınız.

10.3.2 Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20, Tablo 20.3'de belirtilen iç köşe kaynağı izafi dikiş kalınlıkları normal ve yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri ile bunlara eşdeğer yapı çelikleri içindir. Genellikle izafi dikiş kalınlıkları, dikişi meydana getiren kaynak metalinin çekmedeki kesme mukavemetinin ana malzemenin çekme mukavemetinden küçük olmaması şartıyla, yüksek mukavemetli yapı çelikleri ve çelik dışındaki metaller için de kullanılabilir. Aksi takdirde "a" boyutu uygun olarak arttırılmalı ve gerekli arttırma miktarı uygulanacak kaynak yöntemi testi ile belirlenmelidir. Buna karşılık "a" boyutu, kaynak metali özellikleri gözönüne alınarak yapılan hesapla da belirlenebilir.

Not :

Yüksek mukavemetli alüminyum alaşımlarının (örneğin; AlMg 4,5 Mn) çekme etkisindeki çapraz birleştirmelerinde, yöntem testindeki iç köşe dikişi (aynı şekilde kaynak edilmiş) çekmede kesme mukavemeti, deneyimlere göre, çoğu kez ana malzemenin çekme mukavemetine erişemediğinden böyle bir

arttırma gerekli olabilir.

10.3.3 İç köşe kaynakları dikiş kalınlıkları, kaynak edilen parçaların ince olanının kalınlığının (genellikle gövde kalınlığı) 0,7 katını geçmeyecektir. Minimum dikiş kalınlığı aşağıdaki formülle belirlenir.

$$a_{min} = \sqrt{\frac{t_1 + t_2}{3}}$$

[mm] , 3 mm. den küçük olamaz.

Burada;

t_1 : İnce olan levhanın kalınlığı (örneğin; T birleştirmede gövde kalınlığı) [mm].

t_2 : Kalın olan levhanın kalınlığı (örneğin; T birleştirmede alın laması kalınlığı) [mm].

Bölüm 7'ye bakınız.

10.3.4 İç köşe kaynağı kesitinin ana malzemeye yumuşak geçişli ve düz yüzeyli olması istenir. Yorulma mukavemetinin kanıtlanması istendiğinde (15.3'e bakınız) kaynağın çentiklerden arındırılarak taşlanması, ayrıntı sınıfına bağlı olarak, istenecektir. Kaynak, en az teorik kök noktasına kadar nüfuz etmelidir (Şekil 12.28'e bakınız).

10.3.5 Derin nüfuziyetin teorik kök noktası arkasına kadar iyice yapılmasını sağlayan mekanize kaynak yöntemlerinin kullanılması ve bu gibi derin nüfuziyetin homojen olması ile imalat şartlarında güvenilirliğini koruması durumlarında bu derin nüfuziyet için kaynak dikiş kalınlığının belirlenmesine müsaade edilebilir. Hesap boyutu;

$$a_{derin} = a + \frac{2 \min e}{3} \quad [mm]$$

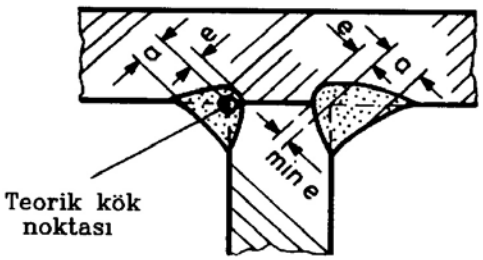
Şekil 12.28'e uygun olarak ve her kaynak işlemi için bir kaynak yöntemi testi ile belirlenecek "Min e" değerinin formülde kullanılmasıyla belirlenir. Dikiş kalınlığı, teorik kök noktası ile ilgili olan en küçük dikiş kalınlığından küçük olamaz.

Uyarı:

*Özellikle derin ve dar nüfuziyetli kaynak yöntemlerinde, örneğin; kaynak dolgu malzemesiz, belirgin köşe dikişi meydana gelmeyen fakat kaynaklı birleştirmenin tamamı "içeriye" yerleşen lazer kaynaklarında, yukarıdaki isteklerin yerine getirilmesi belirli bir minimum köşe dikişi kalınlığında zor veya imkansız olabilir. Bu durumlarda olası yorulma mukavemeti istekleri göz önüne alınarak bu kaynak dikişi formunun, kaynaklı birleştirmelerin karakteristiklerini (çatlamaya dayanıklılığı, mukavemet) ne dereceye kadar etkilediği incelenmeli ve/veya yöntem testleri ile kanıtlanmalıdır. Ayrıntılar üzerinde, her durum için **TL** ile anlaşmaya varılmalıdır.*

10.3.6 Özellikle gözeneklenmeye sebep olabilecek; astar boya üzerine kaynak yapılması halinde uygulanacak kaynak yöntemine bağlı olarak "a" ölçüsünde 1 mm. ye kadar arttırma öngörülebilir. Bu arttırma, özellikle en az dikiş kalınlıklı iç köşe kaynaklarının kullanılması halinde istenir. Yapılacak arttırmanın miktarı, astar boyanın Bölüm 6'ya göre yapılacak deneyi sonuçlarına göre kaynak dikişinin maruz kalacağı yükün şiddeti ve özelliği de gözönüne alınarak her durum için ayrı ayrı belirlenir. Bu, benzer şekilde yetersiz kök nüfuziyeti için önlem alınmış kaynak işlemlerine de uygulanır.

10.3.7 Kalınlaştırılmış çift taraf devamlı iç köşe kaynakları, şiddetli dinamik yüklere maruz yerlerde (örneğin: makina temeli boyuna ve enine kirişlerinin temel üst levhası ile makina bağlantı cıvataları civarındaki birleştirme yerlerinde; Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20, Tablo 20.3 ve Bölüm 8, B'ye bakınız) tek veya çift tarafa kaynak ağzı açılarak kaynak yapılacağı öngörülmedikçe, uygulanır. Şiddetli dinamik yüklere maruz yerlerde "a" ölçüsü kaynatılan elemanlardan daha ince olanın kalınlığının 0,7 katına eşit olmalıdır.



Şekil 12.28 Derin nüfuziyetli iç köşe kaynağı

10.3.8 Aralıklı iç köşe kaynakları Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20, Tablo 20.3'e uygun olarak tam karşılıklı çift taraflı (zincir kaynak, mümkün olduğunda kaynak oyuklu) veya Şekil 12.29'da görüldüğü gibi zigzag olarak çift taraflı yapılır. Çok küçük profillerde, farklı oyuk şekilleri ve boyutlar üzerinde anlaşmaya varılabilir.

Su ve kargo tanklarında, yakıt tankları diplerinde, yoğuşum veya sıçrantı sularının toplandığı yerlerde ve korozyona uğrayabilecek dümen yelpazeleri gibi içi boş elemanlarda sadece devamlı veya oyuklu aralıklı iç köşe kaynağı kullanılacaktır. Bunlar, yüksek hava koşulları etkisinde olan veya korozif yükler yerleştirilen alanlara, yapı elemanlarına veya mahallere benzer şekilde uygulanacaktır.

Levha kaplamanın şiddetli lokal gerilmelere maruz kalacağı yerlerde (örneğin; geminin baş taraf dip yapısında) kaynakların oyuklu yapılmaması ve özellikle etkili dinamik zorların varlığı halinde devamlı olması tercih edilecektir.

10.3.9 Aralıklı iç köşe kaynaklarında dikiş kalınlığı, a_u, seçilen, adımla köşe kaynak boyunun oranına (b/ℓ) bağlı olarak aşağıdaki formülden hesaplanır :

$$a_u = 1{,}1 \cdot a \cdot b/\ell \quad [mm]$$

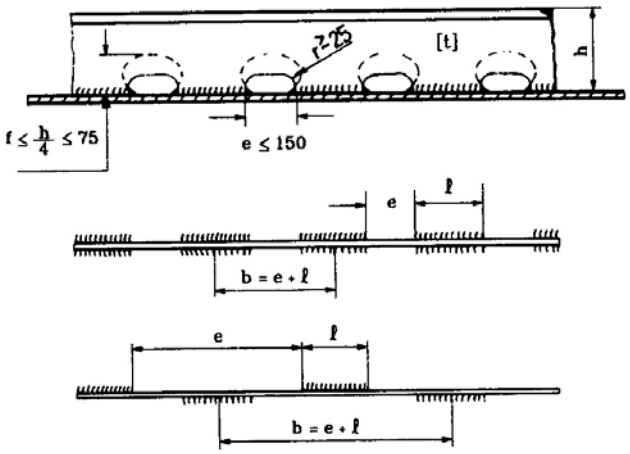
a : Devamlı kaynak için Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20, Tablo 20.3'e göre veya hesap yoluyla belirlenen gerekli dikiş kalınlığı [mm].

b : adım = e + ℓ [mm].

e : kaynaklar arasındaki uzaklık [mm].

ℓ : Köşe kaynağı boyu [mm].

Adım oranı b/ℓ, 5'den büyük olmamalıdır. En büyük kaynatılmamış uzunluk (oyuklu ve zincir kaynak için : b - ℓ, zigzag kaynak için b/2 - ℓ) birleştirilen elemanların ince olanının kalınlığının 25 katından daha büyük olamaz. Oyuk boyu, e, hiçbir şekilde 150 mm. den fazla olmamalıdır.



Şekil 19.29 Oyuk, zincir ve zigzag kaynaklar

10.4 Bindirme birleştirme

10.4.1 Ana zorlama doğrultusuna dik doğrultuda bindirme iç köşe kaynak birleştirmelerinden mümkün olduğunca kaçınılmalı ve şiddetli zorlamalara maruz elemanların birleştirilmesinde kullanılmamalıdır. Kimyasal madde, yanıcı sıvı ve gaz tankları hariç birleştirilen elemanların düşük zorlamalara maruz olmaları halinde bindirme iç köşe kaynak birleştirmeleri, kaynak dikişinin mümkün olduğunca ana gerilme doğrultusuna paralel olacak şekilde tertiplenmesi şartı ile kabul edilebilir.

10.4.2 Bindirme genişliği 1,5·t + 15 mm (t : birleştirilen levhalardan ince olanının kalınlığı) olacaktır. Hesap yoluyla başka bir değerin belirlenmemesi halinde iç köşe kaynağı dikiş kalınlığı "a", birleştirilen levhalardan ince olanının kalınlığının 0,4 katına eşit olacaktır. Ancak bu şekilde belirlenecek "a" değeri, 10.3.3'te belirlenen en küçük dikiş kalınlığından az olmayacaktır. İç köşe kaynağı her iki tarafa devamlı olacak ve nihayetlerde birbirleriyle birleşeceklerdir.

10.5 Delik doldurma (cogul) kaynağı

Delik doldurma (cogul) kaynağı uygulamasında kaynak için açılan delikler, mümkün olduğunca, ana gerilme doğrultusunda uzatılmış delikler şeklinde olacaktır. Deliklerin boyu ve aralarındaki uzaklık, 10.3.8'de aralıklı kaynak için adım "b" ve iç köşe kaynağı boyu "ℓ" ile kıyaslanarak belirlenebilir. İç köşe kaynağı dikiş kalınlığı "a_u" 10.3.9'a uygun olarak belirlenebilir.

Delik doldurma (cogul) kaynağı deliğinin genişliği, levha kalınlığının en az iki katına eşit olacak ve 15 mm. den küçük olmayacaktır. Deliklerin nihayetleri yarım daire şeklinde olacaktır.

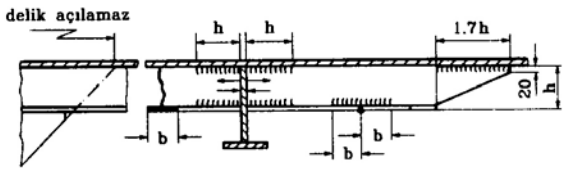
Alttaki levha veya profil, delik açılan levha ile en azından aynı kalınlıkta ve her iki tarafta 20 mm. yi geçmemek şartıyla kalınlığın 1,5 katı kadar daha geniş olacaktır. Mümkün olduğunca delik doldurma (cogul) kaynağı deliğinde sadece gerekli olan köşe kaynağı yapılmalı geri kalan boşluk uygun bir dolgu malzemesi ile kapatılmalıdır.

Geçme göbekli kaynak birleştirmesine müsaade edilmez.

11. Kiriş ve Stifner Nihayetlerinin Kaynağı

11.1 Şekil 12.30'da görüldüğü gibi aralıklı kaynakla imal edilmiş kiriş veya stifnerlerin nihayetlerinde gövde, kaplama levhasına veya alın levhasına, en az kiriş veya stifner yüksekliği "h" ya eşit (en fazla 300 mm.) bir mesafe boyunca devamlı olarak kaynatılmalıdır. Nihayetlerdeki takviye edilmiş devamlı kaynak boyu, normalde, desteklenmeyen aralığın 0,15'ine eşit olmalıdır (Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20, Tablo 20.3'e bakınız).

11.2 Braket levha bölgeleri, braket levhası boyuna eşit bir mesafede sürekli olarak kaynaklanacaktır. Kaynak oyukları sadece braket serbest kenarının uzatılması ile meydana getirilen doğrunun ayırdığı kısmın dışına yerleştirilmelidir.



Şekil 12.30
Stifnerler ve kirişlerin nihayetlerindeki kaynaklar

11.3 Stifnerlerin serbest olan uçları kaplamadaki gerilme yığılmalarından kaçınılması için, karşıt geldikleri kaplamaya veya kiriş ve profillerin gövdelerine mümkünse birleştirilmelidir. Bu yapılmadığı taktirde, stifnerlerin nihayetlerinde gövde yüksekliği en fazla 300 mm. lik ve en az 1,7 · h kadar uzunlukta meyilli olarak kesilmek suretiyle azaltılır ve bu kısımda gövde çift tarafta devamlı olarak kaynatılır (Şekil 12.30'a bakınız). Çok küçük profillerde başka ölçülerde anlaşmaya varılabilir.

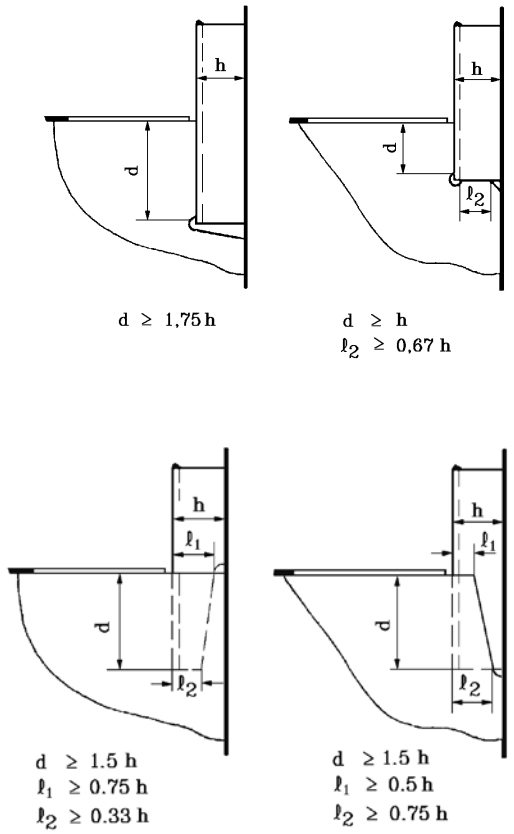
11.4 Alın levhalarındaki alın birleştirmelerinde alın levhası gövdeye, ek yerinin her bir tarafında en az kendi genişliğine eşit uzunlukta olmak üzere, her iki tarafta devamlı olarak kaynatılmalıdır.

11.5 Birbirlerine çapraz olarak birleştirilen kirişlerde (Şekil 12.30'da gösterilmiştir) ve profil geçişlerinde, 11.1'e benzer olarak, şekilde belirtilen kiriş üzerinde kirişlerin çakıştığı noktanın her iki tarafına devamlı kaynak yapılacaktır.

12. Profil Nihayetleri ile Levhalar Arasındaki Birleştirmeler

12.1 Profil nihayetleri ile levhaların kaynaklı birleştirmeleri (örneğin; postaların alt uçları) aynı düzlemde veya birinin diğerine bindirilmesi şeklinde yapılabilir. Kaynaklı birleştirmeler için boyutlandırma hesaplarının yapılmadığı veya şart koşulmadığı hallerde birleştirmeler, Şekil 12.31'de gösterilenlere uygun olarak yapılabilir.

12.2 Birleştirmenin levha düzlemi içinde bulunması halinde tek tarafı kaynak ağızlı alın - köşe kaynağının uygun olan bir şekli uygulanır. Levha ile profil nihayeti arasındaki birleşmenin bindirme olması halinde köşe kaynağı her iki yüzde devamlı olmalı ve nihayetlerde iki yüzdeki kaynak birbiriyle birleşmelidir. Gereken "a" boyutu Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 20, C.2.6'ya uygun olarak hesaplanmalıdır. Köşe kaynağı dikiş kalınlığı 10.3.3'te belirtilen en az değerden küçük olamaz.

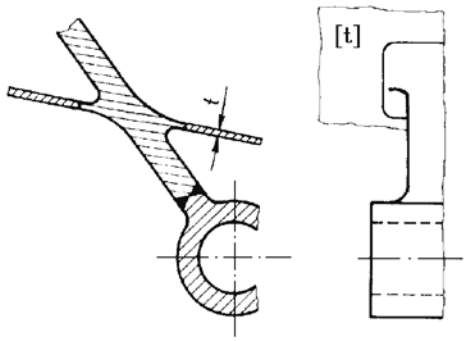


Şekil 12.31 Levhaların ve profil nihayetlerinin birbirleri ile birleştirilmesi

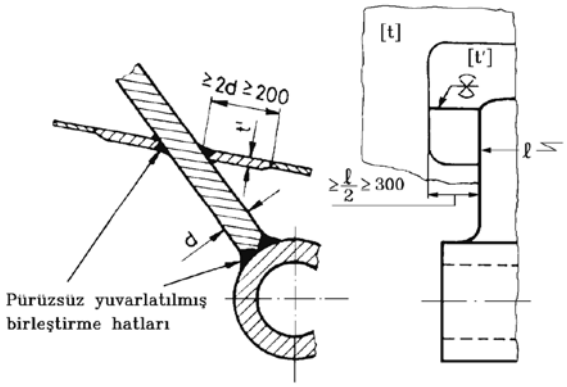
13. Şaft Braketlerinde Kaynaklı Birleştirmeler

13.1 Tek bir parça olarak veya 3.7'de belirtilenlere (Şekil 12.32'ye bakınız) benzer şekilde kaynak flençleri ile birlikte dökülmemiş kollar, birbirleriyle ve dış kaplamayla Şekil 12.33'de gösterilen tarzda birleştirilir.

13.2 Şaft braketlerinin tek kollu olması halinde kol üzerindeki ankastre bağ civarında kaynak yapılmamalıdır. Bu husus birlikte dökülmüş veya dövülmüş kaynak flençleriyle sağlanmalıdır. Bunun yerine özel durumlarda her biri için **TL**'nin onayı alınarak Şekil 12.34'de gösterilen konstrüksiyon şekli uygulanabilir. Ancak her durumda iç bükey olukları kaynak dikişlerinden ve diğer çentiklerden arınmış olmalıdır.



Şekil 12.32 Kaynak flenci ile birlikte dökülen şaft braketi

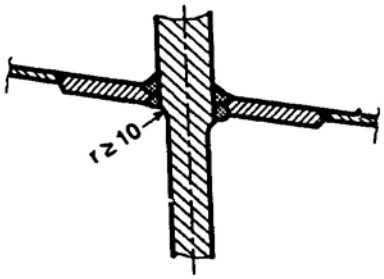


t = Tekne Yapım Kuralları, Kısım 1 Tekne Yapım Kuralları Bölüm 7 C.8'e göre levha kalınlığı

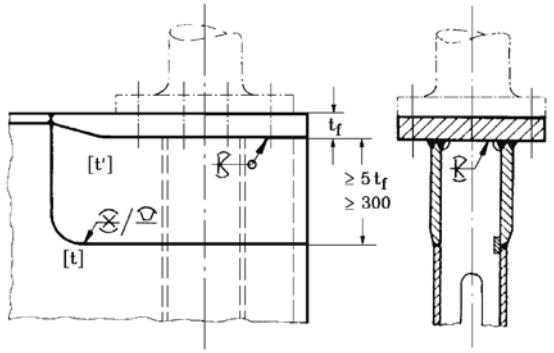
$$t' = \frac{2/3\, d_{max}}{3} + 5 \quad [mm] \qquad d < 50 \text{ mm için.}$$

$$t' = 3 \cdot \sqrt{d} \quad [mm] \qquad d \geq 50 \text{ mm için.}$$

Şekil 12.33 Birlikte dökülmüş kaynak flenci olmayan şaft braketi



Şekil 12.34 Tek kollu şaft braketi



t = Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 18, D.1'e göre belirlenen levha kalınlığı [mm]

t_1 = Gerçek flenç kalınlığı

$t' = \frac{t_f}{3} + 5$ [mm] $t_f < 50$ mm.

$t' = 3 \cdot \sqrt{t_f}$ [mm] $t_f \geq 5\ 0$ mm.

Şekil 12.35 Yatay dümen kaplin flençleri

14. Dümen Kaplin Flençleri

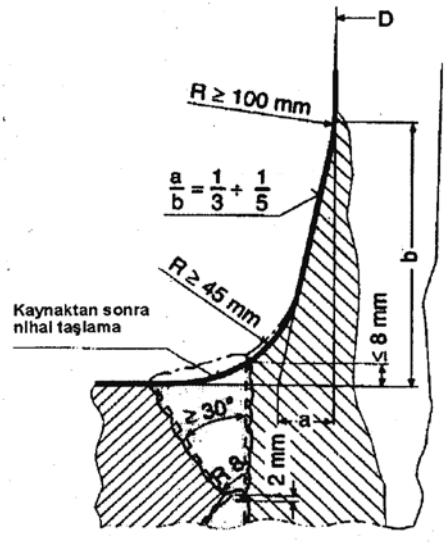
14.1 Dövme veya dökme çelik flençlerinin kaynaklı birleştirmeleri 3.7 maddesine uygun olmayacak şekilde bütünleşik dövme veya dökme çelik flençleri olarak kullanılacaksa, yatay dümen kaplin flençleri dümen gövdesine kademeli bir levha ile tek veya çift yönlü tam nüfuziyetli kaynak ile 10.2.1'de tarif edildiği gibi bağlanmalıdır.(Bakınız Şekil 12.35)

14.2 Kaplin flencinin kalınlık doğrultusunda mukavemet azalması gözönüne alınmalıdır (2.1 ve 7'ye bakınız). Şüphe halinde yapılacak kaynaklı birleştirmenin yeterliliği hesap yoluyla kanıtlanmalıdır.

14.3 Askı dümenlerde, kaplin flenci kalınlığının 50 mm.den küçük olduğu hallerde yatay kapline müsaade edilir. Aksi halde konik kaplin kullanılmalıdır. Yüksek performanslı askı dümenlerde yalnız konik kapline müsaade edilir (Tekne Yapım Kuralları Bölüm 18'e bakınız).

14.4 Dümen şaftının (kalınlaştırılmış kısmı ile madde 3.8'e bakınız) ve flencinin kaynaklı birleştirmeleri Şekil 12.36'ya uygun olarak yapılır. Burada kalınlaştırılmış kısma geçişteki iç bukey oluk tamamı ile kaynak dikişinden arınmış olmalıdır.

Gerektiğinde geçiş kısmı çentikleri gidermek için işlenmelidir. Çok kalın flençlerde kenarları eğik çift taraflı (alın dikişi) yerine tek U dikişi uygulanması önerilir.



Şekil 12.36 Dümen rodu ile kaplin flenci arasındaki kaynaklı birleştirmeleri

15. Kaynaklı Birleştirmelerin Dizayn Hesaplamaları

15.1 Genel

Bu kurallar çerçevesinde istenilen hesaplar veya boyutlandırma kurallarına alternatif olarak öngörülen kaynak hesapları, Kısım 1 Tekne Yapım Kuralları Bölüm 20'ye göre yapılmalıdır. Diğer kurallar ve standartlara göre yapılacak hesaplar için (örneğin; DIN 15018, EN 1993-1994 (DIN 18800) ya da DIN EN V 1993 (Eurocode 3)) **TL**'nin önceden onayı alınmalıdır.

15.2 Genel gerilme analizi

Büyük oranda statik yüklerin söz konusu olduğu zorlamalar için alın kaynağı dikişi veya T ve çift T (çapraz) birleştirmeleri kalınlıklarının levha kalınlığına eşit veya iç köşe kaynağı dikiş kalınlıklarının tablolarda verilen değerlere (Kısım 1 Tekne Yapım Kuralları,

Bölüm 20'ye bakınız) uygun olarak alınması mümkün değilse, boyutlandırmanın yeterli olup olmadığı hesap (gerilme analizi) yapılarak kanıtlanmalıdır.

15.3 Yorulma mukavemetinin kanıtlanması

Büyük oranda dinamik yüklerin söz konusu olduğu zorlamalar için müsaade edilebilen gerilmeler, gerilme değişim aralığı, zorlama seviyesinin zamanla değişimi, gerilme oranı ve çentik durumuna kaynak bağlantısının geometrik biçimine bağlıdır. Bu değer ayrıca önemli iç çentiklerin (kaynak hataları) var olup olmadığına bağlı olarak değişik kademelere ayrılır (Kısım 1 Tekne Yapım Kuralları, Bölüm 3, D'ye bakınız).

H. Kaynak İşlemlerinin Yapılması

1. Genel

1.1 Kaynak çalışmalarının yapılışında, Bölüm 8'de öngörülen kurallar ve uyarılar gözönüne alınmalıdır.

1.2 İşyeri, kaynakcılar, kaynak yöntemleri, kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri üzerine kaynak yapılabilir astar boyalar (shop primer), vs.'nin testleri ve onayları için ilgili bölümleri ve bu bölümün A-F alt bölümlerine bakınız.

2. Kaynakçılar ve Kaynak Gözetmenleri

2.1 Bu kuralların kapsamına giren yapı elemanlarındaki kaynak çalışmaları, yalnız **TL** tarafından onaylanmış ve geçerli sertifikaları bulunan kaynakçılar tarafından yapılır. Kaynakçılar ve operatörlerin (2.3 ve 2.4'e bakınız) yeterli pratik deneyimleri olmalıdır.

2.2 Normal mukavemetli tekne yapım çeliklerinin el ile veya yarı mekanize kaynağı için kaynakçılar, uygulanan kaynak yöntemi ve pozisyonlarında hem alın kaynağı hem de iç köşe kaynağında Bölüm 3'e göre yeterlilik belgesi almış olmalıdır. Yukarıdan aşağıya düşey kaynak pozisyonları için, kaynakçıların bu pozisyon için belgeleri olmalıdır.

2.3 Yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri, özel yapı çelikleri, paslanmaz çelikler ve alüminyum alaşımlarında çalışacak olan kaynakçılar Bölüm 3'e göre bu malzemeler üzerinde yeterlilik belgesi almış olmalıdır.

2.4 Tam mekanize ve otomatik kaynak makinalarında çalışacak operatörler, bu makinaların kullanımı için eğitilmiş olmalıdır. **TL**, operatörlerin ehliyetlerini, kaynak yöntem testleri kapsamında (Bölüm 4'e bakınız) veya üretim sırasında üretim testleri ile doğrulanabilir.

2.5 Kaynak çalışmaları yapan her işyerinden işyerinin personeli olan ve yeterliliği kanıtlanmış bir kaynak gözetmeni bulunmalıdır (Bölüm 2'ye bakınız). Kaynak gözetmenlerinde yapılan değişiklik derhal **TL**'ye bildirilmelidir.

2.6 Kaynak gözetmenleri kaynak çalışmalarının hazırlanması ve yapılmasını sorumlu olarak gözetecektir (C'ye bakınız). Burada istenenler ve koşullarındaki önce ve sonraki değişikliklerde, **TL**'na danışarak kaynaklı birleştirmelerin kalitesinin korunması ve yeterli olması sağlanacaktır.

3. Kaynak Ağzı Hazırlanması, Montaj

3.1 Üzerine kaynak yapılabilir astar boyalar

3.1.1 Üzerine kaynak yapılabilir astar boyalar, **TL**'nin gözenek testine dayanarak onaylanmasından sonra kullanılabilir (Bölüm 6'ya da bakınız).

3.1.2 Üretim sırasında işyeri, uygun kontroller (örneğin; boya kalınlığı ölçümü, üretim testleri) yaparak, onayda belirtilen üretim koşullarının sağlanmasına ve özellikle, iç köşe kaynağı yapılması esnasında kullanma maksadını etkileyecek büyük gözeneklerin oluşmamasına dikkat etmelidir. Bölüm 6 (Uyarı)'ya bakınız.

3.2 Dikiş biçimleri, kök açıklığı (hava aralığı)

3.2.1 Yapı elemanlarının kaynak için hazırlanmasında ve montajında atölye dokümanlarında verilen dikiş şekilleri ve kök açıklıklarına dikkat edilmelidir. Özellikle tek taraflı ve çift taraflı kaynak ağızlarında yeterli nüfuziyetin sağlanması için kök açıklığının doğru olması çok önemlidir (G.10.2.1 ve 10.2.2'ye bakınız).

3.2.2 Kök açıklığı, ön görülen aralığın iki katını aşmamalıdır. Bu değer, müsaade edilen sınırı, sınırlı bir bölgede yerel olarak aşması durumunda, - sörveyörün onayı ile - yan cidarlara dolgu kaynağı yapılarak azaltılabilir. İç köşe dikişlerinde a - boyutu arttırılabilir veya - daha büyük kök aralıklarında tek taraflı veya çift taraflı kaynak ağzı uygulanabilir (Bakınız 3.3.2'deki not).

3.2.3 Daha büyük boşluklar, sörveyörün izni ile - teknenin üst tabanı bölgesi dışında (şiyer sırası ve mukavemet güvertesi) - genişliği levha kalınlığının 10 katı veya 300 mm. (hangisi büyük ise) olan bir levha kuşağı yerleştirilerek kapatılabilir (Ayrıca G.4'e bakınız).

3.3 Yapı elemanlarının kaynak ağzı kaçıklıkları eksenlenmesi, kenar yerleştirme hataları

3.3.1 Alın kaynağı ile birleştirilecek yapı elemanları mümkün olduğu kadar hassas bir şekilde aynı hizaya getirilerek yerleştirilmelidirler. Bu nedenle levha kaplamalara kaynak edilecek profiller, vs. uçlarda serbest olarak bırakılmalıdır. Özellikle enine yapı elemanları ile kesilen kirişlerin, vb. aynı hizaya getirilerek yerleştirilmesine dikkat edilmelidir; gerektiğinde bu amaçla kontrol delikleri açılarak tekrar kaynak edilebilir.

3.3.2 Kaynak ağzı eksenleme kaçıklığı müsaade edilebilen sınırı, söz konusu yapı elemanlarının önemine ve zorlanma seviyesine (dikiş kalitesi 1.6.1'e bakınız) göre değişir. Zorlanma doğrultusuna dikey ve büyük zorlanma etkisinde olan kaynak dikişlerinde (dikiş kalite derecesi 1) alın kaynağındaki kaynak ağzı eksenleme kaçıklığı hataları levha ve profil kalınlığının %10'unden fazla olmamalıdır ve 3 mm. yi geçmemelidir.

Uyarı :

Müsaade edilebilen imalat toleransları hakkında kullanılabillir kılavuz değerleri; çelik için ISO 5817 Alüminyum için ISO 10042 ve de IACS Gemi Yapımında ve Onarımında kullanılan Kalite Standartları'da belirtilmektedir. Bu standartlarda yapı elemanları ve dolayısıyle kaynak bağlantılarına uygulanacak değerlendirme kategorisi ya da bağımsız değerlendirme kriterleri bunların zorlama durumuna göre belirlenecektir (Tablo 12.10'a bakınız).

*"İmalat standartları" ise **TL** tarafından aşağıdaki istisnalar için rezerv koyularak kabul edilmiştir. Bazı durumlarda örneğin; önemli ve yüksek zorlamalar altındaki parçalarda veya gerekli boyutlardan sapmaların birikmesi durumlarında **TL**, " İmalat standartlarından" farklı düzeltmeler isteyebilir. **TL**'nin itirazı olmadığı durumlarda imalat standartlarındaki boyutlardan sapmalar için verilen müsaade edilebilen üst sınırlar esas alınabilir.*

3.4 Punta kaynakları ve yardımcı aksesuarlar

3.4.1 Puntalama kaynakları, eğitilmiş personel tarafından ve mümkün olduğu kadar az yapılmalıdır. Bunların kalitesi daha sonra gerçekleştirilecek kaynak bağlantısına uygun değilse, kaynağın bitiminden sonra özenli bir şekilde temizlenmelidir.

3.4.2 Tutturma plakaları, geçici bağlantılar, ayar pimleri, vs. kaynağa uygun çelikten (tekne yapım çeliği) olmalı ve gerektiğinden fazla kullanılmamalıdır. Bunlar kaynak sonrasında özenle temizlenmeli ve bu sürede yapı elemanlarının yüzeylerinin hasara uğramamasına dikkat edilmelidir.

3.4.3 Tutturma plakaları, geçici bağlantılar, ayar pimleri, gibi parçalar, yüksek gerilmelere maruz yapı elemanlarına (örneğin; ambar köşelerine), flenç kenarlarına veya özellikle şiyer sırasının üst kenarları ile sürekli ambar ağzı mezarnalarına kaynak edilmemelidir. Taşımada kullanılan tutma elemanları ve diğer yardımcı donanımlar da yukarıda belirtilen yapı elemanlarına kaynak edilemezler.

3.4.4 Mekanize kaynak yöntemlerinde ve başlangıç kriteri ile dikiş başlangıç ve sonundaki hatalı bölgelerin istenmediği durumlarda, dikiş başlangıcı ve sonu için parçaya yeterli kesite sahip parçalar tutturulur ve kaynak sonrasında özenli bir şekilde temizlenir.

4. Havaya Karşı Korunma, Düşük sıcaklıkta Kaynak

4.1 Özellikle açıkta yapılan çalışmalarda kaynakların çalışma bölgesi rüzgar, nem ve soğuktan korunmalıdır.

Özellikle gaz altı kaynağında hava akımlarına karşı yeterli önlem alınmalıdır. Açıkta uygun olmayan hava koşullarında yapılan çalışmalarda kaynak ağızlarının kurutulması tavsiye edilir.

4.2 Soğukta yapılan çalışmalarda (5°C'ın altında)

uygun önlemlerle (yapı elemanlarının örtülmesi, özellikle ısı girdisi düşük olan kaynak yöntemlerinde kapsamlı öncül ısıtma ve ön ısıtma, örneğin; ince iç köşe dikişlerinde veya kalın cidarlı parçalarda) kaynak uygulamasının kusursuz yapılması sağlanmalıdır. -10°C altındaki sıcaklıklarda mümkünse kaynak yapılmamalıdır.

5. Ön Isıtma

5.1 Kaynakta bir ön ısıtmanın gerekliliği ve büyüklüğü bir dizi faktöre göre belirlenir (Bölüm 9, D'ye bakınız). Bunların etkileri Bölüm 9, D.2.5 (Tablo 9.4)'de görüldüğü şekilde farklıdır. Buna göre gerekli ön ısıtma sıcaklığı düşük veya yüksek değerlere indirilir veya çıkarılır. Ön ısıtma sıcaklığının ve pasolar arası sıcaklığının ölçülmesi hususunda Bölüm 9, D'ye bakınız.

5.2 Normal tekne yapım çelikleri için, 4.1 ve 4.2'de belirtilen koşullar dışında, ön ısıtma gerekli değildir. Bununla beraber büyük kesitlerde, örneğin; çelik döküm veya dövme çelik parçalarda ve konstrüksiyon veya kaynak tekniği uygulanmasında güç koşullar (örneğin; yapı elemanlarının çarpılması -distorsiyon) göz önüne alınarak kaynaklı birleştirmeleri çevreleyen alan düzgün olarak ısıtılır 4.1 ve 4.2'ye de bakınız.

5.3 Yüksek mukavemetli tekne yapım çeliklerinde, çalışılan parçanın sıcaklığı +5°C'ın altında ise kural olarak ön ısıtma uygulanır. Bu sıcaklığın üstünde olanlarda Bölüm 9, D.2.5 (Tablo 9.4)'de belirtilen faktörler göz önüne alınarak belirli bir sınır cidar kalınlığından itibaren ön ısıtma uygulanır. Başlangıç değeri olarak ortalama bir karbon eşdeğeri ve ortalama bir ısı girdisi (kaynak dikişinin birim uzunluğuna düşen enerji) Şekil 12.28'de belirtilen sınır cidar kalınlıkları "t" ve ön ısıtma sıcaklığı "T" kullanılabilir. Bu değerleri etkileyen faktörler yukarıda adı geçen Tablo 9.4'de gösterilmiştir ve bunlara uygun olarak düzeltme yapılır. Gerekli hallerde, ön ısıtmanın gerekliliği ve büyüklüğü Bölüm 9, D'ye göre veya testlerle belirlenir (örneğin; kaynak yöntem testleri kapsamında).

5.4 Esas kaynaklarda ön ısıtma gerekiyorsa en az 50 mm. uzunlukta yapılan punta ve yardımcı kaynaklarda da ön ısıtma yapılmalıdır. Bu punta ve yardımcı kaynakların ısı etkisindeki bölgeleri, sonraki kaynaklarda kesinlikle tekrar eriyecekse ön ısıtmalarından vazgeçilebilir (örneğin; tozaltı kaynaklarının punta yerleri gibi).

5.5 Ön ısıtma bütün levha veya yapı elemanı kalınlığı boyunca 4xlevha kalınlığı genişliğinde (en çok 100 mm.) dikişin her iki tarafında düzgün olarak yapılmalıdır. Yerel aşırı ısıtmalardan kaçınılmalı, gaz üfleçleri ile ön ısıtma yapılırken yumuşak fakat issiz bir alevle çalışılmalıdır. Alev yapı elemanlarını kavurmamalıdır. Ön ısıtma sıcaklığı kaynak işlemi süresince sabit tutulmalıdır.

6. Kaynak Pozisyonları, Yukarıdan Aşağıya Doğru Düşey Kaynak

6.1 Kaynak mümkünse en uygun pozisyonda yapılmalıdır. Zor kaynak pozisyonları ancak zorunlu durumlarda kullanılmalıdır (örneğin; PE ya da PD tavan pozisyonları).

6.2 Birbirine benzer ve sürekli tekrarlanan kaynak işlemleri için döner bir kaynak tertibatı kullanılarak, mümkün mertebe bütün kaynaklar yatay (PA) veya korniş (PB) gibi “basit” pozisyonlarda gerçekleştirilmelidir.

6.3 Yöntem testlerinin başarılı olması ve yöntemlerin onaylanmasına rağmen aşağıdaki iç köşe kaynağı birleştirmelerinde yukarıdan aşağıya doğru düşey kaynağa müsaade edilmez;

- Sürekli ana taşıyıcı elemanların enine elemanlarla kesilerek birbiri ile birleştirmelerinde (örneğin; tekne alt ve üst tabanlarının boyuna kirişlerinde) enine zorlamaların çok etkili olduğu hallerde benzer işlem yapılır,

- Büyük ölçüde dinamik zorlamalar altında çalışan kaynaklı birleştirmelerde (örneğin; makina temelleri civarı, şaft braketleri ve dümen),

- Kreyn elemanları, diğer kaldırma tertibatları ve bunların alt yapılarında (örneğin; kreyn destekleri),

- Ana kirişlerin kesişmelerinde ve ambar ağzı kapaklarının destekleri ve stoperleri civarında.

Uyarı :

*Yukarıdan aşağıya doğru düşey kaynak ikinci derece yapı elemanlarının (örneğin; stifnerlerin) ana taşıyıcı elemanlara bağlantısında, döşeklerin sürekli boyuna dip kirişlerine iç köşe kaynağı ile bağlantılarında, enine perdelerin dış kaplamaya, teknenin boyuna ve yerel mukavemetine belirgin etkisi olmayan ara güvertelere/iç bölmelere iç köşe kaynağı ile bağlantılarında kullanılabilir. Tereddüt halinde yukarıdan aşağıya düşey kaynağının kapsamı üzerinde **TL** ile anlaşmaya varılmalıdır.*

6.4 İşyeri tarafından, normal üretim koşullarında da kaynak işlemlerinin kusursuz yapılmasının (özellikle yapı elemanlarının, belirgin hava aralığı bırakmadan doğru montajı yeterli kök nüfuziyeti, birleşme hatalarının önlenmesi) sağlanması için özel önlemler alınıyorsa, 6.3'deki koşullara rağmen, **TL** yukarıdan aşağıya düşey kaynağın kapsamını genişletebilir. Özel önlemler aşağıdaki hususları içerir:

- Uygun bir kaynak yönteminin ve buna bağlı olarak özellikle iyi bir nüfuziyet sağlayan kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin seçimi (F.1.1.'e bakınız),

- Düşey kaynak yapan kaynakçıların özel eğitimi ve özenle seçimi (2.2'ye de bakınız),

- Kaynak çalışmaları sürerken kaynak dikişinin hazırlanmasının, kaynak parametrelerinin ve kaynak işlemlerinin (örneğin; elektrot kullanımı) özenle kontrolü,

- Üretim devamınca rastgele üretim testleri (iç köşe dikişi kırılma test numuneleri).

TL, bunlar gibi çeşitli özel önlemlerin kanıtlanmasını isteyebilir. **TL**, bunlardan başka düşey kaynakların genişletilmiş kontrollerini veya testlerini isteyebilir.

7. Kaynak Sırası

7.1 Kaynak sırası, büzülmenin en az olacağı ve büzülme gerilmelerinin mümkün olduğu kadar azaltılabilecek şekilde düzenlenmelidir. Prensip olarak levha kaplama içindeki bağlantılar, kirişlerin, takviyelerin, vs. yerleştirilmesinden önce ve en azından tek taraflı kaynak edilmelidir.

Sonradan kaynak edilecek bazı tek levhaların (örneğin; güverte ve dış kaplamanın montaj açıklıklarındaki) boyuna kaynak dikişleri enine kaynak dikişlerinden 300 mm. uzaklığa kadar kaynak edilmemeli veya açık bırakılmalıdır. Önce enine dikişler, sonra boyuna dikişler kaynak edilmelidir.

Köşeleri yuvarlatılmış veya yuvarlak geçme parça seçilmesi durumunun dışında gizli parçaların sonradan kaynak edilmesinde de (ayrıca Bölüm G, 4.2'ye bakınız) benzer şekilde davranılmalıdır.

7.2 Özel durumlarda (örneğin; çok rijit yapı elemanlarının birbiriyle birleştirilmesinde) veya çok sık rastlanan benzer kaynak işlerinde (örneğin; gemiye direklerin kaynak edilmesinde), bir kaynak sırası planı ile montaj ve kaynak sırasının belirlenmesi tavsiye edilir

7.3 Kaynak ve perçin bağlantılarının yan yana gelmesi halinde (bu diğer mekanik birleştirme yöntemleri için de geçerlidir) prensip olarak önce kaynak birleştirmeleri yapılır ve daha sonra kaynak dikişine komşu bölgelerdeki perçinler vurulur.

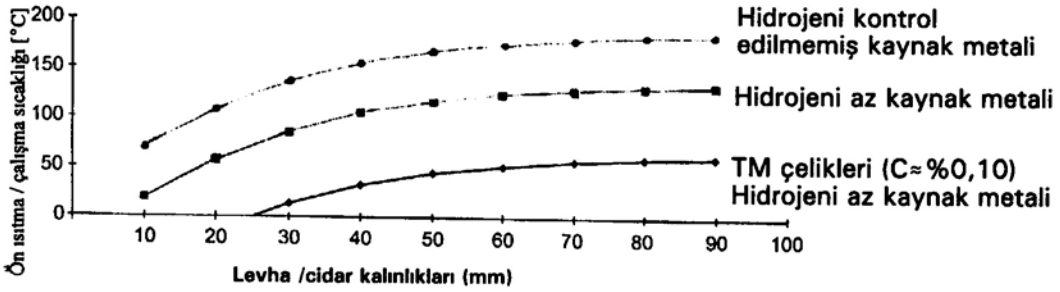
8. Kaynağın Yapılışı

8.1 Yapı elemanlarındaki kaynak alanı temiz ve kuru olmalıdır. Kaynaktan önce tufal, pas, kesme cürufu, yağ, boya ve pisliklerden özenle arındırılacaktır (üzerine kaynak yapılabilir astar boyalar için 3.1'e bakınız).

8.2 Kaynak sırasında yapı elemanları belirgin hareket veya titreşimlere maruz kalmamalıdır. Kreyne asılı olan veya yüzen parçaların birleştirilmesinde, dikişin ağzındaki puntalama kaynağından önce, bağlanarak birbirlerine göre hareketleri önlenmelidir. Kaynak bağlantıları tamamlanmamış yapı elemanlarının taşınması veya döndürülebilmesi için var olan birleştirmelerin yük taşıyabilme bakımından yeterli olması gerekir.

8.3 Punta kaynaklarının çatlamış yerleri, çatlak temizlenmeden kaynak edilemezler. Çok pasolu kaynaklarda, bir önceki pasonun cürufu tam olarak temizlenmeden önce kaynağa devam edilmemelidir.

Gözenekler, görünür cüruf kalıntıları veya diğer kaynak hataları ile çatlaklar tamir edildikten sonra kaynağa devam edilmelidir.



Şekil 12.37 Yüksek mukavemetli çelikler için sınır cidar kalınlıkları ve ön ısıtma sıcaklıkları (başlangıç değerleri)

8.4 İş yeri, kaynak sırasında önceden belirlenen kaynak parametrelerine uyulması ve kaynakların yetkili personel tarafından kuralına uygun olarak yapılmasından sorumludur. Bu konuda 2.5 ve 2.6'ya bakınız.

8.5 Kaynak dikişleri yeterli nüfuziyete ve ana malzemeye yumuşak geçişler yapan temiz ve düzgün yüzeylere sahip olmalıdır. Dikişlerin aşırı yüksek oluşu ve yanma olukları (çentikleri) ile (3.3.2'ye bakınız) levha veya kesme kenarlarındaki çentiklerden kaçınılmalıdır.

8.6 Alın kaynağı bağlantıları, özel haller için başka türlü anlaşmaya varılmamışsa bütün kesit boyunca kaynak edilmelidir. Bunun için kural olarak kök için kaynak ağzı açılır ve arkadan kaynak edilir.

Tek taraflı kaynaklar, örneğin; seramik altlıklar üzerinde, - (başarılı olarak geçmiş ve **TL** tarafından onaylanmış bir yöntem testinden sonra) - çift tarafından kaynak edilen dikişlere eşdeğer olarak onaylanabilirler.

Diğer tek taraflı kaynak edilecek bağlantılar, kalıcı havuz altlıkları üzerinde, teknik resimlerin incelenmesi sırasında **TL** tarafından onaylanmalıdırlar. Bu tür kaynak bağlantılarının değerlendirilmesi için G,10.3'e bakınız.

8.7 Tek ve çift taraftan ağız açılmış (K) kaynakları tasarım verilerine göre bütün kesitlerde kök işlenmiş kaynaklı birleştirmeler olarak veya müsaade edilebilen bir kök hatası veya kaynak edilmemiş kök kabul edilip gerekli redüksiyon katsayıları (G.10.2'ye bakınız) gözönüne alınarak yapılabilir. Ancak bu uygulama tarzı resimlerde belirtilmeli ve **TL** tarafından bu resimlerin kontrolünde onaylanmalıdır.

8.8 İç köşe dikişlerinde kök nüfuziyetine özel özen gösterilmelidir. Nüfuziyet en azından teorik kök noktasının çok yakınına kadar gelmelidir. Ayrıca G.10.3.4'e bakınız. İç köşe dikişi kesiti olarak eşkenarlı, düzgün yüzeyli ve ana malzemeye geçişleri yumuşak olan bir kesit amaçlanmalıdır. Gövde levhalarının nihayetlerinde, oyuklarda, kaynak geçiş deliklerinde iki taraftaki iç köşe dikişleri; birbirleriyle birleştirilerek süreklilik kazandırılmalıdır.

8.9 Büyük çaptaki kaynakçı veya malzeme hatalarının onarılması yalnız sörveyörün izni ile yapılabilir. Küçük yüzey hataları, yüzey taşlanarak giderilebilir. Daha derine inen hatalar (örneğin; çatlaklar veya bağlama yardımcı tertibatlarının çıkarılması sırasında yırtılan kaynak yerleri) temiz bir şekilde işlenmeli, taşlanmalı ve yeterli ısı girdisi sağlayacak şekilde kaynak edilmelidir.

9. Yüksek Mukavemetli Tekne Yapım Çelikleri ve Yüksek Mukavemetli (Su Verilmiş ve Temperlenmiş) İnce Taneli Yapı Çeliklerin Kaynağı

Uyarı :

Aşağıdaki düzenlemeler gemi yapımındaki konstrüksiyon parçalarında (örneğin; gaz tankerlerindeki kargo tankı temelleri) kullanılan az alaşımlı, soğuğa dayanıklı çeliklerin

kaynağında da geçerlidir. Gaz tankerlerindeki kargo tankları, Kısım 10 Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri'ne tabidir ayrıca Bölüm 14'e bakınız.

9.1 Yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri ve çok yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) ince taneli yapı çelikleri için çelik üreticilerinin uyarı ve tavsiyeleri ile yöntem sınavında ortaya çıkan kusurlara dikkat edilmelidir.

9.2 Kaynak yöntemi, dikişin yapısı, kaynak dolgu malzemesi, kaynaktaki ısıl uygulamalar (ön ısıtma, ısı girdisi, ara paso sıcaklıkları) vs., kullanılan ana malzemeye uygun seçilmeli ve kaynak sırasında müsaade edilen sınırlar içerisinde kalınmalıdır. Bunlar kaynak yöntem testindeki parametrelere uygun olmalı, önemli sapmalar için **TL**'nun onayının alınması ve genellikle ek testlerin yapılması gereklidir. Mümkünse çok pasolu tekniği kullanılmalı (özellikle yüksek mukavemetli "su verilmiş ve temperlenmiş ince taneli yapı çeliklerinde) ve son paso "temper tabakası" olarak ana malzemeden yaklaşık 2 mm. uzaklıkta yapılmalıdır.

9.3 Çok yüksek mukavemetli ince taneli yapı çeliklerinin kaynağında ön ısıtmanın kontrolü yanında, ısı girdisinin **(1)** ve ara paso sıcaklıklarının da kontrolü gereklidir. Çok yüksek mukavemetli su verilmiş ve temperlenmiş, ince taneli yapı çeliklerinin kaynağında, bu kontroller tam olarak yapılarak rapora geçmelidir. Değerler, yöntem testlerinde saptanmış ve kaynak planında belirlenmiş ısı girdisine uygun olmalıdır.

9.4 Sertleşme kabiliyeti ve çentik duyarlığı yüksek olan, yüksek ve çok yüksek mukavemetli ince taneli yapı çeliklerinde, özel itina gösterilmelidir. Levha yüzeyinde gereksiz elektrot tutuşturma yerleri, serbest kenarların hasar görmesi, vs. muhakkak önlenmelidir. Bu tür yerler varsa temiz olarak taşlanmalı ve çatlak kontrolü yapılmalıdır. Bunlar yardımcı kaynaklar için de geçerlidir.

(1) *Isı girdisinin (birim dikiş uzunluğu başına düşen enerji) aşağıdaki gibi hesaplanır:*

$$E = \frac{U[volt] \times I[amper] \times kaynak\ süresi[dak.] \times 6}{kaynak\ uzunluğu\ [mm] \times 100} \left[\frac{kJ}{mm}\right]$$

9.5 Yüksek ısı girdisi olan ek ısıl uygulamalar (örneğin; alevle oyuk açma, alevle doğrultma gibi), malzemelerin ve kaynak bağlantılarının özelliklerini bozmamalı ve mümkünse bu işlemler hiç yapılmamalıdır. Şüpheli durumlarda ısıl işlemlerin kusursuz yapıldığının kanıtlanması istenebilir.

Uyarı :

Yüksek mukavemetli tekne yapım çeliklerinin E36'ya kadar (E36 dahil) alevle düzeltilmesi yapılabilir; ancak düzeltme sıcaklığı 700°C'ı aşmamalı, yerel aşırı ısıtmalardan tüm alanı uzun zaman devamlı ısıtmalardan (ısıtma blokları ile) ve hızlı soğutmalardan (örneğin; su ile) kaçınılmalıdır. Termomekanik haddelenmiş çeliklerde TM çelikleri ve çok yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) ince taneli yapı çeliklerinde alevle düzeltme yapılmadan önceden çelik üreticisi ile anlaşmaya varılmalıdır.

10. Paslanmaz ve Yüzeyi Kaplanmış Çeliklerin Kaynağı

10.1 Paslanmaz çeliklerin yüzeyi, bütün yapım süresince taşıma, depolama ve işleme sırasında uygun önlemlerle tortu ve yabancı metalik kalıntıların etkilerinden, (diğer yapı elemanlarını ve kaynak yardımcı elemanlarını aşındırmasından) korunmalıdır.

10.2 Kaynak yöntemleri ve kaynak dolgu malzemeleri, mukavemet ve korozyon tehlikesi gözönüne alınarak ve ayrıca çelik ve kaynak dolgu malzemeleri üreticilerinin tavsiyelerine uyularak seçilmelidir. Paslanmaz çeliklerin kaynağında, alaşımsız çelikler için öngörülen kaynak dolgu malzemeleri kullanılmamalıdır.

10.3 Kaynak ağızları hazırlanırken kenarların kesilmesi mekanik olarak yapılmalı veya planya edilmelidir. Termik bir kesme yönteminin, örneğin; plazma kesmesi gibi, kullanılması zorunlu ise, kaynak ağızları bu işlemden sonra temiz bir şekilde taşlanmalıdır.

10.4 Yüzeyi kaplanmış levhalarda puntalama

kaynakları prensip olarak taşıyıcı malzeme tarafına uygulanmalıdır. Yardımcı levhalar mümkün olduğu kadar az kullanılmalı ve üzerine kaynak edilecekleri malzemenin aynı olmalıdır.

10.5 Kaplama tarafında veya kaplanmış levhaların köşe birleştirmelerinde (örneğin; sintine kuyuları) taşıyıcı malzeme üzerine en az iki tabaka paslanmaz kaynak metali uygulanmalıdır (Ayrıca G,10.1.6'ya bakınız).

Ana malzemeye bağlı olarak ara ve son pasolar için farklı kaynak dolgu metalleri kullanılabilir.

10.6 Sıçrayan metalin yüzeye kaynayanları, korozyon nedeniyle uzaklaştırılmalıdır. Levha yüzeyinde dikişin her iki tarafına uygun maddeler (örneğin; kireç sütü) sürülerek sıçrayan metal parçalarının kaynamaması sağlanabilir. Bu tür kaynamış parçalar varsa uzaklaştırılır ve yerleri taşlanır.

10.7 Korozyona dayanıklı dikişlerin elde edilebilmesi için çelik ve kaynak dolgu malzemesi üreticilerinin verilerine uygun olarak bir son işlem (dağlama, pasivizasyon, vs.) yapılabilir.

11. Dökme Çelik, Dövme Parçaların Kaynağı

11.1 Büyük kesitli dökme veya dövme parçalarda, konstrüksiyon veya kaynak tekniği bakımından zor koşullarda, yapı elemanlarının büyük distorsiyonlara uğraması durumunda ve düşük iş parçası sıcaklıklarında, kaynak bağlantısını çevreleyen yeterli bir bölgede ve bütün kesitte düzgün olarak ön ısıtma yapılır.

11.2 Dökme çelik veya dövme parçalar üzerinde yapılacak kaynak işlemleri hızlı, kesintisiz ve tek bir ısıtma ile yapılmalıdır. Soğutma yavaş olmalıdır, hızlı soğumaya karşı gerekli tedbirler alınmalıdır (üstünü örtme, rüzgardan koruma).

11.3 Dökme çelik veya dövme parçalar üzerinde yapılacak onarım kaynakları yalnız sörveyörün onayı ile yapılabilir. Büyük kapsamlı onarımlarda **TL** merkez ofisine onarım şemaları ve açıklamaları onay için gönderilmelidir. Bu belgelerde kaynak yöntemi, dolgu ve yardımcı malzemeler, ısıl işlemler ve ana malzeme analizi belirtilmelidir.

11.4 **TL** tarafından, yapı elemanlarına kaynak sonrasında gerilme giderme tavlaması veya özel durumlarda normalizasyon tavlaması uygulanması istenebilir (örneğin; dümen şaftlarında). Kaynak bağlantısının tavlama işlemi sonrasında özelliklerinin kanıtlanması ile ilgili olarak Bölüm 5, B'deki uyarı geçerlidir.

11.5 Tekne yapım çelikleri ve benzer dövme veya dökme çelikler ile paslanmaz östenitik çelikler arasındaki kaynak bağlantılarına tavlama işlemi uygulanmaz. Aynı şeyler paslanmaz östenitik kaynak dolgu malzemeleri ile yapılan dolgu kaynakları için de geçerlidir (örneğin; dümen şaftları, iğnecikler, vs.). Başka malzemeler (örneğin; ısıl işlem uygulanabilir dolgu malzemeleri gibi) ile yapılan dolgu kaynakları için gerekli ısıl işlem, her durum için ayrı ayrı saptanır.

12. Alüminyum Alaşımlarının Kaynağı

12.1 Alüminyum alaşımlarının kaynağı için aşağıdaki maddelerde belirtilenlerden başka çelikler için verilen kurallar da benzer şekilde geçerlidir. Temizliğe, yağların tam olarak uzaklaştırılmasına ve yabancı metal kirlerinin önlenmesine özellikle dikkat edilmelidir. Çeşitli cins çeliklerin alüminyumla kaynaklı birleştirmeleri -özellikle alüminyum ve çeliğin sınır tabakasındaki sıcaklık duyarlılığı- için G.2.6'ya bakınız.

12.2 Genel kural olarak kaynak ağızları, kaynaktan hemen önce iyi bir şekilde temizlenmelidir (örneğin; solventle veya fırçalayarak). Kullanılan takım veya aletler başka malzemelerin işlenmesi için kullanılmamalı ve kendileri yabancı metal kalıntıları bırakmamalıdır. Kaynak ağızları ile kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerinin kaynak işleminin başlangıcında kesinlikle kuru olmalıdır.

12.3 Alüminyum alaşımlarından yapılan gemi konstrüksiyon parçalarındaki kaynak bağlantıları tercihan koruyucu gaz (MIG, küçük parçalarda WIG-TIG olabilir) altında ve hava koşullarından korunmuş bölmelerde yapılmalıdır. Kaynak havuzu yeterli koruyucu gaz gönderilerek emniyetle korunmalıdır. Rüzgar ve hava akımı önlenmelidir. Kaynak hızının optimal olması ve ısı etkisinin mümkün olduğu kadar az olmasına (yumuşama) dikkat edilmelidir.

12.4 Kaynağın bitiş krateri çatlaklarını önlemek için, özellikle kesintili iç köşe dikişi kaynak bağlantılarında, krater doldurma tertibatlı kaynak cihazları kullanılmıyorsa elektrot veya üfleç biraz geri çekilerek bitiş krateri, dikiş sonundan kaynak üzerindeki bir noktaya kaydırılmalı ve krater doldurulmalıdır.

12.5 Alüminyum alaşımlarından yapılan kalın levha ve profil kesitlerinin kaynağında, geniş bir alanda 100°C ila 120°C sıcaklığa kadar ön ısıtma uygulaması önerilir. Kaynak işlemi uygun bir kaynak sırası ile hızla ve mümkün olduğu kadar kesintisiz olarak yapılmalıdır.

12.6 Soğuk olarak doğrultma (düzeltme) pres ile yapılmalı, çekiçleme kullanılmamalıdır. Sıcak doğrultma ise, yalnız bu işe uygun alaşımlarda ve alüminyum üreticisinin verilerine göre yapılmalıdır. Isıtma ve doğrultma hızla yapılmalı ve sıcaklıklar özenle kontrol edilerek malzemenin erimesi önlenmelidir.

13. Su Altı Kaynağı

13.1 Arkasında su bulunan normal mukavemetli gemi yapım çeliğinden yapılmış yapı elemanlarının kaynağında (normal olarak iç köşe kaynağında) **TL**, bazı ön koşullar isteyebilir. Su ve yapı elemanının sıcaklığı 5°C'ın altında olmamalıdır. Kaynak yeri kuru ve temiz olmalıdır. En az iki paso ile kaynak edilmelidir. "Soğuk" yapı elemanı, sonuncudan evvelki pasolar yapıldıktan sonra uygulanan ısıl işlemin ardından sonuncu "temper paso" yerleştirilir. Bu şekilde yapılan kaynak dikişlerine çatlak testi uygulanmalıdır.

13.2 Su altı kaynağında prensip olarak uygulanan kaynak yöntemlerinde ve/veya kaynak dolgu malzemelerinde, kaynak metalinin çok az hidrojen miktarı içerdiği garanti edilmelidir. Kaynak kuru bir çevrede yapılmalıdır (1 bar basınçlı odalarda veya yüksek basınçlı odalarda); yapı elemanının sıcaklığı, kaynak yeri ve çatlak testleri için benzer şekilde yukarıdakiler uygulanmalıdır. Gerekli yöntem testleri için F'e bakınız.

13.3 Suda veya küçük gaz kabında ark yanması oluşturan su altı ark kaynağı, kaynak metaline bol miktarda hidrojen girişi oluşturacağı hesaba katılarak **TL**'undan her durum için belirgin bir onay (kaynak yöntem onayı olsa bile) alınmak suretiyle nispeten az zorlanan yapı elemanlarını geçici onarımında kullanılmalıdır. Bu şekilde yapılan kaynak, uygun olabilecek en yakın zamanda normal kaynakla değiştirilmelidir. Bu değişime kadar **TL** geminin çalışmasını sınırlayabilir (örneğin; seyir bölgesi).

I. Kaynaklı Birleştirmelerin Muayenesi

1. Genel

1.1 Gemi yapımında kaynaklı birleştirmelerinin muayenesi için aşağıdaki koşullarla birlikte Bölüm 10'da kaynak dikişlerinin tahribatsız muayenelerinin hazırlanması ve yapılışı ile ilgili koşullarda gözönüne alınmalıdır.

1.2 Bölüm 10, D'de istendiği gibi, muayeneleri başlamadan önce bir muayene planı **TL**'na verilmelidir. **TL**, bu planı onaylamadan önce değiştirme hakkını saklı tutar, özellikle üretim çalışmalarının ve/veya muayene sonuçlarının gerektiği bazı muayene pozisyonlarını değiştirebilir.

2. İş yeri Tarafından Yapılan Muayeneler, Gözle Muayene

2.1 Kaynakların tekniğine uygun ve kusursuz olarak (görünüş, boyutlar) yapıldığı ve tamlığı bu iş için eğitilmiş iş yeri personeli (kaynak gözetmenleri, C ve H.2'ye bakınız) tarafından özenle muayene edilmelidir.

2.2 Üretimin uygun aşamalarında, kaynak ve kontrol işlerinin bitmesinden sonra yapılan iş, sörveyörün kontrolüne sunulur. Kontrolün yapılabilmesi için parçaya kolay ulaşılabilir olmalı ve kural olarak parça boyanmamalıdır. Mümkün olduğu takdirde tahribatsız

muayene sonuçları zamanında gösterilecektir.

2.3 Sörveyör, ön kontrolde yetersiz bulduğu parçaları reddedebilir ve iş yeri tarafından yeterli bir kontrolün yeniden yapılmasını ve gerekli onarımların gerçekleştirilmesini isteyebilir.

3. Tahribatsız Muayeneler

3.1 Tablo 12.10'a göre istenen dikiş kalitesinin sağlandığının kontrolü için en az 6'da verilen kapsamda tahribatsız muayeneler yapılmalıdır. Bu kontrollerde önemli oranda hataya rastlanması halinde, kontrol kapsamının genişletilmesi gerekir. Aksi belirtilmedikçe, bu amaçla kontrol edilen ve onarımının yapılması öngörülen her dikiş için aynı uzunlukta iki dikiş muayene edilmelidir. Bir hatanın dikişin kontrol edilen bölümünde bittiğinden kesinlikle emin olunmaz ise, komşu dikiş bölgeler de ek olarak kontrol edilmelidir.

3.2 Özellikle tekniğine uygun ve kusursuz bir üretimin yapıldığı konusunda şüpheye düşülmesi halinde, **TL** ek kontroller isteyebilir. Kaynakçıların kontrolü ve gerektiğinde eğitilmesi için, normal olarak kontrol edilmeyen parçalarda da zaman zaman radyografik muayenelerin yapılması tavsiye edilebilir.

3.3 Uygulanacak muayene yönteminin seçiminde, muayene koşulları (dikişin biçimi ve boyutları, beklenebilecek hata türleri ve yerleri, dikişe ulaşılabilme durumu) gözönüne alınarak hataların kesin olarak görülmesi sağlanır. Muayene yönteminin **TL** tarafından onaylanması gereklidir. **TL**, iki veya daha çok muayene yönteminin birlikte kullanılmasını isteyebilir.

3.4 Bölüm 10'un hükümlerine bağlı olarak, kullanılan muayene cihazları ve tertibatları günün teknolojik seviyesine ve standartlara uygun olmalıdır.

Muayeneler, yeterli eğitime sahip deneyimli personel tarafından yapılmalıdır. Ultrasonik muayene personeli, becerilerini pratik bir test yaparak **TL**'na kanıtlamalıdır (bu husustaki ayrıntılar için Bölüm 10, C.1'e bakınız).

4. Üretim Testi Numuneleri

4.1 Üretim sırasında eş zamanlı olarak belirtilen aralıklarla kaynaklanan test parçalarından alınan üretim test numuneleri; ana malzeme, kaynak yöntemi ve/ya da yükleme durumlarının, aynı üretim koşullarında yapılan kaynaklı birleşimlere ait mekanik ya da diğer özelliklerin yeterli olduğunun kanıtlanmasını gerektirdiği durumlarda istenebilir.

4.2 Üretim test parçalarının üretimi ve testi Bölüm 4'de verilen yöntem testlerindeki gibi yapılır. Testlerin kapsamı ve istenenler her durum için ayrı ayrı belirlenir. Astar boyalarla ilgili üretim test parçaları için Bölüm 6, C.'ye bakınız.

5. Sızdırmazlık Testleri

5.1 Kaynak dikişlerinin sızdırmazlık kontrollerinin istendiği durumlarda sızdırmazlık testleri, Tekne Yapım Kurallarına uygun olarak, boya veya çimentolama işleminden önce yapılır.

5.2 Özel durumlarda **TL** ile anlaşmaya varılarak su basıncı testi yerine diğer yöntemlerle (örneğin; basınçlı hava veya vakum testi, gaz belirleme yöntemi) testler kabul edilebilir; **TL** bu yöntemleri alternatif veya ek olarak isteyebilir.

6. Dikişin Kalite Dereceleri, Kontrol (Muayene) Kapsamı, Muayene Yöntemleri, İstenenler

6.1 Zorlama türü ve büyüklüğüne ek olarak malzeme, konstrüksiyon ve ortam (örneğin; iş yeri sıcaklığı) gibi faktörler gözönüne alınmak sureti ile, birleştirmenin yapının tümü için önemi gözönünde bulundurularak, kaynaklı birleştirmeler Tablo 12.10'da gösterildiği gibi üç dikiş kalite derecesine ayrılır ve kontrol planında bu şekilde işaretlenir.

6.2 Kaynaklı birleştirmelerin her biri yapı içerisindeki konumlarına, yani ana zorlama doğrultusundaki konumlarına göre, Tablo 12.10'da verilen örneklere uygun dikiş kalite derecelerine ayrılır. Tabloda veya 6.5'de belirtilmeyen yapı elemanları ve kaynaklı birleştirmeler benzer şekilde sınıflandırılmalıdır.

6.3 Kalite derecesi 1 olan kaynaklı birleştirmelerin tahribatsız muayene (radyografik veya ultrasonik muayene) kapsamı, gemi tipine ve yapısına bağlı olarak aşağıdaki formül ile saptanır. Muayene yerlerinin sayısı

olan A değeri, 480 mm. uzunluğundaki filmlerde radyografik muayene için belirlenir. 6.10 veya 6.11 uyarınca radyografik muayene yerine ultrasonik muayene yapılacak ise, 480 mm. film uzunluğu yerine 1 m. dikiş kontrol edilir.

$$A = 0,8 \cdot A_L \cdot c_p \cdot (A_B \cdot c_B + A_H \cdot c_H)$$

Burada;

A_L = $L / (16 \cdot a_o)$

L = Gemi boyu [m]

a_o = $L / 500 + 0,48 \leq 1,0$ [m]

c_p = 1,5 Enine posta sistemindeki tekne yapımında

c_p = 2,0 Enine ve boyuna karışık sistemdeki tekne yapımında (üst ve alt taban bölgesinde)

c_p = 2,3 Boyuna posta sistemindeki tekne yapımında

A_B = B/2,5 ; B = Gemi genişliği [m]

c_B = 1,0 Tek cidarlı tankerler ya da benzer ana çerçeve kesitleri için

c_B = 1,3 Kuru yük ve dökme yük gemileri için

c_B = 1,5 Konteyner gemileri ve çift cidarlı tankerler (kimyasal) için

A_H = H/2,5 ; H = Derinlik [m]

c_H = 0,5 Kuru yük gemileri için

c_H = 1,3 Tankerler, konteyner gemileri ve dökme yük gemileri için

c_H = 1,5 İlave boyuna perdesi olan çift cidarlı tankerler için

6.4 6.3'e göre hesaplanan muayene yerleri sayısı olan A değeri aşağıdaki gibi dağıtılır; Tablo 12.10'a göre kalite derecesi 1 olan kaynaklı birleştirmelere A değerinin yaklaşık üçte ikisi, diğer kalan üçte bir kalite derecesi 2 olan yerlere yerleştirilir. Bazı yapı elemanlarının kaynaklı birleştirmeleri 6.5'e göre belirlenmiştir. Zorlama durumuna bağlı olarak çeşitli dikiş kalite dereceleri için farklı bir muayene sıklığı (toplam muayene sayısının farklı bir dağılımı) gerekli olabilir veya **TL** tarafından istenebilir.

6.5 Aşağıda bazı kaynak bağlantılarının ne şekilde sınıflandırılması ve kontrol edilmesi gerektiği sıralanmıştır:

- Güverte stringeri - Şiyer sırası bağlantısı; gemi ortasının 0,5**L** içinde; G.10.2.1'e göre tam nüfuziyetli kaynak isteniyorsa dikişin kalite derecesi 1; %100 ultrasonik muayene,

- Güverte stringeri - Şiyer sırası bağlantısı; gemi ortasının 0,5**L** dışında; G.10.2.1'e göre tam nüfuziyetli kaynak isteniyorsa dikişin kalite derecesi 2; %10 ultrasonik muayene,

- Yatay dümen kaplin levhası ile dümen gövdesi arasındaki bağlantılar (Şekil 12.35'e bakınız); dikişin kalite derecesi 1, %100 ultrasonik muayene ve %100 yüzey çatlak muayenesi,

- Dümen rodu ile yatay kaplin levhası arasındaki bağlantılar (Şekil 12.36'ya bakınız); dikişin kalite derecesi 1, %100 ultrasonik muayene ve %100 yüzey çatlak muayenesi,

- Tam nüfuziyetli tek taraf veya çift taraftan kaynak ağızlı (T) tip dikiş bağlantıları (Şekil 12.22'ye bakınız); konumuna göre dikişin kalite derecesi 1 veya 2, %100 ve %10 ultrasonik muayene,

- Elektroslag veya elektrogaz kaynağının yeniden başlama noktaları. Konumuna göre dikiş kalite derecesi 1 veya 2, %100 radyografik veya ultrasonik muayene. Ultrasonik muayenede muayene duyarlığı 12 dB arttırılacaktır. Bu konuda Bölüm 4, L.2.5'e bakınız;

- Yorulma mukavemetinin incelenmesi istenen kaynak bağlantıları. Dikiş kalitesi ve muayenesi ayrıntı kataloğuna bağlıdır.

6.6 Uzunluğu 65 m. den daha az olan ve özel (boyuna) mukavemet incelemesi gerekmeyen gemilerde (Kısım I, Tekne Kuralları Bölüm 5'e bakınız) A sayısı (kontrol yerlerinin sayısı) 6.3 ve 6.4'de istenen sayının %70'ina kadar düşürülebilir. Bu azaltma her seferinde **TL** tarafından onaylanmalı ve kontrol planında özellikle belirtilmelidir.

6.7 Üretim koşullarının sabit kalması halinde yani sürekli aynı kaynakçıların, aynı kaynak yöntemlerini, kaynak dolgu ve yardımcı malzemelerini aynı veya benzer yapılar üzerine (örneğin; seri olarak üretilen gemiler) kullanılmaları halinde, 6.3 ve 6.4'deki muayene kapsamlarının azaltılması **TL** merkez ofisi tarafından onaylanabilir.

Bunun için ön koşul, sürekli iyi sonuçların elde edildiğinin ve kaynak bağlantılarının ilk kontrol sonuçlarının çok az onarım gerektirdiğinin kanıtlanmasıdır.

6.8 Radyografik muayeneler, seçmeli olarak uygulanması halinde, bunlar özellikle boyuna dikişler ile enine birleştirmelerin kesiştiği, seksiyonların birbirine bağlandığı kaynağın güçlükle veya sabit pozisyonda uygulandığı yerlerde yapılmalıdır. Kiriş ve stifnerlerdeki birleştirmeler, levha gibi tertiplenmeli ve muayene planına alınmalıdır.

6.9 6.3 ve 6.4'de saptanan sayıda radyografik muayenenin yerine belirli bir oranda (her durum için ayrı saptanan bir oran) ultrasonik muayene yapılabilir. 30 mm. den daha büyük levha ve cidar kalınlıklarında ultrasonik muayene özellikle tercih edilmelidir.

6.10 Özel durumlarda ultrasonik muayene radyografik muayeneye alternatif veya ek olarak istenebilir. Örneğin; kaynağın türü ve konumu veya dikişin şekli sonucu meydana gelen hataların radyografi ile yeterli emniyette görülmeyen ve değerlendirilemeyen durumlarda istenir.

6.11 Yüzey çatlağı kontrolleri genellikle büyük kesitlerin kaynağından sonra, özellikle çelik dökme ve dövme parçalarda, gerilme altında veya soğukta kaynak edilmiş dikişlerde, büyük hacimli tek taraftan veya çift taraftan kaynak ağzı açılmış dikişlerinde (yaklaşık 30 mm. den kalın levhalarda ve iç köşe dikişlerinde uygulanır, örneğin; kıç bodoslamada, direklerin ve perde alt takviyelerinin kaynağından sonra).

6.12 Belirli parçaların ve bunlara ait kaynaklı birleştirmelerin muayeneleri hakkında 6.5'e bakınız. Bunun dışında **TL** tarafından resimlerin kontrolü kapsamında ek muayeneler istenebilir.

6.13 Bu kuralların kapsamına girmeyen kaynak bağlantıları ve yapı elemanlarında her bir durum için (yük donanımı, direkler, sıvı gaz tankları, su altı taşıtlarının mukavemet tekneleri) özel kural ve talimatlar var ise orada belirtilenler gözönüne alınmalıdır.

Tablo 12.10 Dikişin kalite derecesi, kontrolün kapsamı, istenenler

Dikişin kalite derecesi	1	2	3
Zorlama, önemi	Yüksek derecede statik veya özellikle dinamik zorlanmalara maruz kalan ve/veya konstrüksiyonun emniyeti için esas olan kaynaklı birleştirmeler	Orta derecede zorlanmalara maruz kalan ve/veya hata olduğunda yalnız kısmi parçada arızaya sebep olan yani bütün konstrüksiyonu etkilemeyen kaynaklı birleştirmeler	Düşük derecede zorlamalara maruz kalan ve/veya hata olduğunda önemli bir kısımda arızaya sebebiyet vermeyen kaynaklı birleştirmeler
Yapı elemanı, kaynaklı birleştirmelerin konumu (belirli yapı elemanları veya kaynaklı birleştirmeler ile ilgili her bir detay için 6.5'e bakınız)	0,5**L** gemi ortasında **(2)** teknenin alt ve üst tabanındaki **(1)** enine birleştirmeler örneğin; sintine dönümü dahil, boyuna kirişler ve boyuna postalarla dip kaplama, şiyer sırası dahil boyuna kirişler ve boyuna kemerelerle mukavemet güvertesi, boyuna stifnerleri dahil boyuna perdeler ve boyuna stifnerleri dahil ambar ağzı mezarnaları. Dış kaplama ve mukavemet güvertesine kesin bağlanması gereken yapı elemenları ve donanımlar, örneğin; dümen topukları, şaft braketleri, ambar ağzı köşeleri, direklerin bağlantı yerlerinin kaynaklı birleştirmeleri. Ana kirişlerin gövde ve flençlerindeki birleştirmeler (Ambar ağzı veya konsol kirişler ve ankastre bağlı direkler). Tank perdeleri veya dökme yük gemilerinin perde alt takviyeleri dahil dip yapılarındaki birleştirmeler. Dinamik zorlamaların etkisinde olan yapı elemanlarının içindeki veya etrafındaki birleştirmeler. Örneğin; şaft braketleri, dümen topukları, dümen kaplinleri (dümen gövdesi ile bağlantısı). Makina temellerinin ana kirişleri	Teknenin alt ve üst tabanındaki boyuna perdeler **(3)** ile 0,5**L** gemi ortası **(2)** dışındaki enine birleştirmeler ve dış kaplama ve çift dibin diğer elemanlarındaki birleştirmeler. Derin postalar ve kuru yük gemilerinin su geçirmez perdelerindeki birleştirmeler. Ambar kapakları üst yapı ve güverte evleri nihayet perdelerindeki birleştirmeler, enine kirişlerdeki birleştirmeler	Teknenin ana mukavemet elemanları dışında kalan yapılardaki birleştirmeler, örneğin; mukavemet güvertesi dışındaki güverteler, üst yapılar ve güverte evlerinin güverteleri ve duvarları, parampetteki birleştirmeler
Muayene kapsamı ve metodları	Gözle yapılan muayeneler ve seçmeli yapılan ölçülü kontroller 6'ya göre tahribatsız kontroller (sık aralıklarla seçmeli kontrol). Gerektiğinde sızdırmazlık ve diğer testler.	Gözle yapılan muayeneler, şüphe üzerine seçmeli yapılan ölçülü kontroller 6'ya göre tahribatsız muayeneler (sık olmayan aralıklarla seçmeli kontrol) Gerektiğinde sızdırmazlık ve diğer testler.	Gözle yapılan muayeneler, şüphe üzerine 6'ya göre tahribatsız muayeneler Gerektiğinde sızdırmazlık ve diğer testler

Dikişin kalite derecesi	1	2	3
İstenenler, kaynak dikişi kalitesi **(4)**	Kaynak dikişlerinin çatlak, yetersiz ergime ve kök hataları, cüruf sıraları ve büyük gözenek ve yabancı madde oluşumu, görünür yanma olukları gibi hataları içermemesi gerekir. Bunlar, çelik için ISO 5817) ve alüminyum için ISO 10042 'ya göre değerlendirme grubu B'ye uygun olacaktır. **(5)**	Kaynak dikişlerinin çatlak, büyük yetersiz ergime ve kök hataları, uzun sıralı cüruf kaba yabancı madde oluşumu, sürekli gözenek kanalı, iri gözenek kalıntıları ve görünür yanma olukları gibi hataları içermemesi gerekir. Bunlar, çelik için ISO 5817ve alüminyum için ISO 10042'ye göre değerlendirme grubu C'ye uygun olacaktır. **(5)**	Kaynak dikişlerinin çatlak, kaba kök hataları ve yabancı madde oluşumu, sürekli gaz kanalları ve kuvvetli yanma oluklarını içermemesi gerekir. Bunlar, çelik için ISO 5817 ve alüminyum için ISO 10042'ye göre değerlendirme grubu D'ye uygun olacaktır. **(5)**

(1) *Teknenin alt ve üst tabanı Kısım 1, Bölüm 3'e göre alttan ve üstten en az 0,1H ve 0,1H' bölgeleridir. Esas olarak şiyer sırası ve sintine dönümü sırası ve mukavemet güvertesi üzerindeki boyuna devamlı elemanlar, (örneğin; boyuna ambar ağzı mezarnaları, kreyn rayları) kısmen yüksek mukavemetli çelik kullanılması durumunda bu çeliklerin yüksekliği boyunca bütün kısımları ve konteyner ve benzeri gemilerin üst kutu kirişlerinin bütün bölgeleri de kontrol kapsamına girer.*

(2) *Geniş güverte açıklıklı "Geniş ambar ağızlılarda" (örneğin; konteyner gemilerinde) gerekli durumlarda (örneğin; burulma zorlanmalarında) tekne üst tabanının 0,5**L** nin baş ve kıç tarafında da enine birleştirmelere kalite derecesi 1 uygulanır (genelde tüm ambar ağzı bölgesinde).*

(3) *300 mm. lik boyuna dikişlerle sınırlanan kaynak kesişmeleri bölgesindeki dikişler, enine dikişler gibi sınıflandırılır.*

(4) *H.3.3.2'deki nota bakınız. Diğer standartlardaki benzer hususlar **TL**'nun onayı alınarak değerlendirme maksadı ile kullanılabilir. Yapı elemanları veya kaynaklı birleştirmeler belirli bir ayrıntı sınıfı $\Delta\sigma_R$'e dayanarak yorulma mukavemetine göre boyutlandırılmışsa kalite derecesi bu ayrıntı sınıfının isteklerine uygun olmalıdır. Ayrıntı sınıfı, çelikler için ISO 5817'e uygun olarak değerlendirme gruplarına göre tekil hataların sınıflandırılmasına ait talimatları* içerir.

(5) *Ultrasonik muayenelere ait istekler için Bölüm 10, L.5 (Tablo 10.4)'e bakınız.*

J. Gaz Tankerlerinin Kargo Tankları için Kaynak Gereksinimleri

1. Kaynaklar ve Tahribatsız Testler

1.1 Genel

Bu alt-bölüm'deki gereksinimler sadece, ikincil cidarı oluşturduğu durumda, tekne iç bünyesi dahil, birincil ve ikincil cidarlara uygulanır. Bu gereksininmler, genel olarak, karbon, karbon-manganez, nikel alaşımlı ve paslanmaz çelikler, alüminyum alaşımları için kullanılır ve diğer malzemelerin kabul testleri için esas teşkil edebilir. **TL**'nun kararıyla, östenitik paslanmaz çelik ve alüminyum alaşımlarının kaynaklarının darbe testinden vazgeçilebilir ve herhangi bir malzeme için diğer testlerin yapılması gerekli olabilir.

1.2 Kaynak sarf malzemeleri

Kargo tanklarının kaynağında kullanımı amaçlanan kaynak sarf malzemeleri **TL** tarafından onaylanacaktır.

Aksine özel bir anlaşma yapılmadıkça, kullanılan kaynak sarf malzemesi testleri ve alın kaynağı testleri, tüm kaynak sarf malzemeleri için gereklidir. Çekme ve Charpy V-çentik darbe testlerinden elde edilen sonuçlar, **TL** tarafından onaylanacaktır. Kullanılan kaynak metalinin kimyasal bileşimi bilgi ve onay için raporlanacaktır.

1.3 Kargo tankları ve proses basınçlı kapları için kaynak prosedür testleri

1.3.1 Kargo tankları ve proses basınçlı kaplarının kaynak prosedür testleri tüm alın kaynakları için gereklidir. Test takımlarıi aşağıdakileri temsil etmelidir:

(i) Her ana malzeme,

(ii) Her tip sarf malzemesi ve kaynak prosesi,

(iii) Her kaynak pozisyonu.

Levhalardaki alın kaynakları için test takımları, haddeleme yönü kaynak yönüne paralel olacak şekilde hazırlanacaktır. Her kaynak prosedürünün belirlediği kalınlık aralığı, **TL** tarafından onaylanacaktır. İmalatçı veya **TL**'nun tercihine göre radyografik veya ultrasonik testler yapılabilir.

1.3.2 Kargo tankları ve proses basınçlı kapları için aşağıda belirtilen kaynak prosedür testleri, her test takımından elde edilecek numunelerle, Kısım 2, Bölüm 3,E.2'ye göre yapılacaktır:

(i) İstavroz-kaynak çekme testleri

(ii) **TL** tarafından gerekli görülen hallerde, tüm kaynakların boyuna çekme testi

(iii) Enine eğme testleri: Bu testler, **TL**'nun kararına göre alın, kök veya yanal eğme şeklinde olabilir. Ancak, ana malzeme ile kaynak metalinin farklı mukavemet seviyelerinde olması halinde, enine eğme testleri yerine boyuna eğme testleri gerekebilir.

(iv) Genellikle aşağıda belirtilen mevkilerin her birinde, üçer adet V-çentik darbe testi yapılacaktır:

(1) Kaynağın merkez hattı,
(2) Erime hattı (E.H),
(3) E.H'dan 1 mm. mesafede,
(4) E.H'dan 3 mm. mesafede,
(5) E.H'dan 5 mm. mesafede.

(v) **TL** tarafından makro kesit, mikro kesit ve sertlik kontrolleri de istenebilir.

1.4 Test gereksinimleri

1.4.1 Çekme testleri

Genel olarak, çekme mukavemeti, ilgili ana malzemelerin minimum çekme mukavemetinden az olmayacaktır. **TL** ile anlaşmaya bağlı olarak, kaynak metalinin çekme mukavemetinin ana metalinkinden daha düşük olduğu hallerde, enine kaynak çekme mukavemetinin, kaynak metali için belirlenmiş olan minimum çekme mukavemetinden az olmaması kabul edilebilir. Her durumda, çatlak mevkii, bilgi için bildirilecektir.

1.4.2 Eğme testleri

Test parçası kalınlığının dört katına eşit bir çapla 180°'lik eğmeden sonra herhangi bir çatlak görülmeyecektir.

1.4.3 Charpy V-çentik darbe testleri

Charpy V-çentik darbe testleri, birleştirilen ana malzeme için belirlenen sıcaklıkta, yapılacaktır. Kaynak metali darbe testlerinin neticeleri, minimum ortalama enerji (KV), 27 J'den az olmayacaktır. Değişik ölçülü test parçaları için kaynak metali gereksinimleri ve tekil enerji değerleri, Kısım 2, Bölüm 3,E.2.2'ye göre olacaktır. Erime hattı ve ısıdan etkilenen bölgenin darbe testleri neticeleri, uygulanabilirliğe göre, ana malzemenin enine veya boyuna gereksinimlerine uygun minimum ortalama enerji (KV) değerinde olacak ve değişik ölçülü test parçaları için, minimum ortalama enerji (KV), genel olarak, Kısım 2, Bölüm 3,E.2.2'ye göre olacaktır. Eğer malzeme kalınlığı, tam boyutlarında veya standart test parçalarının alınmasına müsaade etmiyorsa, test prosedürü ve kabul standartları, **TL** tarafından onaylanacaktır.

1.5 İç köşe kaynağı prosedür testleri

İç köşe kaynağı prosedür testleri **TL** Kurallarına göre olacaktır. Bunun için, yeterli Charpy V-çentik darbe özelliklerine sahip kaynak sarf malzemeleri seçilecektir.

1.6 İkincil cidarlar için kaynak prosedür testleri

İkincil cidarlar için kaynak prosedür testleri **TL** Kurallarına göre olacaktır.

1.7 Boru devreleri için kaynak prosedür testleri

Boru devreleri için kaynak prosedür testleri gereklidir ve kargo tankları için 1.3'de ayrıntıları verilenlere benzer

şekilde yapılacaktır. **TL** ile aksine anlaşmaya varılmadıkça, test gereksinimleri 1.4'e göre olacaktır.

1.8 Üretim kaynak testleri

Birleşik ve mambran tanklar hariç, tüm kargo ve proses basınçlı kapları için, üretim testleri her kaynak pozisyonunda ve yaklaşık her 50 m. alın kaynaklı birleştirme için yapılacaktır. İkinci cidarlar için, **TL** ile yapılacak anlaşmaya tabi olarak test sayısında yapılabilecek azaltmalar hariç, ana tanklar için gerekli olan üretim testlerinin aynıları yapılacaktır. Kargo tankları ve ikinci cidarlar için, **TL**'nun kararına göre belirtilenlerin dışındaki testler de yapılabilir. Test gereksinimleri 1.4'e göre olacaktır.

Kalite güvencesi / kalite kontrolü programı, malzeme üreticisinin kalite el kitabında belirtildiği üzere, üretim kaynaklarının sürekli olarak uygunluğunu sağlayacaktır.

1.8.1 Tip A ve tip B bağımsız tanklar ve yarı-mambran tanklar

Tip A ve tip B bağımsız tanklar ve yarı-mambran tankların üretim testleri aşağıdakileri kapsayacaktır:

Her 50 m. kaynak için, eğme testleri ve prosedür testleri için gereken hallerde 3'er adet V-çentik testleri yapılacaktır.

Charpy V-çentik darbe testleri, test numunelerinin çentikleri, kaynak merkezinde ve ısıdan etkilenen bölgede olacaktır (prosedür değerlendirme neticelerine göre en kritik mevkide). Östenitik çeliklerde, tüm çentikler kaynağın merkezinde olacaktır.

1.8.2 Tip C bağımsız tanklar ve proses basınçlı kapları

Tip C bağımsız tanklar ve proses basınçlı kapları için, Madde 1.8.1'deki testlere ilave olarak, enine kaynak çekme testleri de gereklidir.

1.8.3 Birleşik ve mambran tanklar

Birleşik ve mambran tankların test gereksinimleri, 1.3'de listelenen ilgili test gereksinimleri ile aynı olacaktır.

1.9 Tahribatsız testler

Dizayn isteklerini karşılamak üzere, dizayner tarafından daha yüksek bir standart belirtilmedikçe, tüm test prosedürleri ve kabul standartları TL kurallarına göre olacaktır. İç kusurların algılanması için, prensip olarak radyografik test yöntemi kullanılacaktır. Ancak, radyografik test yerine onaylı bir ultrasonik test yöntemi kullanılabilir. Bu durumda, sonuçların doğrulanması bakımından, seçilen yerlerde ilave radyografik testler de yapılacaktır. Radyografik ve ultrasonik test kayıtları muhafaza edilecektir. Kalite güvencesi / kalite kontrolü programı, malzeme üreticisinin kalite el kitabında belirtildiği üzere, kaynakların tahribatsız testlerinin sürekli olarak uygunluğunu sağlayacaktır.

1.9.1 Tip A ve tip B bağımsız tanklar ve yarı-mambran tanklar

(i) Dizayn sıcaklığı -20 °C veya daha düşük olan A Tip bağımsız tanklar ve yarı-mambran tanklar ile sıcaklığa bakılmaksızın B Tip tanklar için, kargo tanklarının dış cidarlarının tüm tam nüfuziyetli alın kaynakları, iç kusurların algılanması bakımından tüm boylarınca tahribatsız testlere tabi tutulacaktır.

(ii) Dizayn sıcaklığının -20 °C'dan yüksek olduğu A Tip bağımsız tanklar ve yarı-mambran tanklar için, kesişmeler civarındaki tüm tam nüfuziyetli alın kaynakları ve tank yapısının geri kalan tam nüfuziyetli kaynaklarının en az %10'u, 1.9'un ilk paragrafında belirtilen koşullarda radyografik veya ultrasonik teste tabi tutulacaktır.

(iii) Stifnerlerin ve diğer fiting ve bağlantıların kaynakları dahil, tank yapısının geri kalan yapısı, **TL** tarafından gerekli görüldüğü şekilde manyetik parçacık veya sıvı penetran yöntemleri ile test edilecektir.

1.9.2 Tip C bağımsız tanklar ve proses basınçlı kapları

Tip C bağımsız tanklar ve proses basınçlı kaplarının muayenesi, Kısım 10, Bölüm 6.5'e göre yapılacaktır.

1.9.3 Birleşik ve mambran tanklar

Birleşik ve mambran tanklar için, özel kaynak muayene

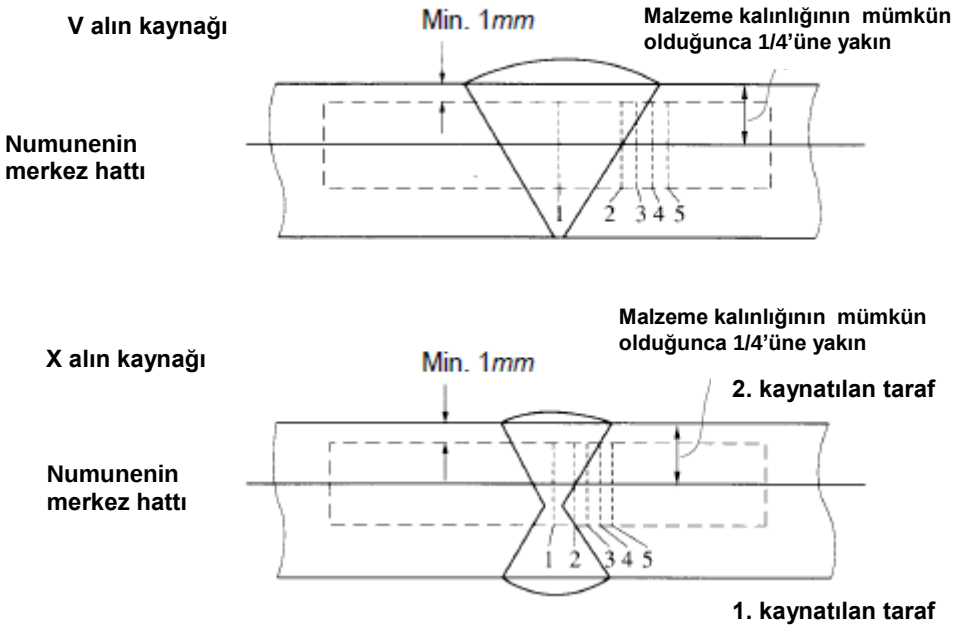
prosedürleri ve kabul kriterleri, tankların dizayneri tarafından onay için **TL**'na verilecektir.

1.9.4 Boru devreleri

Boruların muayenesi, Kısım 10, Bölüm 5'deki gereksinimlere göre yapılacaktır.

1.9.5 İkincil cidarlar

İkincil cidar, gerekli görüldüğü şekilde, iç kusurlar yönünden radyografik muayeneye tabi tutulacaktır. Tekne dış kaplamasının, ikincil cidarın bir parçası olduğu hallerde, tüm şiyer sırası sokraları ve sokra ve armuzların borda kesişimleri radyografik olarak test edilecektir.



Şekil 12.38 Charpy V- çentik darbe test numuneleri konumu (kaynak)

Çentik konumu
1 Kaynağın merkezi
2 Erime hattı
3 Erime hattından 1 mm. ısıdan etkilenen bölgede
4 Erime hattından 3 mm. ısıdan etkilenen bölgede
5 Erime hattından 5 mm. ısıdan etkilenen bölgede

BÖLÜM 13

BUHAR KAZANLARININ KAYNAĞI

Sayfa

A. GENEL **13-**2
- **1.** Kapsam
- **2.** Diğer İlgili Kurallar
- **3.** Kaynakların Değerlendirilmesi

B. KAYNAK İŞYERLERİNİN VE KAYNAK PERSONELİNİN ONAYI **13-** 2

C. KALİTE DENETİMİ, SORUMLULUK **13-** 2

D. MALZEMELER, KAYNAĞA UYGUNLUK **13-** 3

E. KAYNAK DOLGU MALZEMELERİ VE YARDIMCI MALZEMELER **13-** 3

F. KAYNAK YÖNTEM TESTLERİ **13-** 4
- **1.** Genel
- **2.** Test Parçalarının Kaynağı, Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS)
- **3.** Test Prensipleri, Kapsamnın Sınırlandırılması
- **4.** Testler, Testlerin Kapsamı
- **5.** Test Gereklilikleri
- **6.** Numunelerin Saklanması
- **7.** Geçerlilik, Kaynak Yöntem Testlerinin Uzatılması

G. KAYNAK TEKNİĞİ **13-** 7

H. KAYNAK SONRASI ISIL İŞLEM **13-** 7

I. KAYNAKLI BİRLEŞENLERİN MUAYENESİ **13-**10

Ön Uyarı:

Buhar kazanlarının kaynak işlemleri ile ilgili olan aşağıdaki kurallar, Buhar Kazanları Teknik Kurallarına (TRD) uygundur ya da bunları kapsar. ***TL*** *onayına bağlı olarak başka uygulama kodları (ASME Kazan ya da Basınçlı Kap Kodu, Bölüm 1), kaynaklı buhar kazanlarının üretim ve testi için uygulanabilir (aşağıdaki kurallar benzer şekilde uygulanacaktır). Ayrıca bakınız Bölüm 1, B.1.4.*

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar; kaynaklı buhar kazanları, super ısıtıcılar, besleme suyu ön ısıtıcıları ve buhar kazanı tesislerine ait benzer basınçlı birleşenlerin üretim ve testine uygulanır.

2. Diğer İlgili Kurallar

2.1 **TL** Kuralları Kısım 4 Makine Bölüm 12'nin hükümlerine, buhar kazanı birleşenlerinin tasarımı ve boyutlandırılmasında ayrıca uyulacaktır.

2.2 Türk Bayrağı'ndaki gemilere kurulması amaçlanan buhar kazanı tesislerinin üretim ve testinde, TRD 100 serisi ile bağlantılı olarak TRD 200 Serisi, "Technische Regeln für Dampfkessel" (Buhar Kazanları için Teknik Kurallar)'a uyum sağlanması esastır.

3. Kaynakların Değerlendirilmesi

3.1 Çekme gerilmesine maruz kalan boyuna kaynaklar, genel olarak V = 0,8'e kadar bir kaynak faktörü ile değerlendirilebilir. Ancak Bölüm 1 ve 2 ve aşağıdaki paragraflarda belirtilen gerekliliklere uymaları gerekmektedir.

3.2 I.11'e göre bir üretim testi ve tahribatsız muayenenin tamamlanmış birleşene başarı ile uygulanması şartı ile V = 1,0'e kadar daha yüksek bir değerlendirme kullanılabilir.

B. Kaynak İşyerlerinin ve Kaynak Personelinin Onayı

1. Bu kurallar kapsamında kaynak işleri yürüten tüm kaynak iş yerleri, Bölüm 2'de belirtilen uygulanabilir kaynak iş yeri ve personel gerekliliklerini sağlayacak ve **TL** tarafından onaylanmış olacaktır. Onay başvuruları, kaynak işleri başlamadan yeterli bir zamanda kaynak iş yerleri tarafından yapılacak ve Bölüm 2 A.3'te belirtilen dokümantasyonu ve bilgiyi içerecektir.

2. Kaynak personeli (kaynakçılar ve kaynak gözetmenleri) ve uygulanabilirse muayenecileri ve muayene gözetmenleri Bölüm 2 B.2, B.3 ve B.4'te belirtilen gerekliliklere uyacaktır ve **TL** tarafından tanınacaktır. Kaynakçı yeterlilik testleri için Bölüm 3'e bakınız.

C. Kalite Denetimi, Sorumluluk

1. Üretici, resimleri ve en az aşağıdaki bilgileri içeren diğer dokümanları **TL**'ye incelenmesi için gönderecektir:

- Kullanılacak malzemeler ve kaynak dolgu malzemeleri,
- Kaynak yöntemi ve kaynağın konumu ve şekli,
- Gerekli ise, ısıl işlemin tipi,
- Kabul edilebilir çalışma basıncı,
- Dizayn sıcaklığı,
- İşletim sıcaklığı,
- Test basıncı,
- Hesap için temel olarak kullanılan "V" kaynak faktörü,
- Tahribatsız muayenelerin doğası ve kapsamı,
- Üretim testlerinin doğası ve kapsamı.

2. Bir birleşenin kalitesi ya da iyi çalışma sırası garanti edilemezse ya da üretim dokümanlarındaki (örneğin üretim resimleri) yetersiz ya da kayıp bilgi sebebiyle şüphe mevcutsa, **TL** uygun iyileştirmeler talep edebilir.

3. Kaynak iş yerleri, üretim sırasında ve kaynak işinin tamamlanmasından sonra düzenli kurum içi kalite denetimleri ile, işin ehil bir şekilde ve tatmin edici olarak yapıldığını güvence altına alacaktır (Bakınız Bölüm 1,F). Kaynak gözetmeninin görevleri ve sorumlulukları için ayrıca bakınız ISO 14731.

4. Kaynak işyerleri, kaynak işlerinin buradaki kurallara, onaylı üretim dokümanlarına, onaylı dokümanlarda belirtilen her türlü koşula ve en son kaynak uygulama teknolojisine uygunluğunun sağlanmasından sorumludur. **TL** Sörveyörünce yapılan muayeneler ve kontroller, kaynak iş yerlerini bu sorumluluktan muaf tutmaz.

5. Her bir iş bazında, altsözleşme yapılması, tedarikçi kullanılması ya da onaylanmış ya da onaylanmamış olarak kaynak iş yerinde çalışan dış firmalar (taşeronlar) ile ilgili olarak Bölüm 1,F'e bakınız. İşin taşerona verilmesi ya da geçici işçi kullanılması, **TL**'ye bildirilecektir.

6. Gerekli kalite denetimlerinin kapsamı mevzu bahis olan inşa projesine bağlıdır. Ancak uygun malzeme, kaynak dolgu malzemesi ve yardımcı malzemelerin kullanıldığından ve kaynak hazırlaması, montajı, punta ve nihai kaynakların yapılması ve kaynaklı birleşimin tamamlanışının 3'te belirtilen gerekliliklere uyduğundan emin olunacaktır. Kaynaklı birleşimlere ait yapılacak tahribatsız muayeneleri ve üretim testleri için bakınız I.

7. İç denetimden ve eğer gerekli ise tamirden sonra parçalar **TL** Sörveyörü'ne, üretimin uygun aşamalarında sunulacaktır. Bu amaçla bunlar kolaylıkla ulaşılabilir olacaklar ve normal olarak kaplanmamış durumda bulunacaklardır.

Önceki muayenenin yetersiz olduğu durumda sörveyör bileşenleri reddedebilir ve tatmin edici iş yeri muayenesinden ve gerekli tamir işinden geçtikten sonra tekrar kendi muayenesine sunulmasını isteyebilir.

8. **TL**, kendi sörveyörlerince belirtilen kapsamda (genelde rastgele olarak) muayene edilen tüm birleşenlerin ve kaynaklı birleşimlerin; şartlara uygun olarak üretildiğini ve her açıdan gerekliliklere uyduğunu garanti etmekle yükümlü değildir. Daha sonra kusurlu olduğu ortaya çıkan birleşenler ya da kaynaklı birleşimler, Kabul testi yapılmış olsa bile reddedilebilir ya da bunların tamir edilmesi talep edilebilir.

D. Malzemeler, Kaynağa Uygunluk

1. Seçilen malzemeler, amaçlanan hedefe uygun olmalı ve mekanik ve termal gerilmeler için toleransa sahip olmalıdır. Daha sonraki işlemlere tabi olan malzemelerin karakteristikleri, işletim yüklerine karşı gelebilecekleri şekilde olacaktır.

2. Kaynaklı yapılar, sadece kanıtlanmış kaynağa uygunluğa sahip ana malzeme kullanılarak yapılabilir. Kullanılacak malzemeler Kısım 2 Malzeme Kurallarının ilgili bölümlerinde belirtilen gerekliliklere uyacaktır. Diğer karşılaştırılabilir malzemeler sadece **TL**'nin her bir durum için onay vermesi durumunda kullanıabilir.

E. Kaynak Dolgu Malzemeleri Ve Yardımcı Malzemeler

1. Kaynak dolgu malzemeleri; kaynaklı birleşimin ana malzemeye, işletim sıcaklığına ve hizmet koşullarına uygun olacak şekilde yapılmasını sağlayacaktır. Kaynak dolgu malzemelerinin uygunluğu ayrıca; daha sonraki işlemlerde öne çıkan koşullar altında da doğrulanacaktır.

2. Kullanılan tüm kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler (örneğin örtülü elektrotlar, tel-gaz kombinasyonları, vb.) **TL** tarafından Bölüm 5'e göre onaylanmış olmalıdır. Ancak bunlar kaynak yöntem testi ile aynı zamanda test edildiyse ve kullanıcının işleri ile sınırlıysa ayrıca onaylanabilir (bakınız Bölüm 4 B.3.2 ve Bölüm 5 A.1.4).

3. Farklı malzemeler arasındaki birleşimler için kaynak dolgu malzemeleri mümkün olduğunca daha düşük alaşımlı malzemeye ya da daha düşük mukavemete sahip malzemeye göre seçilecektir.

4. Yöntem onay dokümanında bir üreticinin ya da marka ismi (bakınız F.3.5) ile belirtilen kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeleri, sadece **TL** tarafından onaylanan denk dolgu malzemeleri ile değiştirilebilir. Ancak bu durum ilgili onay dokümanında belirtilecektir. Bu sağlanamazsa **TL**'nin onayı alınacaktır.

5. Kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler sadece onaylanmış kaynak pozisyonlarında kullanılabilir. Üreticinin kaynak için tavsiyeleri ve talimatları (akım tipi ve polarite) takip edilecektir.

6. Kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler (özellikle hidrojen kontrollü, bazik örtülü elektrotlar ve bazik kaynak tozları), kullanılmadan önce üreticinin talimatlarına göre kurutulacaktır (minimum kuruma zamanı izlenecektir) ve iş yerinde kuru bir yerde stoklanacaktır (ısıtılmış konteynerlerde ya da benzeri).

F. Kaynak Yöntem Testleri

Ön Uyarı:

Bu kuralların önceki yayınlarının aksine kaynak yöntem testleri uygulanabilir şekilde EN ISO 15607-EN ISO 15614'e göre yapılacaktır. Bu paragraf temel olarak EN ISO 15614-1'de belirtilenleri ve bunlardan daha katı olan buhar kazanları kaynağına uygulanabilecek gereklilikleri içerir.

1. Genel

Sadece, tatmin edici operasyonel kullanımı ve yeterli kalite özellikleri kullanıcı iş yerinde üretim koşullarında kaynak yöntem testinin bir parçası olarak doğrulanmış kaynak yöntemleri kullanılacaktır. Bölüm 4'te verilen genel gerekliliklere uyulacaktır. Kaynak yöntemleri, mevzu bahis belirli bir kaynak iş yeri için **TL** tarafından onaylanacaktır.

2. Test Parçalarının Kaynağı, Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS)

2.1 Tüm ana parametreleri belirten ön "üreticinin" kaynak yöntem şartnamesi (pWPS), test parçalarının kaynağı için kaynak iş yeri tarafından uygulanabilir şekilde EN ISO 15609-1'a göre oluşturulacaktır.

2.2 **TL** uzmanı, test parçalarının kaynaklanması için, isimleri üretici tarafından verilen kaynakçılardan birini seçecektir.

2.3 Test parçaları, özellikleri Malzeme Kuralları Bölüm 3, 4, 5, 6, 7, 10'a göre kanıtlanmış olan malzemelerden yapılacaktır. Bunların mukavemeti, malzeme grubunun minimum çekme mukavemetinden en az 40 N/mm^2 daha fazla olacaktır. Kaynaklı birleşimlerin; ön ısıtma, ısıl işlem ve benzeri ile ön işleme ve işlem sonrası işleme tabi tutulması sadece mevcut üretim esnasında bu malzemeler için tanımlandıysa gerçekleştirilebilir.

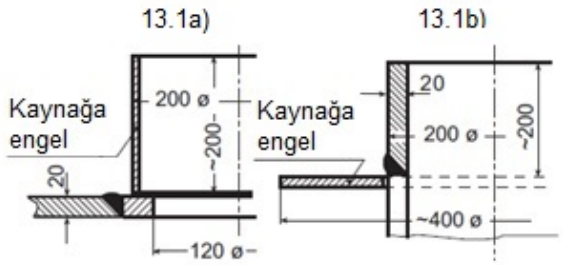
2.4 Kaynakların ve üretim işleminde kullanılan kaynak pozisyonlarının tiplerine ait yeterlilikler, kaynak yöntem testinde belirlenecektir.

2.5 Test parçalarının formu ve boyutları EN ISO 15614-1'de belirlenmiş ya da uygulanabilirse 2.6'da belirtilmiştir.

2.6 Soketlerin, nipellerin vb. kaynağı için aşağıdaki yapılacaktır:

– Standart iş yeri uygulamasına göre 2 adet soket kaynağı

– Şekil 13.1 a) ve 13.1b)'de gösterildiği gibi 2 adet test parçası.



Şekil 13.1 Soketlerin ve nipellerin insert (solda) ve doğrudan (sağda) tipte kaynağı için test parçaları

3. Test Prensipleri, Kapsamnın Sınırlandırılması

Kaynak yönteminin yeterliliği, kaynak yöntem yeterlilik testleri vasıtasıyla EN ISO 15607'e, çelik için EN ISO 15614-1'e göre doğrulanacaktır.

Test, Madde 3.1'den 3.7'ye kadar belirtilen limitler içinde geçerlidir.

Kaynak yöntem testinin kapsamı **TL** tarafından yazılı olarak belirlenecektir. Her türlü muafiyet, kapsamı **TL** tarafından kararlaştırılacak bir tamamlayıcı testin yapılmasını gerektirir. Üretim testleri tamamlayıcı testler olarak tanımlanabilir.

3.1 Malzeme Grupları

EN ISO 15614-1'nun gruplama sistemi ötesinde ve dışında aşağıdaki hükümlere uyulacaktır:

3.1.1 Belirli korozyon koşullarını sağlamak zorunda olan malzemeler için (örneğin kostik çatlağa karşı direnç), kaynak yöntem testleri bu koşullara göre ayarlanacaktır.

3.1.2 Grup 1'de öldürülmüş çelik üzerinde yapılan kaynak yöntem yeterlilik belirlenmesi, eğer bunlar bazik örtülü elektrotlar ya da bazik toz ihtiva eden tel akı kombinasyonları kullanılarak kaynaklanmadıysa öldürülmemiş çeliklere uygulanamaz.

3.1.3 15NiCuMoNb5 and 17MnMoV6-4 Malzemeleri Grup 2 malzemeleri olarak sınıflandırılacaklardır.

Onay ayrıca EN ISO 15614-1'de belirtilenlere ek olarak aşağıdaki malzeme kombinasyonları için de verilir. Fakat aşağıdaki koşullara uyulacaktır (Bakınız Tablo 13.1)

EN ISO 15614-1'den farklı olarak, grup 2'ye kaynaklanan bir grup 9 kombinasyonu için mevcut olan bir kaynak yöntem testi, grup 3'e kaynaklanan grup 9 kombinasyonunu kapsamaz.

Malzeme birleşimine ve/ya da gerekli kaynak sonrası işlem tipine bağlı olarak **TL** ayrıca kaynak yöntem testinde kullanılan ana malzeme kapsamını kısıtlayabilir.

3.2 Kaynak prosesi

Tanıma sadece kaynak yöntem testinde kullanılan kaynak prosesine uygulanır.

3.3 Gaz Kaynağı

Gaz kaynağında, cidar kalınlığı t'de uygulanan bir test; 0,75 t ÷ 1,25 t cidar kalınlık aralığına uygulanacaktır.

3.4 Kaynak Parametreleri

Çok pasolu kaynaklara uygulanan kaynak yöntem testleri tek pasolu kaynaklara uygulanmayacaktır.

3.5 Kaynak Dolgu Malzemeleri ve Yardımcı Malzemeler

EN ISO 15614-1'in gereklilikleri; eğer dolgu metali aynı tiptense ve kaynak yöntem vasıflandırması kapsamında olacak şekilde **TL** tarafından onaylandıysa uygulanmayacaktır (bakınız E.4).

Tablo13.1 Bir çelik grubu ya da kombinasyon kaynağı için mevcut kaynak yöntem vasıflandırması

Bir çelik grubu ya da kombinayson birleşimi için mevcut kaynak yöntem vasıflandırması	Aşağıdaki kombinasyon birleşimleri için uygun
4 ile kaynaklanmış 5 (10CrMo9-10)	5 ile kaynaklanmış 4 (13CrMo4-5) 1 ile kaynaklanmış 4 2 ile kaynaklanmış 4 (Re < 430 N/mm2)
5	1 ile kaynaklanmış 5 2 ile kaynaklanmış 5
4 ile kaynaklanmış 6	5 ile kaynaklanmış 6 2 ile kaynaklanmış 6 1 ile kaynaklanmış 6

3.6 Isıl İşlem

Kaynak yöntem testi, test ile aynı zamanda mevcut olan ısıl işlem görmüş duruma da uygulanır. Test parçasının ısıl işlemi, parçanınki ile karşılaştırılabilir olan ısıl işlem durumunun sağlanacağı şekilde gerçekleştirilecektir.

3.7 Özel Durumlar

Özel durumlar için (örneğin ısıdan etkilenen bölgenin sertleşmesi dolayısıyla çatlak şüphesi oluşabilecek çeliklerin üretimi esnasında yapılacak zor tamirler, izdüşüm kaynakları, kaplama çeliklerinin kaynağı, punta kaynakları) bu belirli durumlar için ayarlanmış kaynak yöntem testleri gereklidir. Gerekli testler ve bunların kapsamı her bir durum için ayrı ayrı **TL** tarafından belirlenir.

4. Testler, Testlerin Kapsamı

Hem tahribatsız hem tahribatlı muayeneleri kapsayan testler, EN ISO 15614-1'e göre yapılacaktır.

EN ISO 15614-1'den farklı olarak aşağıdaki numuneler ayrıca test parçalarında alınacaktır:

4.1 Kaynaklı birleşimden doğan kaynak metalinin etkisinin kayda değer olduğu malzemelerde, 20 mm'den kalın test parçalarından çapı 10 mm, L_0 = 5 d olan bir adet tüm kaynaklı çekme test numunesi alınacaktır.

Bu durum, malzeme grubu 4 ve 6 olan çeliklere ve ayrıca 3.1.3'de belirtilen çeliklere uygulanacaktır.

4.2 Çentik çubuk darbe test numuneleri, aşağıdaki durumlarda her kaynak pozisyonunda kaynak metalinin merkezinden alınacaktır:

- Levhalar: nominal cidar kalınlığı > 5 mm olan tüm malzemeler

- Tüpler: Nominal cidar kalınlığı > 10 mm olan 14 MoV6-3 and X20CrMoV12-1,

- Nominal cidar kalınlığı > 20 mm olan 16 Mo 3,

- EN 10216-2 ve EN 10217-2'e uyan, nominal cidar kalınlığı > 30 mm olan tüm diğer çelik kaliteleri,

- Standartlarda ya da ana malzeme için **TL** tarafından verilen onay dokümanında belirtilen nominal cidar kalınlığının üzerindeki tüm diğer çelik kaliteleri

4.3 Alaşım çelikleri **(1)** için belirlenen micrografik numune. Buna ait yapı tanımlanacak ve fotograflar vasıtası ile doğrulanacaktır.

4.4 Alaşım çelikleri için kaynak metalinin analizi **(1)**.

5. Test Gereklilikleri

Test parçasındaki düzensizlikler, ISO 5817'ye göre B kalite seviyesi için belirtilen sınırlarda kalacaktır. Bu duruma ait muafiyetler: aşırı kaynak takviyesi (alın ve köşe kaynakları), aşırı kök takviyesi ve kalite seviyesi C'nin kapsamında kalan aşırı köşe kaynağı kalınlığı.

Mekanik ve teknolojik testler için Tablo 13.2 uygulanacaktır.

6. Numunelerin Saklanması

Test edilmiş numuneler ve test parçalarının kalan kısımları, kaynak yöntem testi raporu tamamlanıncaya kadar saklanacaktır (Ayrıca bakınız Bölüm 4 C.3)

7. Geçerlilik, Kaynak Yöntem Testlerinin Uzatılması

Bir kaynak yöntem testinin geçerliliği genellikle 1yıldır ancak verildiği zamanda mevcut olan ön koşulların önemli ölçüde değişmemiş olması gerekmektedir. Bu geçerlilik düzenli üretim testleri vasıtası ile devam ettirilebilir (bakınız I.11).

Üretim testlerine ve kaynaklı birleşimlere uygulanan testlere (bakınız I) ek olarak, tahribatsız muayeneler (verilen kesin önkoşullarda) ayrıca **TL** tarafından geçerliliğin devam ettirilmesi için tanınabilir.

---

(1) *Çeliklerin sınıflandırılması için (alaşımsız ve alaşımlı), bakınız EN 10020.*

Kaynak yöntem testi, eğer buharlı kazanların ya da buharlı kazan birleşenlerinin üretimi esnasında bir yılı aşkın bir kesinti mevcutsa tekrarlanacaktır.

G. Kaynak Tekniği

1. Kaynaklar, bunlara ait tüm kesitte tam nüfuziyet sergileyecektir ve herhangi bir çatlak ya da eksik erime gibi kusurlar ihtiva etmeyecektir. Mümkün olduğunca kök oluğu açılacak ve arka kapak ile kapatılacaktır.

2. Kalınlıkları birbirlerine göre %20 ya da 3 mm kadar farklılık gösteren levhaların kaynaklandığı durumlarda kalın levha kalınlığı, ince levha kalınlığına maksimum 30°'de pah kırılarak indirilecektir.

3. Birkaç halkadan oluşan kabuklar için boyuna kaynak dikişleri kademeli olarak yapılacaktır.

4. Üstüste bindirilmiş birleşimlerdeki köşe kaynaklarına sadece özel durumlarda müsaade edilir ve bunlar sadece 15 mm cidar kalınlığına kadar çift taraflı çevresel kaynaklar olarak yapılacaktır.

5. Üretimde ya da kullanım esnasında ters koşullar altında eğilme gerilmelerine maruz kalan köşe kaynakları ve benzer kaynaklı birleşimler, sadece eğer **TL** yapım yönteminden herhangi bir şüphe duymazsa izin verilebilir.

6. Kaynakların içinde ya da hemen bitişik olan deliklerden veya cugullardan, özellikle boyuna kaynaklarda mümkün olduğunca kaçınılacaktır.

7. Dış liflerin %5'ten (Silindirik kabuki halkaları için; Dm < 20 × s) fazla gerdirildiği soğuk şekillendirilmiş alanlardaki bileşenlerin kaynağına sadece soğuk şekillendirmenin etkilerinin uygun ısıl işlem vasıtasıyla elimine edilmesi durumunda izin verilebilir.

Bu genel olarak normalize ısıl işlemi ya da su verme ve temperleme vasıtasıyla sağlanmalıdır. Bu gereklilik, eğer malzemenin özelliklerinin amaçlanan kullanıma göre önemli ölçüde değişime uğramadığının kanıtlanması halinde uygulanmayabilir.

8. Bir kazan birleşeninde her kaynak, konumu tanınır ve ilgili kaynakçının her zaman tespit edilebileceği şekilde markalanacaktır. Bunların her ikiside; kaynağın uygun şekilde damgalanması ya da çizimlere, kaynak zaman cetvellerine ya da diğer kayıtlara giriş yapılmasıyla kanıtlanabilir.

H. Kaynak Sonrasi Isıl İşlem

1. Kaynaklı birleşenler, kaynaklandıktan sonra ilgili standartların hükümleri ya da **TL**'nin onay dokümanına göre ısıl işleme tabi tutulacaklardır.

1.1 Kaynak sonrası ısıl işlem normal olarak gerilme giderici ısıl işlemden oluşur.

1.2 Normalize ısıl işlem görmüş çeliklerden üretilen birleşenler, aşağıdaki koşulları sağlamaları durumunda normalize ısıl işlemden geçeceklerdir:

- Kaynaklı birleşimin gerekli karakteristikler sadece normalize ısıl işlem ile sağlanabiliyorsa

ya da

- Birleşen kaynaktan sonra sıcak şekillendirme gördüyse (Eğer sıcak şekillendirme, normalize ısıl işleme denk bir sıcaklık aralığında tamamlanmıyorsa)

1.3 Su verilmiş ve temperlenmiş çeliklerden üretilen parçalar, aşağıdaki koşulları sağlaması durumunda su verme ve temperlemeden geçeceklerdir:

- Kaynaklı birleşimin gerekli karakteristiklerinin sadece su verme ve temperleme ile sağlanması durumunda

ya da

- Birleşenin kaynaktan sonra sıcak şekillendirmeden geçmesi

Hava ile sertleştirilmiş ve temperlenmiş çeliklerde, birleşenin sıcak şekillendirmesi tamamen normalize ısıl işleme uygulanabilir koşullarda gerçekleşmişse sadece temperleme yeterlidir.

1.4 Böyle kaynaklı birleşimlerde, ön ısıtma ve su verme ve temperleme ya da sadece temperleme kural olarak malzeme ya da dolgu malzemesi üreticisinin talimatlarına göre yapılacaktır. Eğer örneğin malzeme ya da kaynak metali, kaynak esnasında kabul edilemez dereceye kadar sertleşmişse özel bir ısıl işlem yöntemi belirlenecektir.

Ferritik ve östenitik yüksek alaşımlı çelikler için, ısıl işlem gereği ve method her bir durum için ayrı ayrı belirlenecektir.

2. Kaynak sonrası ısıl işlem, aşağıdaki koşulların sağlanması durumunda uygulanmayabilir:

2.1 Kaynaktan önce malzemeler, ilgili standartlarda ya da **TL**'nin onay dokümanında belirtilen ısıl işlem uygulanmış durumda olmalıdır. Bu koşul aynı zamanda, eğer gerekli ısıl işleme uğramış durum sadece sonraki üretim esnasında gerçekleşiyorsa sağlanmış kabul edilir.

2.2 Birleşimlerdeki nominal cidar kalınlığı 30 mm'yi aşmayabilir.

2.3 Ana malzemenin ve kaynak metalinin kimyasal analizde (eriyik analizi) aşağıdaki içerik aşılmayabilir:

- C %0,22, Si %0,50, Mn %1,40, Cr %0,30, Cu %0,30, Mo %0,50, Ni %0,30, V %0,20,

Bu bağlamda aşağıdaki koşullar ayrıca yerine getirilecektir:

- Cr + Ni ≤ %0,30 ve Mn + Mo + V ≤ %1,6.

Bu koşullar, gevrek kırılmaya ve özel metalürjik önlemlerle sertleşmeye karşı dayanıklı hale getirilen çelikler için gevşetilebilir. Bunların uygunluğu ve özellikleri yeterli bir kanıtlama döneminden sonra **TL**'ye kanıtlanacaktır. Çeliklerin gevrek kırılmaya ve sertleşmeye karşı direnci ve kaynağa uygunluğu, yukarıdaki analitik limitlerin içinde kalan çeliklerinkine denk olacaktır.

Kaynak metali için C ≤ %0,10'de; Si içeriği ≤ % 0,75, Mn içeriği ≤ %2,0 ve Mn, Mo ve V içerikleri toplamı ≤ %2,5 olacaktır; ancak özellikle yüksek tokluğa sahip kaynak metal oluşturacak kaynak dolgu malzemeleri kullanılacaktır (örneğin bazik özelliklere sahip kaynak dolgu malzemeleri).

3. Ortalama cidar sıcaklığı için daha alt limiti olmayan 13CrMo44 çeliğinden yapılmış tüpler ve yaklaşık 490 °C ortalama cidar sıcaklığının üzerinde 10CrMo9 10 çeliğinden yapılan borularda bulunan gaz buhar bacalarında yer alan alın kaynakları için kaynak sonrası ısıl işlemden vazgeçilebilir. Ancak dış tüp çapı 63.5 mm'yi ve cidar kalınlığı 10 mm'yi aşmayacaktır. Tüpler ve tüp nipelleri arasındaki alın kaynakları, gaz buhar bacalarında yer almasalar dahi bu hükme tabidir.

4. Birleşenler genellikle tüm bünyelerinde ısıl işleme tabi tutulacaklardır. Gerilme giderici ısıl işlemlerde ve temperleme ısıl işleminde madde 1 den bir muafiyet, aşağıdaki koşullar sağlanırsa verilebilir:

- Silindirik birleşenlerde yeterli genişlikte silindirik kesit ya da

- Çevresel kaynağı olmayan açık kabuk halkalarındaki boyuna kaynaklarda yeterli genişlikte kaynak bölgesi

Mümkünse her iki taraftan- (sürekli) üniform ısıtma ile ısıl işleme tabi tutulmalıdır. Ancak **TL**'nin uzmanında bu işlemler hakkında herhangi bir şüphe oluşmamalıdır. Her iki durumda termal gerilmelerin eğilme gerilmelerine maruz kalan (örneğin flençler ya da cugullar) parçalara kaymasına izin verilmeyecektir.

5. Küçük parçaların buhar kazanı cidarlarının içine ve üzerine kaynatılması genellikle ısıl işlemden önce gerçekleştirilecektir. Bu özellikle eğer aşağıdaki hususlar mevcut ise uygulanacaktır;

- Ana yapının nominal cidar kalınlığı 30 mm'yi aşarsa (bakınız paragraph 2.2),

- Paragraf 2.3'te belirtilen birleşimler aşılırsa,

- Kaynakla birlikte soğuk şekillendirme uygulanıyorsa.

Bağımsız küçük parçaların kaynağı esnasında ısıl işlemden; eğer birleştirilecek malzemelerin özellikleri ve kaynak prosesi, hizmet koşullarına ve çalışma sıcaklığına uygun tatmin edici kaynaklı birleşimin yapılmasına uygun ise vazgeçilebilir.

Tablo 13.2 Mekanik ve Teknolojik Testlere Uygulanabilir Gereklilikler

Test Tipi	Gereklilikler		
Kaynak doğrultusuna göre enine olan çekme testi	Ana malzeme için ya da kaynak dolgu malzemesi için ürün uygunluk testinde belirtildiği gibi		
Kaynak metalinden alınan numune üzerinde sıcak çekme testi	Ana malzeme için ya da kaynak dolgu malzemesi için ürün uygunluk testinde belirtildiği gibi		
Kaynak merkezinden alınan numunede çentik çubuk darbe testi **(1)**	Enine doğrultuda ana malzeme için belirtildiği gibi Östenitik çelik kaynakları için ISO-V Çentik numuneleri ile ≥ 40 J Testler oda sıcaklığında gerçekleştirilecektir.		
Teknolojik Eğme Testi	**Eğme Açısı**	**Mukavemet Kategorisi (2)**	**Mandrel çapı**
	180° **(3)**	Minimum çekme mukavemeti < 430 N/mm^2 olan ferritik çelikler	2 × a
		Minimum çekme gerilmesi ≥ 430/Nmm^2 - 460 N/mm^2 olan ferritik çelikler	2,5 × a
	180°**(3)**	Yüksek sıcaklıktaki östenitik çelikler Minimum çekme mukavemeti ≥ 460/Nmm^2olan ferritik çelkler	3 × a
	Eğer 180° 'lik eğme açısı sağlanamazsa aşağıdaki uygulanır:		
	≥ 90°	Uzama (L_0 = Kaynak genişliği + kalınlık, kaynağa simetrik) ≥ Ana malzemenin minimum uzaması A_5.	
	ya da < 90°	Kaynak genişliğinde > 30 % uzama**(4)** ve kusursuz kırılma görünüm.	
Metalografik Muayene	Kaynaklı birleşimin makrografik numunesi tatmin edici kaynak yapısı ve kaynak tam nüfuziyeti ortaya koymalıdır. Mikrografik kesit çatlaklar için muayene edilecektir. Çatlaklar kabul edilemez. Östenitik çeliklerdeki kaynaklı birleştirmelerde sıcak çatlaklar, sayıca az ve seyrek olmaları koşuluyla kabul edilebilir.		
Sertlik Testi	Isıdan etkilenmiş bölgelerde sertlik 350 HV 10'yi aşmayacaktır. Dar geçiş bölgelerinde bu değeri aşan sertlik pikleri, eğer teknolojik testler gerekliliklerini sağlıyorsa sorun teşkil etmeyecektir.		

(1) *Standart 10 mm genişlikten düşük olan numuneler için darbe enerji gereklilikleri numunenin kesit alanına orantılı olarak azalır.*

(2) *Çekme mukavemeti en az kalınlık bölgesindeki alana uygulanır.*

(3) *180° gerekliliği, eğer eğme testi ISO 5173'e göre yapıldıysa ve basınç destekler tarafından görünürde çatlak olmadan uygulanıyorsa sağlanmış kabul edilir.*

(4) *Farklı değerler, eşleşen dolgu malzemeleri ile kaynaklanmamış çeliklerde göz önünde bulundurulabilir.*

6. Madde 1.1'den 1.4'e kadar tanımlanan ısıl işlemlerin dokümante edilmiş kanıtları; ısıl işlemin metodunu, sıcaklığını ve süresini ve soğutma yöntemini belirten uygulanabilir şekliyle EN 10204 ya da ISO 10474'e göre iş sertifikası ile sağlanacaktır. Her türlü özel ısıl işlem, örneğin temperlemeden önce kaynak sonrası geçici soğutma, iş sertifikasına kaydedilecektir.

I. Kaynaklı Birleşenlerin Muayenesi

1. Sıcak eğme ya da ısıl işlem gören kaynaklı kabuk halkalarında üretim testi yapılmadıysa, minimum çekme mukavemeti ≥ 440 N/mm^2 **(2)** olan malzemeler ve alaşımlı çelikler **(1)** için kullanılan levhadan alınan ve **TL**'nin uzmanı tarafından damgalanan bir test parçası, kabuk halkası ile aynı işlmeden geçecektir. Bir çekme testi ve çentik çubuk darbe testi (üç test numunesi) bu test parçasından alınan numunelere uygulanacak böylece tambur ya da kabuki halkası malzemesinin nihai durumu oluşturulacaktır.

2. Su tübü kazanları için tamamen, basınçlı alın ya da ön kaynaklı nihayetlere sahip tamburlar paragraf 2.1'den 2.4'e kadar belirtilen testlere tabi tutulacaklardır.

2.1 Tamburlar TL'nin uzmanı tarafından çalışma basıncının 1,5 katı büyüklüğünde bir basınçta hidroilk basınç testine tabi tutulacaklardır. Bu test sonucunda oluşan gerilme 20 °C'deki akma gerilmesinin 0,9 katını aşmayacaktır. Pozitif çap toleransı ve negative cidar kalınlık toleransı dikkate alınacaktır. Birleşenin hidrolik basınç testi esnasında sızıntıya ve testten sonra kalıcı deformasyona rastlanmayacaktır. Eğer tam boyuna ve çevresel kaynakların uygun yöntemlerle tahribatsız muayenelere tabi tutulması ve tatmin edici sonuçların elde edilmesi durumunda bu test yapılmayabilir.

2.2 Minimum akma mukavemeti ≥ 440 N/mm^2 **(2)** ve oda sıcaklığında akma mukavemeti ≥ 320 N/mm^2 olan ve nominal cidar aklınlığı 30 mm'den fazla olan çelikten imal edilmiş içbükey tamburlarda, nihai ısıl işlemden sonra üç öz örneği (her bir nihayetinden birer tane, tambur ortasından bir tane olmak üzere)metalden çıkarılacaktır. Parça alma noktalarının tam konumu (eğer mümkünse birbirlerine göre yaklaşık 120° kaydırılmış), buharlı kazan üreticisi tarafından tambur üreticisine uygun bir zamanda bildirilecektir.

Öz örneği, çekme testi için bir numune, çentik çubuk darbe testi için üç numunelik bir setin hazırlanmasını mümkün kılmak için en az 60 mm çapında olacaktır. Numuneler levhaların haddeleme doğrultusunda enine olarak kesileceklerdir ve eğer mümkünse çekme test numuneleri yüzeyin altında cidar kalınlığının 1/6'sında konumlandırılacaklardır. Üç çentik çubuk darbe test numunesi için, iki uçtan birer tane, öz örneğinin ortasından bir tane alınacaktır.

2.3 Deformasyon derecesi > 5 % olan soğuk eğilmiş kabuk halkaları, sıcak eğilmiş kabuk halkaları ya da konkav yarı tamburlar; minimum çekme mukavemeti ≥ 440 N/mm^2 olan çelikten yapılmış ve minimum akma mukavemeti ≥ 320 N/mm^2 ise ve nominal cidar kalınlığı 30 mm'den büyük ise ısıl işlemden sonra bir adet çekme test numunesi, üç adet çentik çubuk darbe testi numunesi setinin haddeleme doğrultusunda enine çıkarılacağı yeterli genişlikte bir halka kesilecektir.

2.4 Eğer madde 2.2 ve 2.3'te belirtilen durumlarda nihai ısıl işlem sadece gerilme giderici ısıl işlemden oluşuyorsa ya da çalışma sadece gerilme giderici ısıl işlem kapsamında yapılıyorsa ve malzemenin özelliklerini önemli ölçüde değişikliğe uğratmıyorsa madde 2.2 ve 2.3'te belirtilen numuneler daha önceden hazırlanabilir ve aynı şekilde ısıl işleme tabi tutulabilir. Bu durumda numunelerin tüm boyunda sıcaklığı ve sıcaklık değişimi ölçülecek ve kaydedilecektir.

3. Madde 1. ve 2'de belirtilen mekanik ve teknolojik testlere uygulanabilir gereklilikler, Kısım 2 Malzeme Bölüm 3, D ve Bölüm 4, E'nin gerekliliklerine tabidirler.

Isıl işlemden sonra ana malzemenin testinde her bir durumda minimum akma mukavemetine ve minimum çekme mukavemetine % 5'lik bir negative tolerans uygulanır ancak yüksek sıcaklık akma mukavemet bölgesinde bir yük uygulanmış olması gerekir.

Akma mukavemeti ve çekme mukavemeti minimum değerlerinden %5 ile %10 arasında az olabilir ancak aşağıdakilerinin kanıtı sağlanmalıdır:

---

(2) *Eşik değeri, eğer gerilme giderici ısıl işleminin akma gerilmesinde kabul edilemez azalmaya sebep olmayacağı kanıtlanabiliyorsa 470 N/mm^2'e yükseltilebilir.*

- Isıl işlem tatmin edici bir şekilde gerçekleştirilecektir.

- Ana malzemenin uzamasına uygulanabilir gereklilikler sağlanırsa,

- Ana malzemenin darbe enerjisine uygulanabilir gereklilikler sağlanırsa,

- Yüksek sıcaklık akma mukavemeti temelinde oluşturulan boyutsal dizaynın hala yeterli olması

Plastik şekil değiştirme mukavemeti bölgesinde yük uygulanması durumunda, akma ve çekme mukavemeti belirtilen minimum değerden en fazla %10 daha az olabilir.

4. Tamamlanmış kabuk halkalarında ve tamburlarda ve özellikle kaynaklardan bitişik alanlardan ve konkav nihayetlerden bir iç ve dış muayene yapılacaktır. Muayene için birleşenler, üretildiği haline karşılık gelen düzgün iç ve dış yüzeye sahip olacaktır. Önemli yüzey hatalarının belirlenmesini güvenceye almak için iç yüzey kazınacaktır. Aynı zamanda aşağıdaki özelliklerin belirlenmesi için ölçümler yapılacaktır:

4.1 Çaptaki Sapma

Ölçümler, parçanın tam boyunda yaklaşık 1 m aralıklarda alınacaktır. Çaptaki sapma ölçümleri ortalama dış çapın belirlenmesi amacı ile kullanılacaktır. Kabuk halkalarının ve tamburların dış çapı belirtilen dış çaptan %± 1,0'den fazla farklılık gösteremez.

4.2 Ovallik

Ölçümler, bileşenin tüm parçası boyunca yaklaşık 1 m aralıklarla alınacaktır.

Nihai ısıl işlemden sonra tambur ve kabuki halkaları için aşağıdaki formülde verilen;

$$U = \frac{2 \cdot (D_{max} - D_{min})}{D_{max} + D_{min}} \cdot 100\%$$

ovallik değeri:

- Isıl işleme maruz kalmamış ya da gerilme giderici ısıl işleme bırakılmış tamburlar ve kabuki halkaları ve cidar kalınlığı nominal çapın > %1'i olan kabuk halkalarında: maksimum %1.

- Normalize ısıl işleme tutulmuş, su verilmiş ve temperlenmiş ya da konkav tamburlar: maksimum 2 %.

Ovallik hesaplanırken birleşenin kendi ağırlığından kaynaklanan elastic deformasyonlar hesaptan düşülecektir. İzole tümsekler ve çukurlar tolerans limitlerinin içinde kalacaktır. Buna ek olarak tümseklerin ve çukurların düzlemsel profilleri olacaktır ve normal yuvarlaklıktan ya da kabuki hattından sapma olarak hesaplanan derinlikleri, uygulanabilir ise çukur ya da tümseğin boyu ya da genişliğinin %1'ini aşmayacaktır.

Ovalliğin, cidar kalınlığı nominal çapın < %1 ise hesaplanmasına gerek yoktur.

4.3 Bombe ya da düzleştirme

Boyuna kaynak bölgesinde 500 mm şablon boylu normal yuvarlaklıktan sapma olarak ölçülen bombe ya da düzleştirme derecesi, "a" boyutunu aşmamalıdır.

Tamburun ya da kabuk halkasının ortalama çap d_m / cidar kalınlığı s_e oranına bağlı olarak aşağıdaki uygulanır:

- $\frac{d_m}{se} < 40$ olan kabuk halkaları için a ≤ 10 mm

- $\frac{d_m}{se} \geq 40$ olan kabuk halkaları için a ≤ 5 mm

4.4 Eksenel Doğrultudan Sapma

Eksenel doğrultudan sapma derecesi aşağıdaki gibi olabilir:

- Kabuk halkaları için: silindirik boyun % 0,3'üne kadar

- Tamburlar için: Silindirik boyun 0,5'ine kadar

4.5 Kaynak ve Birleşen Levha Alanlarının Çeper Kalınlığı

Levhadaki cidar kalınlığı, levha için izin verilen toleransın içinde kalmalıdır.

5. Eğer özel üretim koşulları madde 1 ve 2'de belirtilen bileşenlere uygulanıyorsa, yani geniş cidar kalınlıkları ya da kaynaklanması güç çelikler kullanılıyorsa bu kaynakların tahribatsız muayeneleri, V = 0,8'e kadar değerlendirme için gerekli olabilir. **TL** uzmanının raporuna göre standart olmayan ısıl işleme tabi olan çelik kaynak birleşenleri, raporda belirtilen testleri (özellikle sertlik testi ve ultrasonik muayene) geçirecektir. Bu testlerin neticesinin kanıtı, TL'nin raporuna göre uygun şekilde EN 10204 ya da ISO 10474 A ya da B kabul test sertifikasınca sağlanacaktır.

6. Madde 3 ve 4'te belirtilen gerekliliklerin karşılandığını gösterir, uygun şekilde EN 10204 ya da ISO 10474 Kabul Test Sertifikası A, aşağıdaki limitlerden biri aşıldığında temin edilecektir:

- Silindirik kabuki halkasının tam boyu 2500 mm'den fazla ise,
- Belirtilen dış çap 1200 mm'den fazla ise,
- Kabul edilebilir çalışma basıncı 16 bar'dan fazla ise,
- Kaynak faktörü V = 0,8'den fazla ise.

Bu limitlerin altında, uygun şekilde EN 10204 ya da ISO 10474 Kabul Test Sertifikası B yeterlidir.

7. Tamamlanmış düz ve ondule fırınların ve özellikle kaynakların ve bitişik alanların iç ve dış muayenesi yapılacaktır. Muayene sırasında aşağıdakiler ölçülecektir:

7.1 Belirlenen Çevre Sapmaları

Ölçümler, birleşenlerin tam boyunda yaklaşık 1 m aralıklarda alınacaktır. Belirlenen dış çevreden ölçüm kesit alanı bazında izin verilebilir sapmalar:

Ondüle fırınlar için	
Ondule olmayan kısım:	±15mm
Ondüle kısım Zikzak (pull-through) tip:	+0 mm -75 mm
Diğer ondüle tipleri:	+15 mm -60 mm
Düz fırınlar için	
250 mm'lik mesafe boyunca kabuk halkalarının nihayetlerinde	±15mm
Silindirik kabuk halkalarının kalanında:	+0 mm -75 mm
Flençli nihayetleri olan fırınlar için	
Silindirik kısım :	+0 mm -75 mm

7.2 Ondüle Tüpler için, Maksimum Dış Çap ve Buna Bağlı İç Çap Arasındaki Fark

Ölçümler, birleşenlerin tam boyunda yaklaşık 1 m aralıklarda alınacaktır. Ondüle tüpler için ondülasyondaki maksimum dış çap ve maksimum iç çap arasındaki fark, maksimum 20 mm negative toleransa sakip belirlenen boyuta eşit olacaktır.

7.3 Ovallik

Ölçümler, bileşenin tüm parçası boyunca yaklaşık 1 m aralıklarla alınacaktır. Cidar kalınlığı, her durumda kabuki halkalarının nihayetlerinde ve cidar kalınlığındaki azalmanın önemli olduğu her noktada ölçülecektir.

Aşağıdaki formülde verilen ovallik;

$$U = \frac{2 \cdot (D_{max} - D_{min})}{D_{max} + D_{min}} \cdot 100\%$$

- Ondüle fırınlar için : %1,0
- Düz fırınlar için: Maksimum 15 mm'ye kadar %1,5 olacaktır.

7.4 Doğrusallıktan Sapma

Doğrusallıktan sapma, cidarın karşısına belli bir uzunlıkta sicim yerleştirilmesi suretiyle ölçülür. Bu değer kabuki halkalarının silindirik boyunun %0,3'ünü aşamaz.

7.5 Kaynak ve Birleşen Levha Alanlarının Çeper Kalınlığı

Aşağıdaki toleranslar ondüle tüplerin cidar kalınlıklarına uygulanır: ortalama cidar kalınlığı en az ondüle hatvesinin içindeki nominal cidar kalınlığına eşit olacaktır. Ondüle hatvesi içindeki cidar kalınlığındaki %10'a kadar lokal kusurlara müsaade edilebilir. Cidar kalınlığındaki azalma, ondüle tüplerin üretimi esnasında orjinal tübün cidar kalınlığındaki uygun artışlar vasıtası ile telafi edilebilir. Belirlenmiş ondüle derinliğinden ve cidar kalınlığından hesaplanan A alanına ulaşılmalıdır. 75 mm'lik ondüle derinliği, A alanında %5'lik eksiklik kabul edilebilirdir. Flençli kısımda, cidar kalınlığındaki %20'ye kadar eksikliğe izin verilir. Değerlendirmede, **TL** uzmanının görüşüne göre güvenlik açısından kesin bir şekilde önemsiz olan kusurlar göz ardı edilecektir. Düz fırınlar, levhalara uygulanan toleranslara tabidirler.

8. 7'de belirtilen gerekliliklerin sağlandığı kanıtı, uygulanabilir şekilde EN 10204 ya da ISO 10474 Sertifika A Kabul Testi vasıtası ile sağlanacaktır. Fırınlar için hidroilk basınç testine gerek yoktur.

9. EN 10216-2 kapsamında kalide sınıfı I'e göre (bakınız Kısım 2, Malzeme, Bölüm 4,C) sertifikalandırılmış üstlükteki kesim alanlarına, kazan üreticisi tarafından uygun tahribatsız muayene yapılacaktır ve testin sonuçları belgelendirilecektir.

10. Tamir Kaynakları

Yukarıda belirtilen kurallardan muafiyetler, kanıtlanmış belirli durumlar için tamir kaynaklarında yapılabilir. Ancak **TL**'nin uzmanı iş başlamadan planlanmış kaynakların doğası ve kapsamı ile ilgili bilgilendirilecektir ve **TL**'nin uzmanının planlanmış muafiyetlere itirazı olmayacaktır.

11. Üretim Testi

Üretim testi bileşenin tahribatsız muayenesini ve test parçalarının kalite denetimini (mekanik ve teknolojik testler) kapsar.

11.1 Tahribatsız Muayene

Tüm boyuna ve çevresel kaynaklar, tam boyları boyunca tahribatsız muayeneyte tabi tutulacaklardır. Bunlar ayrıca gerekliyse yüzey çatlaklarına karşı muayene edileceklerdir. Bu testler Bölüm 10'a göre yapılacaklardır.

Çevresel kaynaklar için, kaynak boyunun < 30 mm olduğu durumlarda kaynak boyunun %25'inin test edilmesi yeterlidir. Ancak boyuna kaynaklardaki tüm birleşimler test edileceklerdir.

Bileşenin nihai ısıl işlemi yapılmadan testler yapılmayacaktır.

Tahribatsız muayeneler sonucunda kaynakta herhangi bir büyük kusur ortaya çıkmayacaktır. Bu kusurlar, çatlak, yancidar erimesi eksikliği ve tek taraflı kaynaklarda yetersiz kök nüfuziyeti gibi durumlar kapsar. Gözenek ve cüruf gibi diğer kusurlar tanınmış kodlara göre, örneğin AD code HP 5/3 ya da the ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section I, değerlendirileceklerdir.

Tahribatsız muayenelerin sonuçları; dokümante edilecek ve yapısal muayene zamanında değerlendirilmek üzere **TL**'nin uzmanına sunulacaktır.

11.2 Test Parçalarının Kalite Testi

Aşağıdaki testler, birleşen ile aynı zamanda boyuna kaynağın bir uznatısı olarak kaynaklanmış bir test parçasında yapılacaktır (bakınız Madde 11.3.6 ve11.4):

- Şekli EN ISO 4136'a göre belirlenmiş iki numunede çekme testi. Ancak test boyu kaynak genişliği + en az 80 mm olacaktır.

- EN ISO 5173'e göre dört enine eğme test numunesinde teknolojik eğme testi (çekmeye maruz kalan kaynağın her iki karşılıklı kenarında ikişer numune). Çekme tarafında, kaynak takviyesinin makine ile işlenerek kesilmesinden sonra test parçasının orjinal yüzeyi mümkün olabilen en büyük içeriği ile korunacaktır. Büyük çökükler, örneğin dip oyulması ve kök çentikleri, tamir edilmeyecektir.

- EN ISO 9016 (EN ISO 148-2)'e göre ISO V-Çevtik numunelerinde çentik çubuk darbe

testleri, çentiğin test parçasının yüzeyine dik olacak şekilde alınması suretiyle, kaynak metalinin merkezinden alınan üç numune üzerinde yapılacaktır.

Test sıcaklığı ve test gereklilikleri Tablo 13.2'de gösterilmiştir.

- Bir numunenin (makrografik numune) yapısal muayenesi; Alaşım 1 çelikleri için mikrografik muayene de gereklidir.
- ISO 17636'e göre radyografik muayene, test parçasının bölümlere ayrılmasından önce yapılacaktır.

Ayrıca, eğer çalışma sıcaklığı 350 °C'i geçerseTL uzmanınca kararlaştırıldığı gibi aşağıdaki testler yapılacaktır:

- %0,2 akma gerilmesinin çalışma sıcaklığında belirlenmesi için ≥ 20 mm durumunda kaynak metalinden alınan numune (DIN 50125'e göre L_0 = 5 d olan silindirik numune) üzerinden EN ISO 5178 (EN ISO 6892-1)'e göre çekme testi

ya da

- Yükseltilen sıcaklıktaki mekanik özellikleri belirleyen bileşenlerdeki kaynak metalinin analizi.

Minimum çekme mukavemeti ≥ 440 N/mm^2 olan malzemeler ve kaynak sonrası ısıl işleme maruz bırakılan alaşım 1 çelikleri için, test parçalarına ayrıca ana malzemeden haddeleme doğrultusuna göre enine alınan numuneler üzerinde bir çekme testi ve bir çentik çubuk darbe testleri uygulanacaktır.

11.3 Kalite Testi için Test Parçalarının Sayısı, Alınması ve Boyutları

11.3.1 İlk Altı Kabuk Halkası için Yöntem

Eğer daha gelişmiş değerlendirme ilk kez kullanılıyorsa ya da yeni tip ya da kalite malzemelerin eklenmesiyle genişletilmişse, ilk altı kabuk halkasının her birinin bir nihayetinde konumlanmış bir test parçası kabuk halkaları ile birlikte kaynatılacak ve test edilecektir. Aksi belirtilmemişse 11.4'te belirtilen numuneler bu test parçasından alınacaktır. Bu üretim testleri için gerekli test parçaları, birleşen için kullanılacak levhalardan alınacaktır. Her eriyik kapsanacaktır.

11.3.2 Yedinci ve Daha Sonraki Kabuk Halkaları için Yöntem

Test parçalarının hazırlanması ve sayısı kaynak sonrası ısıl işlemin gerekli olup olmadığına bağlıdır: bakınız H.2.

11.3.3 Isıl işlemin gerekli olmadığı bileşenler için, H.2.3'te belirtilen analitik limitlerin aşılmaması şartıyla, aşağıdakiler uygulanır:

- **Hazırlama:**

  Test parçaları kabuk halkası için kullanılan ile aynı tipte ve aynı mukavemet kategorisinde ve yaklaşık aynı kalınlıkta levhalardan alınabilir. ± 5 mm fark kabul edilebilir. Levhaların özellikleri Kısım 2 Malzeme Bölüm 3, 4, 5, 6 ve 7'e göre doğrulanmış olmalıdır.

- **Test Parçası Sayısı**

  Bir test parçası, kabuk halkalarının sayısına bağlı olmaksızın, her bir birleşenin boyuna kaynaklarından bir tanesinin uzantısı olarak kaynaklanacaktır.

11.3.4 Isıl işlemin gerekli olduğubileşenler için aşağıdaki uygulanır:

- **Hazırlama:**

  Mevzu bahis bileşen için kullanılacak test parçaları levhalardan alınır.

- **Test Parçası Sayısı:**

  Bir test parçası, kabuk halkalarının sayısına bağlı olmaksızın, her bir birleşenin boyuna kaynaklarından bir tanesinin uzantısı olarak kaynaklanacaktır.

  Eğer birleşen birden fazla eriyik malzemelerinden oluşuyorsa bir test parçası her eriyik için hazırlanacaktır. Eğer analitik

değerler sadece hafifçe değişiyorsa parça birden fazla eriyik malzemesinden oluşuyor olsa bile **TL**'nin uzmanı test parçası sayısını buna bağlantılı olarak azaltabilir.

11.3.5 Test parçalarının sayısı ve konumları Tablo 13.3'te gösterilmiştir.

Malzeme kategorisi başına en az 50 üretim testinden sonra **TL** ile anlaşarak hafifletmeler kararlaştırılabilir.

11.3.6 Test Parçası Boyutları

Her test parçasının boyutu, 11.4.2'de belirtilen numunelerin ve yeterli sayıda tekrar test numunesinin çıkarılmasına yetecek kadar olacaktır.

11.4 Test Parçalarının Kaynağı, Test Numunelerinin Sayısı ve Alınması

11.4.1 Test Parçaları Kaynağı

Test parçasının kaynak dikişi, kabuk halkasının son 300 mm ile birlikte üretim esnasında yapılacaktır. **TL** uzmanının, bu kaynak işlemi yapılırken orada bulunmaya hakkı vardır. Test parçasına, birleşene uygulanana benzer olduğu kanıtlanan ısıl işlem uygulanacaktır.

11.4.2 Test Numunesi Sayısı

Her kaynaklı test parçasından, 11.2'de belirtilen test numuneleri TL uzmanı tarafından damgalanacaktır ve test parçasından çıkarılacaklardır. Numuneler birbirlerine göre atlamalı olacak ve birbirlerine bitişik olarak bulunacaklardır.

Test parçasının kalanı tekrar testleri için ayrılacaktır. Bu kısım, kalan test parçasının numunelerin alındığı kısım ile bağlantılı olduğu aşikar olacak şekilde ayrıca damgalanacak

11.5 Gereklilikler

11.5.1 Mekanik ve Teknolojik Testler

Mekanik ve teknolojik testler Tablo 13.2'ye göre I.3 ile bağlantılı olarak yapılacaktır.

11.5.2 Tekrar Testi Numuneleri

Eğer 11.2'de belirtilen testlerden bir tanesi gerekli sonuçları veremezse her başarısız test kalan test parçasından alınan aynı tipte iki numunenin daha etst edilmesiyle tekrarlanacaktır. Tekrar test numuneleri gereklilikleri karşılarsa test koşulları sağlanmış olarak kabul edilir.

11.6 Tamamlayıcı Testler

Kırılma kesiti geçiş bölgesinde olan çentik çubuk darbe testleri ya da çeşitli doğrultularda radyografik muayeneler gibi ek testler eper yetkin uzman tarafından kaynağın değerlendirilmesi için özel durumlarda gerekli görüldüyse yapılacaktır.

Tablo 13.3 Test parçalarının sayısı ve konumları

	Isıl İşlem	
	gerekli	**gereksiz**
1. ve 6. kabuk halkaları arasında	Her kabuk halkası için birleşende kullanılacak levhalardan alınan bir test parçası. Her eriyik kapsanacaktır (bakınız I.11.3.1).	
Aşağıdakilerden oluşan 7. kabuk halkası ve daha sonraki bileşenler		
kabuk halkasında	Kabuk halkası için bir test parçası (bakınız I.11.3.2)	
Iki ya daha fazla kabuk halkası	Her bir birleşen için aynı mukavemetten ve yaklaşık aynı kalınlıkta levhalardan alınan bir test parçası (± 5 mm fark kabul edilebilirdir).	Farklı eriyiklerin kullanıldığı durumlarda her birleşen için bir test parçası ancak birleşenler için kullanılan levhalardan bir tanesinden her eriyik için bir test parçası alınacaktır.
Malzeme grubu için en az 50 üretim testinden sonra	**TL** ile anlaşılarak verilen hafifletmeler (bakınız TRD 201, Appendix 3, item 6)	

BÖLÜM 14

BASINÇLI KAPLARIN KAYNAĞI

Page

A. GENEL **14-** 2

1. Kapsam

2. Diğer İlgili Kurallar

3. Kaynakların Değerlendirilmesi

B. KAYNAK İŞYERLERİNİN VE KAYNAK PERSONELİNİN ONAYI **14-** 3

C. KALİTE DENETİMİ, SORUMLULUK **14-** 3

D. MALZEMELER, KAYNAĞA UYGUNLUK **14-** 4

E. KAYNAK DOLGU MALZEMELERİ VE YARDIMCI MALZEMELER **14-** 4

F. KAYNAK YÖNTEM TESTLERİ **14-** 4

1. Genel

2. Test Parçalarının Kaynağı, Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS)

3. Test Prensipleri, Kapsamnın Sınırlandırılması

4. Testler, Testlerin Kapsamı

5. Test Gereklilikleri

6. Numunelerin Saklanması

7. Geçerlilik, Kaynak Yöntem Testlerinin Uzatılması

G. KAYNAK TEKNİĞİ **14-**8

H. KAYNAK SONRASI ISIL İŞLEM **14-**11

I. KAYNAKLI BİRLEŞENLERİN MUAYENESİ **14-**12

Ön Uyarı:

Basınçlı kapların kaynak işlemleri ile ilgili olan aşağıdaki kurallar, uygulamanın AD Kodlarına uygundur ya da bunları kapsar. ***TL*** *onayına bağlı olarak başka uygulama kodları (ASME Kazan ya da Basınçlı Kap Kodu, BölümVIII), kaynaklı basınçlı kapların üretim ve testi için uygulanabilir (aşağıdaki kurallar benzer şekilde uygulanacaktır). Ayrıca bakınız Bölüm 1, B.1.4.*

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, iç çalışma basıncına dayanacak şekilde dizayn edilmiş aşağıdaki kaynaklı çelik tankların, kapların ve proses ekipmanının üretimine ve testine uygulanır.

1.1.1 Nominal akma mukavemetleri 380 N/mm^2'e kadar olan alaşımlı ve alaşımsız ferritik çeliklerden imal edilmiş tanklar, kaplar ve proses ekipmanı.

1.1.2 Östentik paslanmaz çelikten yapılan tanklar, kaplar ve proses ekipmanı.

1.1.3 Soğutularak sıvılaştırılmış gazların taşınması için sıfırın altındaki sıcaklıklara dayanıklı çelikten imal edilmiş kargo tankları **(1)** ve proses kapları.

1.2 1.1'de belirtilenler dışındaki malzemelerden imal edilmiş tanklar, kaplar ve proses ekipmanı **TL** tarafından tanınmış teknik kodlara göre üretilebilir ve test edilebilir. Tanınmış teknik kod örnekleri, "Arbeitsgemeinschaft für Druckbehälter" (Basınçlı Kap Üretim Derneği) tarafından yayınlanmış AD Codes of Series HP'de belirtilen daha kapsamlı gerekliliklerdir.

1.3 Diğer işlemler vasıtasıyla (lehimleme, bağlama) birleştirilen tankların, kapların ve proses ekipmanının dizaynı ve testi, her bir durum için üretici ve TL Merkez Ofisi arasındaki anlaşmaya tabi olacaktır (bakınız Bölüm 1 A.1.1).

(1) *Bağımsız "Tip C" Tanklar*

2. Diğer İlgili Kurallar

2.1 **TL** Kuralları Kısım 4 Makine Kuralları Bölüm 14'ün hükümlerine, basınçlı kapların ve proses ekipmanının tasarımı ve boyutlandırılmasında ayrıca uyulacaktır.

2.2 Kimyasal maddelerin taşınması için tasarlanmış kargo tankları ayrıca Kısım 8 Kimyasal Tankerler Bölüm 1'in hükümlerine tabidir.

2.3 Soğutulmuş sıvılaştırılmış gazların taşınması amacıyla tasarlanmış kargo tankları ve proses kapları ayrıca Kısım 10 Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri'nin hükümlerine tabidir.

3. Kaynakların Değerlendirilmesi

3.1 Basınçlı kaplarda ve proses ekipmanlarında, çekme gerilmesine maruz kalan boyuna kaynaklar (sıvılaştırılmış gazların taşındığı kargo tanklarındaki bu tarz kaynaklar hariç), genel olarak V = 0,85'e kadar bir kaynak faktörü ile değerlendirilebilir. Ancak Bölüm 1 ve 2 ve D, E, G ve H'de belirtilen gerekliliklere uymaları gerekmektedir.

I.4'e göre bir üretim testi ve tahribatsız muayenenin tamamlanmış birleşene başarı ile uygulanması şartı ile v = 1,0'e kadar daha yüksek bir değerlendirme kullanılabilir.

3.2 Sıvılaştırılmış gazların taşınacağı kargo tankları, bunlara ait boyuna kaynakların en az v = 0,95'lık bir kaynak faktörüne göre değerlendirilebileceği şekilde inşa edileceklerdir. Bir diğer koşul ise I.4'te belirtilen üretim testlerinin ve tahribatsız muayenelerin başarı ile gerçekleştirilmesidir.

v = 1,0'e kadar daha yüksek bir değerlendirme, eğer malzeme karakteristikleri, kaynaklı birleşimin tipi ve yükleme tipi mümkün kılarsa ve TL daha yüksek değerlendirmeyi onaylarsa uygulanabilir.

B. Kaynak İşyerlerinin ve Kaynak Personelinin Onayı

1. Bu kurallar kapsamında kaynak işleri yürüten

tüm kaynak iş yerleri, Bölüm 2'de belirtilen uygulanabilir kaynak iş yeri ve personel gerekliliklerini sağlayacak ve **TL** tarafından onaylanmış olacaktır. Onay başvuruları, kaynak işleri başlamadan yeterli bir zamanda kaynak iş yerleri tarafından yapılacak ve Bölüm 2 A.3'te belirtilen dokümantasyonu ve bilgiyi içerecektir.

2. Kaynak personeli (kaynakçılar ve kaynak gözetmenleri) ve uygulanabilirse muayenecileri ve muayene gözetmenleri Bölüm 2 B.2, B.3 ve B.4'te belirtilen gerekliliklere uyacaktır ve **TL** tarafından tanınacaktır. Kaynakçı yeterlilik testleri için Bölüm 3'e bakınız.

C. Kalite Denetimi, Sorumluluk

1. Üretici, resimleri ve en az aşağıdaki bilgileri içeren diğer dokümanları **TL**'ye incelenmesi için gönderecektir:

- Kullanılacak malzemeler ve kaynak dolgu malzemeleri,
- Kaynak yöntemi ve kaynağın konumu ve şekli,
- Gerekli ise, ısıl işlemin tipi,
- Kabul edilebilir çalışma basıncı,
- Hesaplanan sıcaklık ya da sıfırın altındaki sıcaklıklara dayanıklı çelikten imal edilmiş kaplarda minimum dizayn sıcaklığı,
- İşletim sıcaklığı,
- Test basıncı,
- Hesap için temel olarak kullanılan kaynak faktörü,
- Tahribatsız muayenelerin doğası ve kapsamı,
- Üretim testlerinin doğası ve kapsamı.

2. Bir birleşenin kalitesi ya da iyi çalışma sırası garanti edilemezse ya da üretim dokümanlarındaki (örneğin üretim resimleri) yetersiz ya da kayıp bilgi sebebiyle şüphe mevcutsa, **TL** uygun iyileştirmeler talep edebilir.

3. Kaynak iş yerleri, üretim sırasında ve kaynak işinin tamamlanmasından sonra düzenli kurum içi kalite denetimleri ile, işin ehil bir şekilde ve tatmin edici olarak yapıldığını güvence altına alacaktır (Bakınız Bölüm 1,F). Kaynak gözetmeninin görevleri ve sorumlulukları için ayrıca bakınız ISO 14731.

4. Kaynak işyerleri, kaynak işlerinin buradaki kurallara, onaylı üretim dokümanlarına, onaylı dokümanlarda belirtilen her türlü koşula ve en son kaynak uygulama teknolojisine uygunluğunun sağlanmasından sorumludur. **TL** Sörveyörünce yapılan muayeneler ve kontroller, kaynak iş yerlerini bu sorumluluktan muaf tutmaz.

5. Her bir iş bazında, altsözleşme yapılması, tedarikçi kullanılması ya da onaylanmış ya da onaylanmamış olarak kaynak iş yerinde çalışan dış firmalar (taşeronlar) ile ilgili olarak Bölüm 1,F'e bakınız. İşin taşerona verilmesi ya da geçici işçi kullanılması, **TL**'ye bildirilecektir.

6. Gerekli kalite denetimlerinin kapsamı mevzu bahis olan inşa projesine bağlıdır. Ancak uygun malzeme, kaynak dolgu malzemesi ve yardımcı malzemelerin kullanıldığından ve kaynak hazırlaması, montajı, punta ve nihai kaynakların yapılması ve kaynaklı birleşimin tamamlanışının 3'te belirtilen gerekliliklere uyduğundan emin olunacaktır. Kaynaklı birleşimlere ait yapılacak tahribatsız muayeneleri ve üretim testleri için bakınız I.

7. İç denetimden ve eğer gerekli ise tamirden sonra parçalar **TL** Sörveyörü'ne, üretimin uygun aşamalarında sunulacaktır. Bu amaçla bunlar kolaylıkla ulaşılabilir olacaklar ve normal olarak kaplanmamış durumda bulunacaklardır.

Önceki muayenenin yetersiz olduğu durumda sörveyör bileşenleri reddedebilir ve tatmin edici iş yeri muayenesinden ve gerekli tamir işinden geçtikten sonra tekrar kendi muayenesine sunulmasını isteyebilir.

8. **TL**, kendi sörveyörlerince belirtilen kapsamda (genelde rastgele olarak) muayene edilen tüm birleşenlerin ve kaynaklı birleşimlerin; şartlara uygun olarak üretildiğini ve her açıdan gerekliliklere uyduğunu garanti etmekle yükümlü değildir. Daha sonra kusurlu

olduğu ortaya çıkan birleşenler ya da kaynaklı birleşimler, Kabul testi yapılmış olsa bile reddedilebilir ya da bunların tamir edilmesi talep edilebilir.

D. Malzemeler, Kaynağa Uygunluk

1. Seçilen malzemeler, amaçlanan hedefe uygun olmalı ve mekanik ve termal gerilmeler için toleransa sahip olmalıdır. Daha sonraki işlemlere tabi olan malzemelerin karakteristikleri, işletim yüklerine karşı gelebilecekleri şekilde olacaktır.

2. Kaynaklı yapılar, sadece kanıtlanmış kaynağa uygunluğa sahip ana malzeme kullanılarak yapılabilir. Kullanılacak malzemeler Kısım 2 Malzeme Kurallarının ilgili bölümlerinde belirtilen gerekliliklere uyacaktır. Diğer karşılaştırılabilir malzemeler sadece **TL**'nin her bir durum için onay vermesi durumunda kullanıabilir.

3. Kargo tankları ve sıvılaştırılmış gazlar için proses basınçlı kapları malzemeleri ayrıca belirtilen test sıcaklığında darbe enerjisi gerekliliklerini karşılamalıdır. Ayrıca bakınız Tablo 14.3.

E. Kaynak Dolgu Malzemeleri Ve Yardımcı Malzemeler

1. Kaynak dolgu malzemeleri; kaynaklı birleşimin ana malzemeye, işletim sıcaklığına ve hizmet koşullarına uygun olacak şekilde yapılmasını sağlayacaktır. Kaynak dolgu malzemelerinin uygunluğu ayrıca; daha sonraki işlemlerde öne çıkan koşullar altında da doğrulanacaktır.

2. Kullanılan tüm kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler (örneğin örtülü elektrotlar, tel-gaz kombinasyonları, vb.) **TL** tarafından Bölüm 5'e göre onaylanmış olmalıdır. Ancak bunlar kaynak yöntem testi ile aynı zamanda test edildiyse ve kullanıcının işleri ile sınırlıysa ayrıca onaylanabilir (bakınız Bölüm 4 B.3.2 ve Bölüm 5 A.1.4).

3. Sıfırın altı sıcaklıklara dayanıklı olan çelikler için kaynak dolgu malzemeleri ayrıca belirtilen test sıcaklıklarında kaynak metali darbe enerjisi gerekliliklerini karşılayacaktır; bakınız Tablo 14.3.

4. Eğer oluşan kaynak metalinin mukavemetinin ana malzemelerinkinden düşük olduğu benzer olmayan malzemeden yapılmış kaynak dolgu malzemelerinin özel durumlarda kullanılması gerekli ise (örneğin %9 Nikel çeliği ile östenitik dolgu malzemeleri) kapların dizayn hesapları için uygun toleranslar bırakılacaktır.

5. Yöntem onay dokümanında bir üreticinin ya da marka ismi (bakınız F.3.5) ile belirtilen kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeleri, sadece **TL** tarafından onaylanan denk dolgu malzemeleri ile değiştirilebilir. Ancak bu durum ilgili onay dokümanında belirtilecektir. Bu sağlanamazsa **TL**'nin onayı alınacaktır.

6. Kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler sadece onaylanmış kaynak pozisyonlarında kullanılabilir. Üreticinin kaynak için tavsiyeleri ve talimatları (akım tipi ve polarite) takip edilecektir.

7. Kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler (özellikle hidrojen kontrollü, bazik örtülü elektrotlar ve bazik kaynak tozları), kullanılmadan önce üreticinin talimatlarına göre kurutulacaktır (minimum kuruma zamanı izlenecektir) ve iş yerinde kuru bir yerde stoklanacaktır (ısıtılmış konteynerlerde ya da benzeri).

F. Kaynak Yöntem Testleri

Ön Uyarı:

Bu kuralların önceki yayınlarının aksine kaynak yöntem testleri uygulanabilir şekilde EN ISO 15607-EN ISO 15614'e göre yapılacaktır. Bu paragraf temel olarak EN ISO 15614-1'de belirtilenleri ve bunlardan daha katı olan basınçlı kapların kaynağına uygulanabilecek gerekliliklerı içerir.

1. Genel

Sadece, tatmin edici operasyonel kullanımı ve yeterli kalite özellikleri kullanıcı iş yerinde üretim koşullarında kaynak yöntem testinin bir parçası olarak doğrulanmış kaynak yöntemleri kullanılacaktır. Bölüm 4'te verilen genel gerekliliklere uyulacaktır. Kaynak yöntemleri, mevzu bahis belirli bir kaynak iş yeri için **TL** tarafından onaylanacaktır.

2. Test Parçalarının Kaynağı, Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS)

2.1 Tüm ana parametreleri belirten ön "üreticinin" kaynak yöntem şartnamesi (pWPS), test parçalarının kaynağı için kaynak iş yeri tarafından uygulanabilir şekilde EN ISO 15609-1'a göre oluşturulacaktır.

2.2 **TL** uzmanı, test parçalarının kaynaklanması için, isimleri üretici tarafından verilen kaynakçılardan birini seçecektir.

2.3 Test parçaları, özellikleri Kısım 2 Malzeme Kuralları Bölüm 3, 4, 5, 6, 7, 10'a göre kanıtlanmış olan malzemelerden yapılacaktır. Kaynaklı birleşimlerin; ön ısıtma, ısıl işlem ve benzeri ile ön işleme ve işlem sonrası işleme tabi tutulması sadece mevcut üretim esnasında bu malzemeler için tanımlandıysa gerçekleştirilebilir.

2.4 Kaynakların ve üretim işleminde kullanılan kaynak pozisyonlarının tiplerine ait yeterlilikler, kaynak yöntem testinde belirlenecektir.

2.5 Test parçalarının formu ve boyutları EN ISO 15614-1'de belirlenmiş ya da uygulanabilirse 2.6 ve 2.7'de belirtilmiştir.

2.6 Sıvılaştırılmış gazların taşınması için tasarlanmış kargo tankları için levha test parçaları Şekil 14.1'de görüldüğü gibi oluşturulacaktır.

2.7 Sıvılaştırılmış tankların taşınması için yapılan tanklardaki köşe kaynaklarının oluşturulması için aşağıdakiler yapılacaktır:

- Her kaynak pozisyonu için yaklaşık 300 mm boyundaki bir köşe kaynaklı test parçası (bakınız Şekil 14.2).

- Merkez boyuna perde ile tank cidarları arasındaki birleşimden, her kaynak pozisyonu için yaklaşık 300 mm uzunluğunda bir adet Y test parçası (bakınız Şekil 14.3) (uygulanabilirse örneğin bilobe tankları için)

3. Test Prensipleri, Kapsamnın Sınırlandırılması

Kaynak yönteminin yeterliliği, kaynak yöntem yeterlilik testleri vasıtasıyla EN ISO 15607'e, çelik için EN ISO 15614-1'e göre doğrulanacaktır.

Test, Madde 3.1'den 3.7'ye kadar belirtilen limitler içinde geçerlidir.

Kaynak yöntem testinin kapsamı **TL** tarafından yazılı olarak belirlenecektir. Her türlü muafiyet, kapsamı **TL** tarafından kararlaştırılacak bir tamamlayıcı testin yapılmasını gerektirir. Üretim testleri tamamlayıcı testler olarak tanımlanabilir.

3.1 Malzeme Grupları

EN ISO 15614-1'nun gruplama sistemi ötesinde ve dışında aşağıdaki hükümlere uyulacaktır:

- Belirli korozyon koşullarını sağlamak zorunda olan malzemeler için (örneğin kostik çatlağa karşı direnç), kaynak yöntem testleri bu koşullara göre ayarlanacaktır.

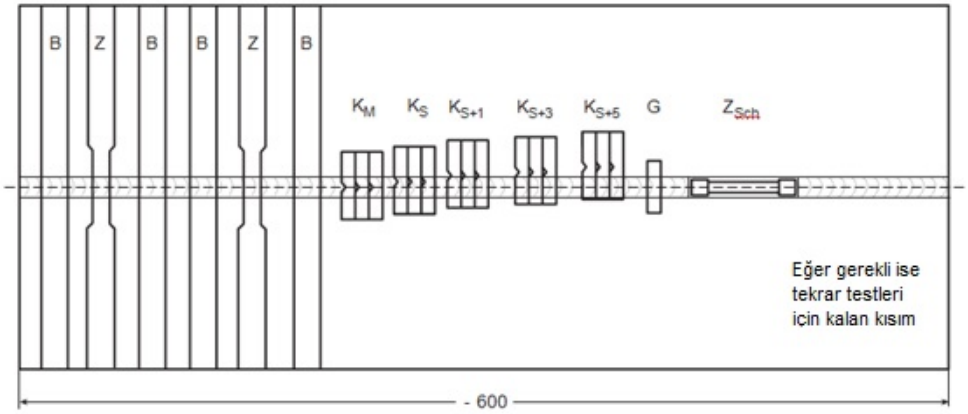
- Grup 1'de öldürülmüş çelik üzerinde yapılan kaynak yöntem yeterlilik belirlenmesi, eğer bunlar bazik örtülü elektrotlar ya da bazik toz ihtiva eden tel akı kombinasyonları kullanılarak kaynaklanmadıysa öldürülmemiş çeliklere uygulanamaz.

- Onay ayrıca EN ISO 15614-1'de belirtilenlere ek olarak aşağıdaki malzeme kombinasyonları için de verilir. Fakat aşağıdaki koşullara uyulacaktır (Bakınız Tablo 14.1)

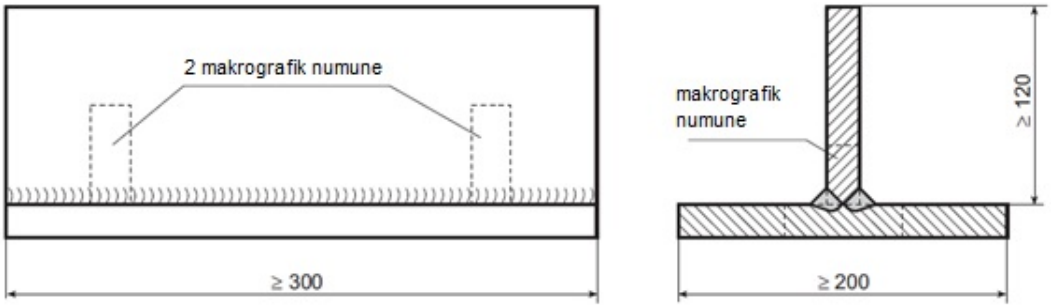
- EN ISO 15614-1'den farklı olarak, grup 2'ye kaynaklanan bir grup 9 kombinasyonu için mevcut olan bir kaynak yöntem testi, grup 3'e kaynaklanan grup 9 kombinasyonunu kapsamaz.

- Malzeme birleşimine ve/ya da gerekli kaynak sonrası işlem tipine bağlı olarak **TL** ayrıca kaynak yöntem testinde kullanılan ana malzeme kapsamını kısıtlayabilir.

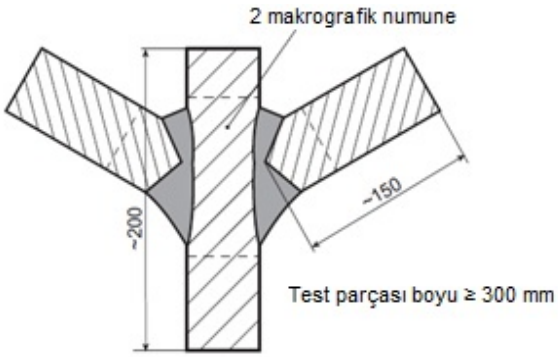
- Kargo tanklarının ve proses kapların üretiminde kullanılan malzemeler için test sadece muayene edilen çelik kalitesine uygulanır.



Şekil 14.1 Kargo tankları için test parçası



Şekil 14.2 Köşe kaynaklı test parçası



Şekil 14.3 Y test parçası

3.2 Kaynak prosesi

Tanıma, sadece kaynak yöntem testinde kullanılan kaynak prosesine uygulanır.

3.3 Gaz Kaynağı

Gaz kaynağında, cidar kalınlığı t'de uygulanan bir test; 0,75 t ÷ 1,25 t cidar kalınlık aralığına uygulanacaktır.

3.4 Kaynak Parametreleri

Çok pasolu kaynaklara uygulanan kaynak yöntem testleri tek pasolu kaynaklara uygulanmayacaktır.

3.5 Kaynak Dolgu Malzemeleri ve Yardımcı Malzemeler

EN ISO 15614-1'in gereklilikleri; eğer dolgu metali aynı tiptense ve kaynak yöntem vasıflandırması kapsamında olacak şekilde **TL** tarafından onaylandıysa uygulanmayacaktır (bakınız E.5).

3.6 Isıl İşlem

Kaynak yöntem testi, test ile aynı zamanda mevcut olan ısıl işlem görmüş duruma da uygulanır. Test parçasının ısıl işlemi, parçanınki ile karşılaştırılabilir olan ısıl işlem durumunun sağlanacağı şekilde gerçekleştirilecektir.

Tablo 14.1 Bir çelik grubu ya da kombinasyon kaynağı için mevcut kaynak yöntem vasıflandırması

Bir çelik grubu ya da kombinasyon birleşimi için mevcut kaynak yöntem vasıflandırması	Aşağıdaki kombinasyon birleşimleri için uygun
4 ile kaynaklanmış 5 (10CrMo9-10)	5 ile kaynaklanmış 4 (13CrMo4-5) 1 ile kaynaklanmış 4 2 ile kaynaklanmış 4 (R_e < 430 N/mm^2)
5	1 ile kaynaklanmış 5 2 ile kaynaklanmış 5
4 ile kaynaklanmış 6	5 ile kaynaklanmış 6 2 ile kaynaklanmış 6 1 ile kaynaklanmış 6

3.7 Özel Durumlar

Özel durumlar için (örneğin ısıdan etkilenen bölgenin sertleşmesi dolayısıyla çatlak şüphesi oluşabilecek çeliklerin üretimi esnasında yapılacak zor tamirler, izdüşüm kaynakları, kaplama çeliklerinin kaynağı, punta kaynakları) bu belirli durumlar için ayarlanmış kaynak yöntem testleri gereklidir. Gerekli testler ve bunların kapsamı her bir durum için ayrı ayrı **TL** tarafından belirlenir.

4. Testler, Testlerin Kapsamı

Hem tahribatsız hem tahribatlı muayeneleri kapsayan testler, EN ISO 15614-1'e göre yapılacaktır.

EN ISO 15614-1'den farklı olarak aşağıdaki numuneler ayrıca test parçalarında alınacaktır:

4.1 Kaynaklı birleşimden doğan kaynak metalinin etkisinin kayda değer olduğu malzemelerde, 20 mm'den kalın test parçalarından çapı 10 mm, L_0 = 5 d olan bir adet tüm kaynaklı çekme test numunesi alınacaktır.

Bu durum, malzeme grubu 2 (sadece yüksek sıcaklıklı çelikler), 4 ve 6 olan çeliklere uygulanacaktır. Bu test ayrıca kaynak sonrası ısıl işlemin belirtildiği grup 7 malzemelerine uygulanacaktır.

4.2 Çentik çubuk darbe test numuneleri, cidar kalınlığı 5 mm'den daha büyük olduğu durumlarda her kaynak pozisyonunda kaynak metalinin merkezinden alınacaktır:

4.3 Çentik çubuk darbe test numuneleri, ayrıca malzeme grupları 2, 4, 5, 6, 7 ve 9 (delta ferritin kaynak metaline oranı ≤ % 3) ve cidar kalınlığı ≥ 10 mm ise her kaynak pozisyonu için kaynak sınırlarından da alınacaktır.

4.4 Alaşım çelikleri **(2)** için belirlenen micrografik numune. Buna ait yapı tanımlanacak ve fotograflar vasıtası ile doğrulanacaktır.

4.5 Alaşım çelikleri için kaynak metalinin analizi **(2)**.

4.6 4.2 ve 4.3'te belirtilen hükümlerin aksine, çentiği levha yüzeyine dik olan 3 adet çentik çubuk darbe test numunesinden her biri, kaynak metalinin(KM) merkezinden, kaynak sınırından(erime hattı KS) ve ayrıca ısıdan etkilenmiş bölgede erime hattından levha test parçaları için, kargo tankları için, sıvılaştırılmış gazların taşındığı kargo tankları için 1, 3, 5 mm öteden (K_{S+1}, K_{S+3}, K_{S+5}) alınacaktır; bakınız Şekil 14.1.

5. Test Gereklilikleri

Test parçasındaki düzensizlikler, ISO 5817'ye göre B kalite seviyesi için belirtilen sınırlarda kalacaktır. Bu duruma ait muafiyetler: aşırı kaynak takviyesi (alın ve köşe kaynakları), aşırı kök takviyesi ve kalite seviyesi C'nin kapsamında kalan aşırı köşe kaynağı kalınlığı.

---

(2) *Çeliklerin sınıflandırılması için (alaşımsız ve alaşımlı), bakınız EN 10020.*

Mekanik ve teknolojik testler için Tablo 14.2 uygulanacaktır. Sıvılaştırılmış gazları taşıması amaçlanan kargo tankları ve proses kaplarına ait darbe enerjisi gereklilikleri Tablo 14.3'te verilmiştir.

6. Numunelerin Saklanması

Test edilmiş numuneler ve test parçalarının kalan kısımları, kaynak yöntem testi raporu tamamlanıncaya kadar saklanacaktır (Ayrıca bakınız Bölüm 4 C.3)

7. Geçerlilik, Kaynak Yöntem Testlerinin Uzatılması

Bir kaynak yöntem testinin geçerliliği genellikle 1yıldır ancak verildiği zamanda mevcut olan ön koşulların önemli ölçüde değişmemiş olması gerekmektedir. Bu geçerlilik düzenli üretim testleri vasıtası ile devam ettirilebilir (bakınız I.4).

Üretim testlerine ve kaynaklı birleşimlere uygulanan testlere (bakınız I) ek olarak, tahribatsız muayeneler (verilen kesin önkoşullarda) ayrıca **TL** tarafından geçerliliğin devam ettirilmesi için tanınabilir.

Kaynak yöntem testi, eğer basınçlı kapların ya da basınçlı kap bileşenlerinin üretimi esnasında bir yılı aşkın bir kesinti mevcutsa tekrarlanacaktır.

G. Kaynak Tekniği

1. Kaynaklar, bunlara ait tüm kesitte tam nüfuziyet sergileyecektir ve herhangi bir çatlak ya da eksik erime gibi kusurlar ihtiva etmeyecektir. Mümkün olduğunca kök oluğu açılacak ve arka kapak ile kapatılacaktır.

Eğer çevresel kaynaklarda arka kapak kullanıldıysa bunlar kaynaktan sonra kaldırılmalıdır. Bu gereklilik, iç tarafa ulaşım mümkün olmadığı küçük kaplarda uygulanmayabilir.

2. Aynı kalınlıktan levhaların kaynaklanması sırasında kenar hizlaması aşağıdaki değerleri aşmayacaktır:

- Her iki taraftan kaynaklanan dikişler:

  0,15 × levha kalınlığı (mm), (maksimum 3 mm)

- Sadece tek taraftan kaynaklanan dikişler:

  0,10 × levha kalınlığı (mm), (maksimum 2 mm).

Kaplama levhalardan üretilen kaplar için daha küçük bir hizalanmama toleransı, kaplamanın kalınlığına bağlı olarak gerekli olabilir.

3. Kalınlıkları birbirlerine göre %20 ya da 3 mm kadar farklılık gösteren levhaların kaynaklandığı durumlarda kalın levha kalınlığı, ince levha kalınlığına maksimum 30°'de pah kırılarak indirilecektir.

4. Birkaç halkadan oluşan kabuklar için boyuna kaynak dikişleri kademeli olarak yapılacaktır. Yönlendirme açısından; kademe, levha kalınlığının 4 katı olacak fakat en az 100 mm olacaktır.

5. Kabuk halkaları, dip ve tüpler arasındaki köşe kaynaklı üstüste bindirilmiş birleşimlere sadece cidar kalınlığı 8 mm olan çevresel kaynaklar gibi özel durumlarda izin verilir ancak bindirmenin her iki tarafı da kaynaklı olacaktır. Bu birleşimler sıvılaştırılmış gazlar için kullanılan kargo tankları ve proses kapları için kullanılmaz.

6. Üretimde ya da kullanım esnasında ters koşullar altında eğilme gerilmelerine maruz kalan köşe kaynakları ve benzer kaynaklı birleşimler, sadece eğer TL yapım yönteminden herhangi bir şüphe duymazsa izin verilebilir.

7. Kaynakların içinde ya da hemen bitişik olan deliklerden veya cugullardan, özellikle boyuna kaynaklarda mümkün olduğunca kaçınılacaktır.

8. Cidarlarda basınç altındaki alın kaynakları, donanıma ait köşe kaynaklarınca kesilmemelidir. Eğer kap kaynakları ile donanım kaynaklarının kesişimi engellenemiyorsa kaba ait alın kaynağı bölgesinde, donanım üzerinde yeterli genişlikte kaynak geçiş açıklığı oluşturulacaktır.

Tablo 14.2 Çelikteki kaynaklı birleşimlere uygulanabilir test gereklilikleri

Test tipi	Gereklilikler		
Kaynağa göre enine yapılan çekme testi	Ana malzeme için belirtilen ya da kaynak dolgu malzemelerinin uygunluğunun değerlendirmesinde belirtilen çekme mukavemeti		
Kaynak metalinin bir numunesinde çekme testi	Akma mukavemeti ya da % 0,2 uzama gerilmesi, çekme mukavemeti ve uzama, ana malzeme için belirtilen ya da kaynak dolgu malzemelerinin uygunluğunun değerlendirmesinde belirtilendir.		
Kaynağın merkezinden alınan ISO V-çentik numunesinde yapılan çentik çubuk darbe testi	Ortamın sıcaklığı **(1)** -10 °C ya da üzerindeyse: Ana malzeme için enine doğrultuda belirtildiği gibi. Test sıcaklığı ana malzemenin testinde verilen sıcaklıktır ancak -10 °C'den az olmayacaktır. Ferritik-östentik, östentik ve nikel bazlı kaynak dolgu malzemeleri kullanılırken ≥ 40 J.		
	Ortamın sıcaklığı **(1)** -10 °C'dan düşükse: Minimum çalışma sıcaklığında, ferritik kaynak dolgu malzemeleri kullanılırken ≥ 27 J **(2),** feritik östentik, östentik ve nikel bazlı alaşım kaynak dolgu malzemeleri kullanılırken ≥ 32 J **(2)**		
Kaynak geçiş bölgesinden alınan ISO V-çentik numunesinde çentik çubuk darbe testi	Ortam sıcaklığı **(1)** -10 °C ya da üzeriyse: ≥ 27 J **(2)** ; test sıcaklığı ana malzemenin test sıcaklığıdır fakat -10 °C'den az olmayacaktır.		
	Ortam sıcaklığı **(1)** -10 °C'dan düşükse: ≥ 16 J **(2)**; çalışma sıcaklığında		
Teknolojik eğme testi	**Eğme açıları, Dereceler**	**Mukavemet Kategorisi (3)**	**Eğme mandrel çapı**
	180º**(4)**	Aşağıdaki özelliklere sahip ferritik çelikler: minimum çekme mukavemeti < 430 N/mm^2 minimum çekme mukavemeti ≥ 430÷460 N/mm^2	 2 × a 2,5 × a
	180º **(4)**	Östentik paslanmaz çelikler ve sıfırın altındaki sıcaklıklara dayanabilen östentik çelikler, Yüksek sıcaklık östentik çelikler, Minimum çekme mukavemeti ≥460 N/mm^2 olan ferritik çelikler	2 × a 3 × a 3 × a
	Eğer 180°'lik eğme açısı sağlanamazsa aşağıdaki uygulanır:		
	≥ 90º ya da < 90º	Uzama (L_0 = kaynak genişliği + cidar kalınlığı, kaynağa simetrik) ≥ ana malzemenin minimum uzaması A5 Kaynak genişliğinde uzama > 30 % **(5)** ve kırılmadaki kusursuz görünüş	
Metalografik Muayene	Kaynaklı birleşimin makrografik numunesi, tatmin edici bir kaynak yapısı ve kaynağın tam nüfuziyeti ortaya koymalıdır. Mikrografik kesit, çatlaklara karşı muayene edilecektir. Sadece sıcak çatlaklara izin verilebilir ve bunlar sayıca az olup bir bölgede yoğunlaşmış olarak bulunmayacaklardır. Ayrıca bu çatlakların malzeme ve uygulama açısından kabul edilebilirliği Sörveyör ile anlaşmaya varılacaktır.		
Sertlik testi	Isıdan etkilenmiş bölgedeki sertlik 350 HV 10'u geçmeyecektir. Dar geçiş bölgelerinde, bu değeri aşan sertlik pik değerleri eğer teknolojik testler gereklilikleri karşılıyorsa kabul edilecektir.		

(1) *Sıvılaştırılmış gazların taşındığı kargo tankları ve proses kapları, ilgili test sıcaklıklarında Tablo 14.3'te gösterildiği şekilde darbe enerjisi gerekliliklerine tabidir.*

(2) *Sadece bir darbe enerjisi değeri minimum ortalama değerden düşük olabilir ve bu fark sadece maks. %30'e kadar olabilir.*

(3) *Çekme mukavemet değerleri, kalınlığın en düşük olduğu alana uygulanır.*

(4) *180° gerekliliği, eğer eğme testi ISO 5173'e göre yapıldıysa ve yük destekler tarafından çatlak oluşmaksızın uygulanıyorsa karşılanmış kabul edilir.*

(5) *Benzer olmayan kaynak dolgu malzemeleri ile (örneğin; X8Ni9) kaynaklanmış çeliklerde, farklı değerler için **TL** ile anlaşmaya varılabilir.*

Tablo 14.3 Kargo tankları ve sıvılaştırılmış gazların taşındığı proses kapları için darbe enerjisi gereklilikleri

Çelik tipi	Minimum dizayn sıcaklığı [°C]	Kalınlık t [mm]	ISO V Numuneleri üzerinde çentik çubuk darbe testleri Test sıcaklığı	KV (J) min.
Karbon-Manganez Çelikleri	0	t ≤ 20 20 < t ≥ 40	0 °C -20 °C	Kaynak merkezi : ferritik dolgu malzemeleri için ≥ 27, östentik ve nikel bazlı alaşım dolgu malzemeleri için ≥ 32 Kaynak sınırı ve erime hattı: ≥ 27
%0,5 nikel çeliği içeren karbon manganez çelikleri	-55	t ≤ 25 25 < t ≤ 30 30 < t ≤ 35 35 < t ≤ 40	Minimum dizayn sıcaklığının **(1)** sağ taraftaki kadar altında fakat -20 °C 'yi aşmayacak. 5 K 10 K 15 K 20 K	
Aşağıdakileri içeren nikel alaşım çelikleri 1,5 % Nikel 2,25 % Nikel 3,5 % Nikel 5 % Nikel	-60 -65 -90 -105	t ≤ 25 25 < t ≤ 30 30 < t ≤ 35 35 < t ≤ 40	5K Minimum (– 65 °C) 10 K dizayn (– 70 °C) 15 K sıcaklığının (– 95 °C) 20 K **(2)** sağ taraftaki (– 110°C) kadar	
Aşağıdakileri içeren nikel alaşım çelikleri 5 % Nikel 9 % Nikel Östentik çelikler	 -165 **(3)** -165 -165	 t ≤ 25 **(4)** t ≤ 25 **(4)** t ≤ 25 **(4)**	 -196 °C -196 °C -196 °C	

(1) *Kaynak sonrası gerilme giderici ısıl işleme maruz bırakılan bileşenler için minimum dizayn sıcaklığının 5 K'lık altında ya da -20 °C'lik (hangisi daha büyükse) bir test sıcaklığı yeterli olabilir.*

(2) *Test sıcaklığı parantez içinde belirtilen değerleri aşmayacaktır.*

(3) *5 Ni çelik tipi sadece, -165 °C sıcaklıklar altında özel bir ürün uygunluk testinden sonra kullanılabilir.*

(4) *t > 25 mm için, gereklilikler için **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.*

9. Kap cidarları ve kubbeler arasındaki ve kubbeler ile bunlara karşılık gelen nozullar arasındaki dikişlerin kaynak hazırlaması, tanınmış standartlara göre yapılacaktır.

Nozullar, kubbeler ve basınçlı kaba nüfuz eden diğer parçalar arasındaki ve flenç, kap ve nozul arasındaki tüm kaynaklar; kabın ya da nozulun tüm kalınlığı boyunca tam penetrasyonla kaynaklanmalıdır.

Tam nüfuziyetle yapılmayan diğer birleşim tipleri, TL'nin rızasıyla kubbedeki küçük çaplı nozullar için kullanılabilir ve yukarıdaki durumdan muaftırlar.

10. Yataklar, tank ayakları ve kabın cidarlarında gerilme tetikleyici diğer donanımlar, kap cidarı ile yeterli ölçüde boyutlandırılmış dablin levhaları ile ya da geçiş parçaları ile birleştirilecektir.

11. Kabın cidarlarındaki gerilmeleri tetikleyebilecek soketlere, tank stifnerlerine ve donanıma ait köşe kaynakları birden fazla paso atılması suretiyle yapılacaktır.

12. Dablin levhaları, flençler, ayaklar ve kaldırma mapaları kabın dış hatlarına uyum sağlayacaktır. Tüm parçalar herhangi bir ısıl işlemden ve basınç testinden önce kaynaklanacaktır. Dablin ya da geçiş parçalarına daha önce bağlanan parçalar bu kuraldan muaftır.

13. Dış liflerin %5'ten (Silindirik kabuki halkaları için; Dm < 20 × s) fazla gerdirildiği soğuk şekillendirilmiş

alanlardaki ferritik çelikten yapılmış bileşenlerin kaynağına sadece soğuk şekillendirmenin etkilerinin uygun ısıl işlem vasıtasıyla elimine edilmesi durumunda izin verilebilir.

Bu genel olarak normalize ısıl işlemi ya da su verme ve temperleme vasıtasıyla sağlanmalıdır. Bu gereklilik, eğer malzemenin özelliklerinin amaçlanan kullanıma göre önemli ölçüde değişime uğramadığının kanıtlanması halinde uygulanmayabilir.

14. Bir kazan birleşeninde her kaynak, konumu tanınır ve ilgili kaynakçının her zaman tespit edilebileceği şekilde markalanacaktır. Bunların her ikiside; kaynağın uygun şekilde damgalanması ya da çizimlere, kaynak zaman cetvellerine ya da diğer kayıtlara giriş yapılmasıyla kanıtlanabilir.

H. Kaynak Sonrasi Isıl İşlem

1. Kaynaklı birleşenler, kaynaklandıktan sonra ilgili standartların hükümleri ya da **TL**'nin onay dokümanına göre ısıl işleme tabi tutulacaklardır.

1.1 Kaynak sonrası ısıl işlem normal olarak gerilme giderici ısıl işlemden oluşur.

1.2 Normalize ısıl işlem görmüş çeliklerden üretilen birleşenler, aşağıdaki koşulları sağlamaları durumunda normalize ısıl işlemden geçeceklerdir:

- Kaynaklı birleşimin gerekli karakteristikler sadece normalize ısıl işlem ile sağlanabiliyorsa

ya da

- Birleşen kaynaktan sonra sıcak şekillendirme gördüyse (Eğer sıcak şekillendirme, normalize ısıl işleme denk bir sıcaklık aralığında tamamlanmıyorsa)

1.3 Su verilmiş ve temperlenmiş çeliklerden üretilen parçalar, aşağıdaki koşulları sağlaması durumunda su verme ve temperlemeden geçeceklerdir:

- Kaynaklı birleşimin gerekli karakteristiklerinin sadece su verme ve temperleme ile sağlanması durumunda

ya da

- Birleşenin kaynaktan sonra sıcak şekillendirmeden geçmesi.

Hava ile sertleştirilmiş ve temperlenmiş çeliklerde, birleşenin sıcak şekillendirmesi tamamen normalize ısıl işleme uygulanabilir koşullarda gerçekleşmişse sadece temperleme yeterlidir.

1.4 Sıvılaştırılmış gazların taşınacağı karbon manganez ya da %0,5 nikel çeliğinden yapılmış ve -10°C'nin altındaki sıcaklıklarda çalışmak üzere tasarlanmış kargo tankları 2.4 uygulanmıyorsa gerilme giderici ısıl işleme tabi tutulacaktır.

1.5 Ferritik ya da östentik yapıdaki yüksek alaşımlı çelikler için ve sıfırın altındaki sıcaklıklara dayanıklı nikel alaşımlı çelikler (%0,5 nikel çeliği hariç) için ısıl işlemingerekliliği ve metodu ayrı olarak belirlenecektir (ayrıca bakınız Bölüm 9,E).

2. 1.4'te belirtilen tanklar hariç ısıl işlem aşağıdaki koşulların sağlanması şartıyla yapılmayabilir:

2.1 Kaynaktan önce malzemeler, ilgili standartlarda ya da **TL**'nin onay dokümanında belirtilen ısıl işlem uygulanmış durumda olmalıdır. Bu koşul aynı zamanda, eğer gerekli ısıl işleme uğramış durum sadece sonraki üretim esnasında gerçekleşiyorsa sağlanmış kabul edilir.

2.2 Birleşimlerdeki nominal cidar kalınlığı 30 mm'yi aşmayabilir.

2.3 Ana malzemenin ve kaynak metalinin kimyasal analizde (eriyik analizi) aşağıdaki içerik aşılmayabilir:

C %0,22, Si %0,50, Mn %1,40,
Cr %0,30, Cu %0,30, Mo %0,50,
Ni %0,30, V %0,20;

Bu bağlamda aşağıdaki koşullar ayrıca yerine getirilecektir:

$$Cr + Ni \leq \%0{,}30 \quad \text{and} \quad Mn + Mo + V \leq \%1{,}6 .$$

Bu koşullar, gevrek kırılmaya ve özel metalürjik önlemlerle sertleşmeye karşı dayanıklı hale getirilen çelikler için gevşetilebilir. Bunların uygunluğu ve özellikleri yeterli bir kanıtlama döneminden sonra **TL**'ye kanıtlanacaktır. Çeliklerin gevrek kırılmaya ve sertleşmeye karşı direnci ve kaynağa uygunluğu, yukarıdaki analitik limitlerin içinde kalan çeliklerinkine denk olacaktır.

Kaynak metali için C ≤ %0,10'de; Si içeriği ≤ % 0,75, Mn içeriği ≤ %2,0 ve Mn, Mo ve V içerikleri toplamı ≤ %2,5 olacaktır; ancak özellikle yüksek tokluğa sahip kaynak metal oluşturacak kaynak dolgu malzemeleri kullanılacaktır (örneğin bazik özelliklere sahip kaynak dolgu malzemeleri).

2.4 Eğer sıvılaştırılmış gazların taşınacağı karbon manganez çelikten ya da %0.5 nikel çelikten yapılmış ve -10°C altındaki sıcaklıklarda hizmet vermesi öngörülmüş kargo tanklarında, tüm yapıda tankın boyutlarından ötürü ısıl işlem mümkün değilse kaynaktan sonra mekanik gerilme giderme uygulanacaktır.

Bu amaçla karmaşık dizaynlarda (örneğin; kubbeler, hazneler, halkalar ve tank kasasına nüfuz eden diğer parçalar) öncelikle bitişik kabuğa ya da dibe kaynaklanmalı ve tank yapısına bağlanmadan önce bunlarla stres giderici ısıl işleme tabi tutulacaklardır.

3. Eğer karbon manganez ya da nikel alaşımlı çelikler östentik dolgu malzemeleri ile kaynaklanıyorsa bunlar kaynaktan sonra ısıl işleme tabi tutulmayacaktır.

4. Madde 1.1'den 1.4'e kadar tanımlanan ısıl işlemlerin dokümante edilmiş kanıtları; ısıl işlemin metodunu, sıcaklığını ve süresini ve soğutma yöntemini belirten uygulanabilir şekliyle EN 10204 ya da ISO 10474'e göre iş sertifikası ile sağlanacaktır. Her türlü özel ısıl işlem, örneğin temperlemeden önce kaynak sonrası geçici soğutma, iş sertifikasına kaydedilecektir.

I. Kaynaklı Birleşenlerin Muayenesi

1. Tüm tanklar, kaplar ve proses ekipmanı, TL sörveyörü mevcudiyetinde çalışma basıncının 1,5 katı büyüklüğünde bir basınçta hidroilk basınç testine tabi tutulacaklardır. Bu test sonucunda oluşan gerilme 20 °C'deki akma gerilmesinin 0,9 katını aşmayacaktır. Pozitif çap toleransı ve negative cidar kalınlık toleransı dikkate alınacaktır. Bu hüküm, H.2.4'te belirtilen tipten kargo tanklarına uygulanmayacaktır. Birleşenin hidrolik basınç testi esnasında sızıntıya ve testten sonra kalıcı deformasyona rastlanmayacaktır.

2. Tamamlanmış kaplarda ve proses ekipmanında ve özellikle kaynaklardan bitişik alanlardan bir iç ve dış muayene yapılacaktır. Muayene için birleşenler, önemli yüzey hatalarının belirlenmesi için üretildiği haline karşılık gelen düzgün iç ve dış yüzeye sahip olacaktır. Östentik çeliklerden imal edilen kaplarda iç yüzey kimyasal madde ile temizlenecektir. Aynı zamanda aşağıdaki özelliklerin belirlenmesi için ölçümler yapılacaktır:

2.1 Dış Çevre

Ölçümler, kabın boyuna bağlı olarak parçanın tam boyunda yaklaşık 1 - 2 m aralıklarda alınacaktır. Çaptaki sapma ölçümleri, ortalama dış çapın belirlenmesi amacı ile kullanılacaktır. Kabuk halkalarının ve kapların dış çapı, belirtilen dış çaptan %± 1,5'den fazla farklılık gösteremez.

2.2 Ovallik

Ölçümler, bileşenin tam boyu boyunca yaklaşık 1-2 m aralıklarla alınacaktır.

Ovallik değeri,

$$U = \frac{2 \cdot (D_{max} - D_{min})}{D_{max} + D_{min}} \cdot 100\%$$

aşağıdaki değerleri aşamaz:

Tablo 14.4 Ovallik

Cidar kalınlığının cidar kalınlığına oranı	Maksimum kabul edilebilir ovallik
s/D ≤ 0,01	2,0 %
0,01 < s/D ≤ 0,1	1,5 %
s/D > 0,1	1,0 %

Ovallik hesaplanırken birleşenin kendi ağırlığından kaynaklanan elastic deformasyonlar hesaptan düşülecektir. İzole tümsekler ve çukurlar tolerans limitlerinin içinde kalacaktır. Buna ek olarak tümseklerin ve çukurların düzlemsel profilleri olacaktır ve normal yuvarlaklıktan ya da kabuki hattından sapma olarak hesaplanan derinlikleri, uygulanabilir ise çukur ya da tümseğin boyu ya da genişliğinin %1'ini aşmayacaktır.

2.3 Eksenel Doğrultudan Sapma

Eksenel doğrultudan sapma silindirik boyun % 0,5'ini aşmayacaktır.

2.4 Bombe ya da düzleştirme

Boyuna kaynak bölgesinde 500 mm şablon boylu normal yuvarlaklıktan sapma olarak ölçülen bombe ya da düzleştirme derecesi, "a" boyutunu aşmamalıdır.

Kabın ya da kabuk halkasının ortalama çap d_m / cidar kalınlığı s_e oranına bağlı olarak aşağıdaki uygulanır:

- $\frac{d_m}{se} < 40$ olan kabuk halkaları için a ≤ 10 mm

- $\frac{d_m}{se} \geq 40$ olan kabuk halkaları için a ≤ 5 mm

2.5 Kaynak ve Birleşen Levha Alanlarının Çeper Kalınlığı

Levhadaki cidar kalınlığı, levha için izin verilen toleransın içinde kalmalıdır.

3. Madde 1 ve 2'de belirtilen gerekliliklerin karşılandığını göstermek için, üretici uygulanabilir şekilde EN 10204 ya da ISO 10474'ye göre bir kabul test sertifikası 3.1B çıkaracaktır ve kapların nihai kabul testinde bunu sörveyöre sunacaktır.

4. Üretim Testleri

Üretim testi bileşenin tahribatsız muayenesini ve test parçalarının kalite denetimini (mekanik ve teknolojik testler) kapsar.

4.1 Tahribatsız Muayene

Testlerin yapılması Bölüm 10'un hükümlerine tabidir.

4.1.1 Sıvılaştırılmış gazların taşınmasında kullanılan kargo tanklarının tahribatsız muayenesi

4.1.1.1 Aşağıdaki kaynaklar test edileceklerdir:

- Basınçlı yapılardaki (kabukları, nihayetler, kubbler, yağ çukurları) tüm alın kaynakları tüm boyları boyunca X-ışını radyografik muayeneye tabi tutulacaklardır. Buna ek olarak kaynak boyunun en az %10'u, yüzey çatlakları açısından test edileceklerdir.

- Merkez boyuna perde ile ikiz tankların tank kasaları ya da benzer yapılar arasındaki köşe kaynakları tüm boylarında, ultrasonik ya da bunun mümkün olmadığı durumlarda X ışını radyografik muayeneye tabi tutulacaklardır. Buna ek olarak kaynak boyunun en az %10'u yüzey çatlakları için test edilecektir.

- Tanklardaki destek halkalarının alın kaynaklı birleştirmelerinin %10 X-ışını radyografik muayeneye tabi tutulacaktır. Gövde ve tank ve gövde ve görder levhası arasındaki köşe kaynakları durumunda kaynak boyunun en az %10'u yüzey çatlaklarına karşı test edilecektir.

- Nozullara ait tüm alın ve köşe kaynakları (soketler, kubbeler, yağ hazneleri, halkalar) ve açıklıkların etrafındaki destek levhaları tüm boylarında yüzey çatlakları açısından test edileceklerdir.

- Tanka kaynaklanan ve tank cidarında gerilemleri tetikleyebilecek donanımlara ait köşe kaynakları (örneğin kaldırma mapaları, ayaklar, braketler vb.) tüm boyları boyunca yüzey çatlaklarına karşı test edilecektir.

- Eğer basınçlı yapıdaki eklenti cidar kalınlığı > 15 mm, nozulun iç çapı ≥120 mm ise, basınçlı yapıdaki tam nüfuziyetli nozul bağlantıları ultrasonik ya da radyografik muayeneden geçecektir.

- Eğer kargo tankları mekanik olarak gerilme giderme uygulanıyosa, geometriden doğan gerilme yoğunluğu oluşmuş tüm noktalar (soket kaynakları ya da donatım), belirtilen işlenden sonra manyetik parçacık ya da boya girişken yöntemi ile teste tabi tutulacaklardır.

4.1.1.2 Eğer radyografik muayenin kısmen ultrasonik muayene ile değiştirilmesi gerekiyorsa yöntem ve kapsam daha önceden **TL** tarafından kabul görecektir.

4.1.1.3 4.1.1.2'e bağlı olmaksızın, **TL** özel durumlarda gerekli olduğunu düşünürse radyografik muayenenin ultrasonik test ile tamamlanmasını (ya da tam tersi) talep edebilir.

4.1.1.4 İzotoplar (Ir 192) sadece X-ray tübünün kullanımı teknik sebeplerden ötürü kullanımı mümkün değilse kullanılabilir.

4.1.2 Kaynak faktörü v > 0,85 olan basınçlı ekipmanın tahribatsız muayenesi

4.1.2.1 Aşağıdaki kaynaklar muayene edilecektir:

- Boyuna kaynaklar tüm boylarında, çevresel kaynaklar boylarının %25'inde radyografik muayeneye tabi tutulacaklardır. Buna ek olarak kaynak boyunun en az %10'u yüzey çatlakları için test edileceklerdir.

- Kaynaklı parçalara ve açıklıklar etrafındaki destek levhalarına ait tüm alın ve köşe kaynakları tam boylarında yüzey çatlaklarına karşı test edileceklerdir. Aynı durum eğer kapların cidarlarında gerilme oluşturma durumları varsa donanıma da uygulanır.

- İç çapı ≥ 120 mm olan ve eklenti kesit alanı kalınlığı > 15 mm olan nozullara ait eklenti kaynaklarına, radyografik ya da ultrasonik muayene yapılacaktır.

4.1.2.2 Radyografik muayenenin ultrasonik muayene ile değiştirileceği durumlarda testin işlem ve kapsamı daha önceden **TL** tarafından kabul görmelidir. **TL** bir ultrasonik muayenenin, radyografik maruziyet şüphesi olması durumunda radyografik muayeneyi tamamlamasını öngörebilir.

4.1.3 Kaynak faktörü v ≤ 0,85 olan basınçlı ekipmanın tahribatsız muayenesi

Üretici, parçaları kendi kalite güvence prosedürlerine göre rastgele olarak test edecek ve sonuçlarını kap muayenesinde sörveyöre verecektir. Bu amaçla boyuna ve çevresel kaynakların arasındaki bağlantıları kapsayan boyuna kaynakların yaklaşık %2'si (cidar kalınlığı 15 mm'nin üzerindeyse %10) radyografik ya da ultrasonik muayeneye tabi olacaktır.

4.1.4 Muayene Kriterleri

Tahribatsız muayeneler sonucunda kaynakta herhangi bir büyük kusur açığa çıkmayacaktır. Bu durum çatlakları, yan cidar erime eksikliğini ve tek taraflı kaynaklarda yetersiz kaynak nüfuziyetini kapsamaktadır.

Gözenek ya da cüruf gibi diğer kusurlar, tanınmış uygulama kodlarına göre (örneğin; AD Code HP 5/3 ya da ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VII gibi) değerlendirilecektir.

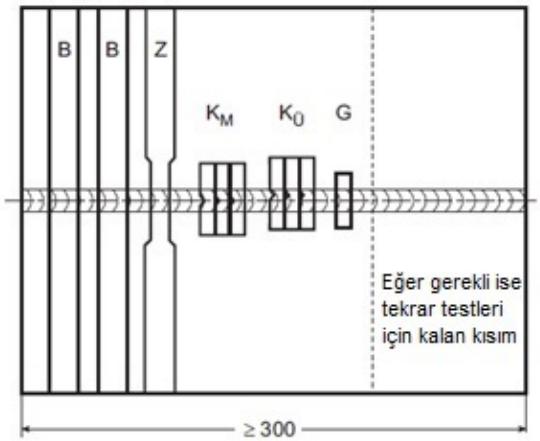
4.2 Test parçalarının Kalite Denetimi

4.2.1 Sıvılaştırılmış gazların taşınmasında kullanılan kargo tanklarının kalite denetimi

4.2.1.1 Sıvılaştırılmış gazların taşındığı tüm tanklarda Şekil 14.4'te gösterilen bir adet test parçası alın kaynağının her 50 m'sinde bir test parçası kaynaklanacaktır (boyuna ve çevresel kaynaklar). Test parçalarının konumu, her kaynak pozisyonunun kapsandığı şekilde olacaktır. Mümkün olduğunca bunlar kap kaynak dikişlerinin uzantısı olarka yapılacaklardır ve kap dikişi ile aynı işlem ile birlikte kaynaklanacaklardır.

Eğer bu özel durumlarda mümkün değilse test parçaları ilgili tank kaynağının yanına bağlanacak ve bunlar mevcut kaynak için geçerli olan aynı koşullar altında kaynağın ilgili bölümünün tamamlanmasından hemen sonra kaynaklanacaktır. Test parçaları **TL** uzmanı tarafından tanktan çıkarılmadan önce markalanacaklardır. Test parçalarının konumları ve

sayıları, tankta işaretlenecek ve muayene çizelgesinde belirtilecek.



Şekil 14.4 Üretim testleri için test parçası

4.2.1.2 Test parçaları aşağıdaki testlere tabi olacaklardır (numune şekilleri için ayrıca bakınız Bölüm 11):

- Şekli EN ISO 4136'a göre belirlenmiş bir numunede (Z) çekme testi. Ancak test boyu kaynak genişliği + en az 80 mm olacaktır.

- EN ISO 5173'e göre iki test numunesinde teknolojik eğme testi (B) (çekmeye maruz kalan kaynağın her iki karşılıklı kenarında birer numune). Çekme tarafında, kaynak takviyesinin makine ile işlenerek kesilmesinden sonra test parçasının orjinal yüzeyi mümkün olabilen en büyük içeriği ile korunacaktır. Büyük çökükler, örneğin dip oyulması ve kök çentikleri, tamir edilmeyecektir.

- EN ISO 9016 (DIN 50115)'e göre ISO V-çentik numunelerinde çentik çubuk darbe testleri, her test parçasından; bir set çentik kaynak metalinin (KM) merkezinde ve bir set kaynak yöntem testinde en düşük darbe enerjisinin ölçüldüğü ısıdan etkilenmiş bölgedeki (KÜ) bir noktada konumlanmış olarak yapılacaktır.

- Bir numunenin (makrografik numune) yapısal muayenesi (G)

- Yapısal muayene numunesinin d)'ye göre sertlik testi

- ISO 17636'e göre radyografik muayene, test parçasının bölümlere ayrılmasından önce yapılacaktır.

4.2.2 Kaynak faktörü v > 0,85 olan basınçlı ekipmanın kalite denetimi

4.2.2.1 Tüm kapların üretiminde, Şekil 14.4'te görülen bir test parçası, levhalarda kullanılan eriyik sayısına bağlı olmaksızın aynı zamanda kaynaklanacaktır. Eğer basınçlı kap başına beş halkadan daha fazla halka varsa iki test parçası gereklidir.

4.2.2.2 Test parçaları 4.2.1.2'de belirtilen testin kapsamına tabi tutulacaktır ancak çentik çubuk darbe testi numuneleri aşağıdaki gibi hazırlanacaktır:

- Çentik kaynak merkezinde (KM) olacak şekilde çentik çubuk darbe test numunelerinden oluşan bir adet set.

- Ek olarak bir set çentik çubuk darbe test numunesi geçiş bölgesinden (KÜ), aşağıdakiler için alınacaktır:

  - Dizayn sıcaklığı 0 °C'nin altında olan tüm proses basınç kapları

  - all alloy steels tüm alaşım çelikleri

  - Kaynak alanında cidar kalınlığının 30 mm olduğu tüm alaşımsız çelikler

4.2.3 Kaynak faktörü v ≤ 0,85 olan basınçlı ekipmanın kalite denetimi

Üretici, 4.2.2'ye göre kendi kalite güvence yöntemlerinin bir parçası olarak kendi parçalarında rastgele kalite kontrolleri yapacaktır. Bu muayeneler, parçalarının %2'sini kapsayacaktır fakat her bir malzeme grubu ve kaynak yöntemi için her yılen az bir test parçasında yapılacaktır. Bu kalite kontrollerinin sonuçları **TL**'nin uzmanına basınçlı kapların kabul testinde sunulacaktır.

4.2.4 Gereklilikler

Tablo 14.2'de belirtilen ve kargo tankları, sıvılaştırılmış

gazların taşındığı proses kapları için ayrıca Tablo 14.3'te belirtilen gereklilikler kalite muayenesinde karşılanacaktır. Bu sağlanamazsa kaynağın ilgili bölümü makine ile kesilerek çıkarılacak ve tekrar kaynaklanacak ve bunun karakteristikleri yeni bir test barçasının test edilmesiyle doğrulanacaktır.

BÖLÜM 15

BORU HATLARININ KAYNAĞI

Page

A. GENEL **15-**2
- **1.** Kapsam
- **2.** Diğer İlgili Standartlar
- **3.** Boru Sınıfları

B. KAYNAK İŞYERLERİNİN VE KAYNAK PERSONELİNİN ONAYI **15-**2

C. KALİTE DENETİMİ, SORUMLULUK **15-**3

D. MALZEMELER, KAYNAĞA UYGUNLUK **15-**4

E. KAYNAK DOLGU MALZEMELERİ VE YARDIMCI MALZEMELER **15-**4

F. KAYNAK YÖNTEM TESTLERİ **15-**7
- **1.** Genel
- **2.** Test Parçalarının Kaynağı, Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS)
- **3.** Test Prensipleri, Kapsamnın Sınırlandırılması
- **4.** Testler, Testlerin Kapsamı
- **5.** Test Gereklilikleri
- **6.** Numunelerin Saklanması
- **7.** Geçerlilik, Kaynak Yöntem Testlerinin Uzatılması

G. KAYNAK TEKNİĞİ **15-**9

H. ÖN ISITMA **15-**10

I. ŞEKİL VERME VE KAYNAK SONRASI ISIL İŞLEM **15-**10

J. KAYNAKLI BORU HATLARININ MUAYENESİ **15-**12

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, aşağıdaki malzemelerden yapılmış kaynaklı boru hatlarının üretimi ve testine uygulanır:

– Alaşımsız çelikler,

– Yüksek sıcaklık çelikleri,

– Sıfırın altındaki derecelere dayanabilen çelikler,

– Paslanmaz çelikler.

1.2 1.1'de belirtilmeyen malzemelerden üretilmiş kaynaklı boru hatları (örneğin bakır nikel dövülmüş alaşımlı), **TL** tarafından belirli kullanım amaçları için yayınlanmış diğer kurallara ve düzenlemelere göre ya da **TL** tarafından tanınmış diğer mühendislik düzenlemelere göre üretilebilir ve test edilebilir.

1.3 Diğer işlemler vasıtasıyla (lehimleme, bağlama) birleştirilen boru hatlarının dizaynı ve testi, her bir durum için üretici ve TL Merkez Ofisi arasındaki anlaşmaya tabi olacaktır (bakınız Bölüm 1 A.1.1).

1.4 Sınıf I veya II boru sistemlerine ait kaynaklı birleştirmeler, onaylı prosedürlere göre yapılacaklardır. Kaynak dolgu malzemeleri ve kaynakçılar **TL**'nin gerekliliklerini sağlayacaklardır.

1.5 Birleşim hazırlıkları ve tolerans, **TL** kurallarına ya da tanınmış standartlara göre, kaynak yöntemine uygun olacaktır.

1.6 Kaynak, uygulanabilir gerekliliklere ve iyi uygulamaya göre yapılacaktır; kaynak hazırlıkları ve kaynaklı birleşimler, üretim sırasında ve kaynak ısıl işleminin tamamlanmasından sonra gerek duyulması halinde denetlenecektir.

1.7 Aşağıdaki gereklilikler; çevre ya da yüksek sıcaklıkta kullanılan ve aşağıda verilen tip çelikten imal edilmiş Sınıf I ve II boru sistemlerinin üretimine uygulanır:

.1 minimum akma mukavemeti (Rm) 320, 360, 410, 460 and 490 N/mm^2 olan karbon, karbon-manganez çelikler.

.2 Alaşımları 0,3 Mo; 1 Cr - 0,5 Mo; 2,25 Cr - 1 Mo; 5 Cr - 0,5 Mo - 0,25 V olan düşük alaşımlı karbon-mobilden, krom-mobilden, krom-mobilden-vanadyum çelikleri

1.8 **TL**'nin takdiri ile, bu gereklilikler ayrıca Sınıf III boru sistemlerine ve boru hatlarının tamir kaynağına da uygulanabilir.

1.9 -40°C'den düşük sıcaklıklarda çalışan soğutulmuş kargo boru sistemleri, TL tarafından ayrıca göz önünde bulundurulacaktır.

2. Diğer İlgili Standartlar

2.1 **TL** Kuralları Kısım 4 Makine Bölüm 16'nın hükümlerine, basınca maruz kalan boru hatlarının tasarımı ve boyutlandırılmasında ayrıca uyulacaktır.

2.2 Kimyasal maddelerin dökme olarak taşınması için tasarlanmış gemilerdeki kargo hatları ayrıca Kısım 8 Kimyasal Tankerler Bölüm 1'in hükümlerine tabidir.

2.3 Soğutulmuş sıvılaştırılmış gazların taşınması amacıyla tasarlanmış gemilerdeki kargo ve proses hatları ayrıca Kısım 10 Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri'nin hükümlerine tabidir.

3. Boru Sınıfları

Borunun doğasına ve muhteviyatına (ortam) ve ayrıca dizayn basıncı ve dizayn sıcaklığına bağlı olarakboru hatları üç boru sınıfına ayrılmıştır: bakınız Kısım 4 Makine Bölüm 16 Tablo 16.1. Boru bağlantıları tipi, kaynak gereklilikleri, kaynak sonrası ısıl işlem gerekliliği ve tahribatsız muayenelerin kapsamı; uygulanabilir şekilde belirli bir boru sınıfı ile bağlantılı olarak aşağıdaki maddelerde ya da diğer ilgili standartlarda belirtilmiştir.

B. Kaynak İşyerlerinin ve Kaynak Personelinin Onayı

1. Bu kurallar kapsamında kaynak işleri yürüten tüm kaynak iş yerleri, Bölüm 2'de belirtilen uygulanabilir kaynak iş yeri ve personel gerekliliklerini sağlayacak ve **TL** tarafından onaylanmış olacaktır. Onay başvuruları, kaynak işleri başlamadan yeterli bir zamanda kaynak iş yerleri tarafından yapılacak ve Bölüm 2 A.3'te belirtilen dokümantasyonu ve bilgiyi içerecektir.

2. Kaynak personeli (kaynakçılar ve kaynak gözetmenleri) ve uygulanabilirse muayenecileri ve muayene gözetmenleri Bölüm 2 B.2, B.3 ve B.4'te belirtilen gerekliliklere uyacaktır ve **TL** tarafından tanınacaktır. Kaynakçı yeterlilik testleri için Bölüm 3'e bakınız.

3. Onayın kapsamıi kaynak işyerinin becerileri ve amaçlanan uygulama kapsamı (boru sınıfları, malzemeler, kaynak yöntemleri, kaynak pozisyonları vs.) ile belirlenir. Amaçlanan uygulama kapsamı, onay basşvurusunda belirlenecektir. Onayın geçerlilik süresi için bakınız Bölüm 2, A.4 ve A.5.

4. Temel Onay, Uzantılar

4.1 Sınıf III boru hatlarının kaynağı için genel bir kural olarak (temel) onay her şeyden önce işyeri denetimi ve eğer gerekli ise Bölüm 3'e göre kaynakçı yeterlilik testleri temelinde verilir. Kaynakçı yeterlilik testleri; normal olarak manuel ark kaynağı (kaynak yöntemi 111), tungsten inert gaz kaynağı (kaynak yöntemi 141), gaz kaynağı (kaynak yöntemi 311) ve/ya da katı ve özlü tel kullanılarak (kaynak yöntemleri 135 ve 136) mukavemet kategorisi 360 ve 410 olan (bakınız Kısım 2 Malzeme) alaşımsız tübüler çeliklerin ve ayrıca karşılaştırılabilir dökme ve dövme çeliklerin yarı mekanize metal ark aktif gaz kaynağını kapsar. Bunlar için cidar kalınlıkları; geçerli kaynakçı yeterlilik testlerinin kapsamında belirlenir.

4.2 Bu durum, kaynak yöntem testlerinin her durumda uygulanması gerektiği bu prosesleri kullanan yukarıdan aşağıya düşey pozisyondaki kaynağa uygulanmaz. Bakınız F.

4.3 Bir temel onay, Bölüm 4'e göre kaynak yöntem testleri temelinde her türlü kaynak yöntem onaylarını içerecek şekilde genişletilebilir (ayrıca bakınız F.) ancak istisnai durumlarda kaynak iş yeri denetimi ile bağlantılı olarak sadece bir belirli malzemeye ve/ya da bir belirli kaynak prosesine sınırlı bir onay da verilebilir.

C. Kalite Denetimi, Sorumluluk

1. Üretici, resimleri ve en az aşağıdaki bilgileri içeren diğer dokümanları **TL**'ye incelenmesi için gönderecektir:

- Boru hattının/ortamın tipi
- Kullanılacak boru kaliteleri ve kaynak dolgu malzemeleri,
- Kaynak yöntemi ve kaynağın konumu ve şekli,
- Gerekli ise, ısıl işlemin tipi,
- Kabul edilebilir çalışma basıncı,
- Dizayn sıcaklığı ya da gaz tankerleri için kargo ve proses boru hatları için minimum dizayn sıcaklığı
- İşletim sıcaklığı,
- Test basıncı,
- Tahribatsız muayenelerin doğası ve kapsamı,

2. Bir birleşenin kalitesi ya da iyi çalışma sırası garanti edilemezse ya da üretim dokümanlarındaki (örneğin üretim resimleri) yetersiz ya da kayıp bilgi sebebiyle şüphe mevcutsa, **TL** uygun iyileştirmeler talep edebilir.

3. Kaynak iş yerleri, üretim sırasında ve kaynak işinin tamamlanmasından sonra düzenli kurum içi kalite denetimleri ile, işin ehil bir şekilde ve tatmin edici olarak yapıldığını güvence altına alacaktır (Bakınız Bölüm 1,F). Kaynak gözetmeninin görevleri ve sorumlulukları için ayrıca bakınız ISO 14731.

4. Kaynak işyerleri, kaynak işlerinin buradaki kurallara, onaylı üretim dokümanlarına, onaylı dokümanlarda belirtilen her türlü koşula ve en son kaynak uygulama teknolojisine uygunluğunun sağlanmasından sorumludur. **TL** Sörveyörünce yapılan muayeneler ve kontroller, kaynak iş yerlerini bu sorumluluktan muaf tutmaz.

5. Her bir iş bazında, altsözleşme yapılması, tedarikçi kullanılması ya da onaylanmış ya da onaylanmamış olarak kaynak iş yerinde çalışan dış firmalar (taşeronlar) ile ilgili olarak Bölüm 1,F'e bakınız. İşin taşerona verilmesi ya da geçici işçi kullanılması, **TL**'ye bildirilecektir.

6. Gerekli kalite denetimlerinin kapsamı mevzu bahis olan inşa projesine bağlıdır. Ancak uygun malzeme, kaynak dolgu malzemesi ve yardımcı malzemelerin kullanıldığından ve kaynak hazırlaması, montajı, punta ve nihai kaynakların yapılması ve kaynaklı birleşimin tamamlanışının 3'te belirtilen gerekliliklere uyduğundan emin olunacaktır. Kaynaklı birleşimlere ait yapılacak tahribatsız muayeneleri ve üretim testleri için bakınız I.

7. İç denetimden ve eğer gerekli ise tamirden sonra parçalar **TL** Sörveyörü'ne, üretimin uygun aşamalarında sunulacaktır. Bu amaçla bunlar kolaylıkla ulaşılabilir olacaklar ve normal olarak kaplanmamış durumda bulunacaklardır. Önceki muayenenin yetersiz olduğu durumda sörveyör bileşenleri reddedebilir ve tatmin edici iş yeri muayenesinden ve gerekli tamir işinden geçtikten sonra tekrar kendi muayenesine sunulmasını isteyebilir.

8. **TL**, kendi sörveyörlerince belirtilen kapsamda (genelde rastgele olarak) muayene edilen tüm birleşenlerin ve kaynaklı birleşimlerin; şartlara uygun olarak üretildiğini ve her açıdan gerekliliklere uyduğunu garanti etmekle yükümlü değildir. Daha sonra kusurlu olduğu ortaya çıkan birleşenler ya da kaynaklı birleşimler, Kabul testi yapılmış olsa bile reddedilebilir ya da bunların tamir edilmesi talep edilebilir.

D. Malzemeler, Kaynağa Uygunluk

1. Seçilen malzemeler, amaçlanan hedefe uygun olmalı ve mekanik ve termal gerilmeler için toleransa sahip olmalıdır. Daha sonraki işlemlere tabi olan malzemelerin karakteristikleri, işletim yüklerine karşı gelebilecekleri şekilde olacaktır.

2. Kaynaklı yapılar, sadece kanıtlanmış kaynağa uygunluğa sahip ana malzeme kullanılarak yapılabilir. Boru hatları (borular, flençler, uyum parçaları, fitingler) için kullanılacak malzemeler; Kısım 2 Malzeme Kurallarının ilgili bölümlerinde belirtilen gerekliliklere uyacaktır. Diğer karşılaştırılabilir malzemeler sadece **TL**'nin her bir durum için onay vermesi durumunda kullanıabilir.

3. Sıvılaştırılmış gaz taşınan kargo ve proses hatları için boru hattı malzemeleri, belirtilen test sıcaklığındaki darbe enerjisi gerekliliklerine uymalıdır; Bakınız Tablo 15.1÷15.3.

E. Kaynak Dolgu Malzemeleri Ve Yardımcı Malzemeler

1. Kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler; kaynaklı birleşiminboru hattı malzemesine, işletim sıcaklığına ve hizmet koşullarına uygun olacak şekilde yapılmasını sağlayacaktır. Kaynak dolgu malzemelerinin uygunluğu ayrıca; herhangi potansiyel ısıl işlemde öne çıkan koşullar altında da doğrulanacaktır.

2. Kullanılan tüm kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler (örneğin örtülü elektrotlar, tel-gaz kombinasyonları, vb.) **TL** tarafından Bölüm 5'e göre onaylanmış olmalıdır. Ancak bunlar kaynak yöntem testi ile aynı zamanda test edildiyse ve kullanıcının işleri ile sınırlıysa ayrıca onaylanabilir (bakınız Bölüm 4 B.3.2 ve Bölüm 5 A.1.4).

3. Sıfırın altındaki sıcaklıklara dayanan çelikler için kullanılan kaynak dolgu malzemeleri ayrıca, belirtilen test sıcaklıklarında kaynak metali için verilen darbe enerji gerekliliklerine uyacaktır. Bakınız Tablo 15.2.

4. Kaynak yöntem onay dokümanında bir üreticinin ya da marka adı ile tanımlanmış (bakınız F.3.5) kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler sadece **TL** tarafından uygun kalite sınıfı ile onaylanmış denk dolgu malzemeleri ile değiştirilebilir. Ancak bu durum ilgili onay dokümanında açıkça belirtilecektir. Bu sağlanamazsa **TL** ile anlaşma sağlanacaktır.

5. Kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler sadece onaylanmış kaynak pozisyonlarında kullanılabilir. Üreticinin kaynak için tavsiyeleri ve talimatları (akım tipi ve polarite) takip edilecektir.

6. Kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler (özellikle hidrojen kontrollü, bazik örtülü elektrotlar ve bazik kaynak tozları), kullanılmadan önce üreticinin talimatlarına göre kurutulacaktır (minimum kuruma zamanı izlenecektir) ve iş yerinde kuru bir yerde stoklanacaktır (ısıtılmış konteynerlerde ya da benzeri).

Tablo 15.1 Boru hatlarındaki kaynaklı birleşimlerin testi için Madde 5'e göre gereklilikler

Test Tipi	Gereklilikler		
Kaynak doğrultusuna göre enine olan çekme testi	Ana malzeme için ya da kaynak dolgu malzemesi için ürün uygunluk testinde belirtildiği şekilde çekme mukavemeti		
Kaynak metalinin merkezinden alınan ISO V-Çentik numunelerinde çentik çubuk darbe testi **(1)**	Aşağıda belirtilenler hariç tüm boru hatları	Ana malzeme için belirtildiği gibi, en az ≥ 27 J. Test sıcaklığı ana malzemenin test sıcaklığıdır. Ferritik-östentik, östentik ve nikel bazlı kaynak dolgu malzemeleri kullanılırken ≥ 40 J.	
	Gaz tankerlerinin kargo ve proses hatları	Test sıcaklıkları Tablo 15.2'de gösterildiği gibidir. Ferritik kaynak dolgu malzemeleri kullanılırken ≥ 27 J **(2),** feritik östentik, östentik ve nikel bazlı alaşım kaynak dolgu malzemeleri kullanılırken ≥ 34 J **(2)**	
Kaynak geçiş bölgesinden alınan ISO V-Çentik numunelerinde çentik çubuk darbe testi **(1)**	Aşağıda belirtilenler hariç tüm boru hatları	≥ 27 J **(2)** test sıcaklığı ana malzemenin test sıcaklığıdır	
	Gaz tankerlerinin kargo ve proses hatları	Test sıcaklıkları Tablo 15.2'de gösterildiği gibidir. Karbon manganez çelikler için ≥ 27 J, nikel alaşım çelikler için ≥ 34 J, östentik çelikler için ≥ 41 J.	
Teknolojik Eğme Testi	**Eğme Açısı**	**Mukavemet Kategorisi**	**Eğme Mandrel çapı**
	180º **(3)**	Çekme gerilmesi aşağıdaki değerler olan ferritik çelikler: Minimum çekme mukavemeti < 430 N/mm^2 Minimum çekme mukavemeti ≥ 430 ile < 460 arası N/mm^2	 2 × a 2,5 × a
	180º **(3)**	Östentik paslanmaz çelikler ve sıfırın altında sıcaklıklara dayanabilen östentik çelikler Yüksek sıcaklık östentik çelikler Minimum çekme mukavemeti ≥ 460 N/mm^2 olan ferritik çelikler	2 × a 3 × a 3 × a
	Eğer 180° 'lik eğme açısı sağlanamazsa aşağıdaki uygulanır:		
	≥ 90°	Uzama (L_0 = Kaynak genişliği + kalınlık, kaynağa simetrik) ≥ Ana malzemenin minimum uzaması A_5.	
	ya da < 90°	Kaynak genişliğinde > 30 % uzama ve kusursuz kırılma görünüm.	
Metalografik Muayene	Kaynaklı birleşimin makrografik numunesi tatmin edici kaynak yapısı ve kaynak tam nüfuziyeti ortaya koymalıdır. Mikrografik kesit çatlaklar için muayene edilecektir. Sadece sıcak çatlaklar kabul edilebilir ancak bu durumda sayıca az ve geniş bir alana yayılmış olmaları ve malzeme ve uygulama kapsamına göre kabul edilebilirliği konusunda uzman ile anlaşmaya varılmış olması gerekmektedir.		
Sertlik Testi	Isıdan etkilenmiş bölgelerde sertlik 350 HV 10'yi aşmayacaktır. Dar geçiş bölgelerinde bu değeri aşan sertlik pikleri, eğer teknolojik testler gereklilikleri sağlıyorsa sorun teşkil etmeyecektir.		

(1) *Derinliği 10 mm'den az olan numunelere uygulanacak gereklilikler için, bakınız Tablo 15.3.*
(2) *Sadece bir darbe enerjisi değeri minimum ortalama değerden az olabilir ve bu da sadece %30'a kadar olabilir.*
(3) *180° gerekliliği, eğer eğme testi ISO 5173'e göre yapıldıysa ve basınç, destekler tarafından görünürde çatlak olmadan uygulanıyorsa sağlanmış kabul edilir.*

Tablo 15.2 Sıfırın altı sıcaklıklara dayanıklı olan çelik borular için çentik çubuk darbe testi test sıcaklıkları

Çelik tipi	Standart Gösterim	Standart	Minimum dizayn sıcaklığı [°C]	Test sıcaklığı [°C]
Karbon ve karbon-manganez çelikler	TT St 35 N TT St 35 V	EN 10216-4	- 40 - 50	Minimum dizayn sıcaklığının 5°C altı, fakat – 20 °C'yi aşmayacaktır.
Aşağıdakiler içeren nikel alaşım çelikleri				
0,5 % Nikel	13MnNi63		- 55	- 60
3,5 % Nikel	10Ni14		- 90	- 95
5 % Nikel	12Ni19		-105	- 110
9 % Nikel	X8Ni9		- 165	- 196
Östentik çelikler **(1) (2)**				
(AISI 304 L)	X2CrNi19-11	EN 10217-7 EN 10216-5	- 165	- 196
(AISI 316 L)	X2CrNiMo18-14-3			
(AISI 321)	X6CrNiTi18-10			
(AISI 347)	X6CrNiNb18-10			

(1) *Parantezdeki gösterimler AISI standartları ile karşılaştırılabilir boru çelikleridir.*

(2) *Östentik boru çeliklerinin -55 °C'den düşük olmayan dizayn sıcaklıklarında kullanılması durumunda minimum dizayn sıcaklığının 5°C altı fakat -20 °'yi geçmeyen bir test sıcaklığı uygulanması konusunda anlaşmaya varılabilir.*

Tablo 15.3 Boyutu azaltılmış numuneler için darbe enejisi gereklilikleri

Standart numuneler için gerekli darbe enerjisi KV (1) 10 × 10 mm	Aşağıdaki boyutlara sahip numuneler için gerekli darbe enerjisi KV (1)	
	7,5 × 10 mm	5 × 10 mm
[J]	[J]	[J]
27 (19)	22 (16)	18 (13)
34 (24)	28 (20)	23 (16)
41 (27)	34 (24)	27 (22)

(1) *Parantezdeki değerler minimum bağımsız değerler içindir.*

F. Kaynak Yöntem Testleri

Ön Uyarı:

Bu kuralların önceki yayınlarının aksine kaynak yöntem testleri uygulanabilir şekilde EN ISO 15607-EN ISO 15614'e göre yapılacaktır. Bu kural temel olarak EN ISO 15614-1'de belirtilenleri ve bunlardan daha katı olan boru hatları kaynağına uygulanabilecek gereklilikleri içerir.

1. Genel

Sadece mevzu bahis uygulama için uygunluğu genel deneyim baz alınarak aşikar bulunan ya da Bölüm 4 ve daha sonraki hükümlere göre bir kaynak yöntem testi vasıtası ile doğrulanan kaynak yöntemleri kullanılabilir. Bölüm 4 Tablo 4.1, gerekli doğrulama maddeleri listesini vermektedir. Kaynak yöntemleri, mevzu bahis bir kaynak işyeri için kaynak işyeri onayının bir parçası olarak **TL** tarafından onaylanacaktır (ayrıca bakınız B.).

2. Test Parçalarının Kaynağı, Kaynak Yöntem Şartnamesi (WPS)

2.1 Tüm ana parametreleri belirten ön "üreticinin" kaynak yöntem şartnamesi (pWPS), test parçalarının kaynağı için kaynak iş yeri tarafından uygulanabilir şekilde EN ISO 15609-1'a göre oluşturulacaktır.

2.2 **TL** uzmanı, test parçalarının kaynaklanması için, isimleri üretici tarafından verilen kaynakçılardan birini seçecektir.

2.3 Test parçaları, özellikleri Kısım 2 Malzeme Kurallarında belirtilen gerekliliklere göre kanıtlanan malzemelerden yapılacaktır. Test parçalarının; ön ısıtma, ısıl işlem ve benzeri ile ön işlemine ve sonraki işlemine sadece bu malzemeler için mevcut üretim esnasında belirtilmişse izin verilebilir.

2.4 Kaynakların ve üretim işleminde kullanılan kaynak pozisyonlarının tiplerine ait yeterlilikler, kaynak yöntem testinde belirlenecektir.

2.5 Test parçalarının şekli ve boyutları EN ISO 15614-1'de belirlenmiştir.

3. Test Prensipleri, Kapsamnın Sınırlandırılması

Sınıf III boru onayları durumu hariç (bakınız B.4.1 ve Bölüm 4 Tablo 4.1) kaynak yönteminin yeterliliği, kaynak yöntem yeterlilik testleri vasıtasıyla EN ISO 15607'e, çelik için EN ISO 15614-1'e göre doğrulanacaktır.

Test, Madde 3.1'den 3.7'ye kadar belirtilen limitler içinde geçerlidir.

Kaynak yöntem testinin kapsamı **TL** tarafından yazılı olarak belirlenecektir. Her türlü muafiyet, kapsamı **TL** tarafından kararlaştırılacak bir tamamlayıcı testin yapılmasını gerektirir.

3.1 Ana Malzemeler, Malzeme Grupları

EN ISO 15614-1'nun gruplama sistemi ötesinde ve dışında aşağıdaki hükümlere uyulacaktır:

a) Belirli korozyon koşullarını sağlamak zorunda olan malzemeler için (örneğin kostik çatlağa karşı direnç), kaynak yöntem testleri bu koşullara göre ayarlanacaktır.

b) Grup 1'de öldürülmüş çelik üzerinde yapılan kaynak yöntem yeterlilik belirlenmesi, eğer bunlar bazik örtülü elektrotlar kullanılarak kaynaklanmadıysa öldürülmemiş çeliklere uygulanamaz.

c) Malzeme birleşimine ve/ya da gerekli kaynak sonrası işlem tipine bağlı olarak **TL** ayrıca kaynak yöntem testinde kullanılan ana malzeme kapsamını kısıtlayabilir.

d) Sıvılaştırılmış gazların taşınması için tasarlanmış kargo ve proses boru hatları için, test sadece muayene edilen çelik kalitesine uygulanır.

3.2 Kaynak prosesi

Tanıma sadece kaynak yöntem testinde kullanılan kaynak prosesine uygulanır.

3.3 Gaz Kaynağı

Gaz kaynağında, cidar kalınlığı t'de uygulanan bir test; 0,75 t ÷ 1,25 t cidar kalınlık aralığına uygulanacaktır.

3.4 Kaynak Parametreleri

Çok pasolu kaynaklara uygulanan kaynak yöntem testleri; tek pasolu kaynaklara uygulanmayacaktır.

3.5 Kaynak Dolgu Malzemeleri ve Yardımcı Malzemeler

EN ISO 15614-1'in gereklilikleri; eğer dolgu metali aynı tiptense ve kaynak yöntem vasıflandırması kapsamında olacak şekilde **TL** tarafından onaylandıysa uygulanmayacaktır (bakınız E.4).

3.6 Isıl İşlem

Kaynak yöntem testi, test ile aynı zamanda mevcut olan ısıl işlem görmüş duruma uygulanır. Test parçasının ısıl işlemi, parçanınki ile karşılaştırılabilir olan ısıl işlem durumunun sağlanacağı şekilde gerçekleştirilecektir.

3.7 Özel Durumlar

Özel durumlar için (örneğin ısıdan etkilenen bölgenin sertleşmesi dolayısıyla çatlak şüphesi oluşabilecek çeliklerin üretimi esnasında yapılacak zor tamirler) bu belirli durumlar için ayarlanmış kaynak yöntem testleri gereklidir. Gerekli testler ve bunların kapsamı her bir durum için ayrı ayrı **TL** tarafından belirlenir.

4. Testler, Testlerin Kapsamı

Hem tahribatsız hem tahribatlı muayeneleri kapsayan testler, EN ISO 15614-1'e göre yapılacaktır.

EN ISO 15614-1'den farklı olarak aşağıdaki numuneler ayrıca test parçalarında alınacaktır:

4.1 Aşağıda verildiği şekilde; kaynak metalinin merkezinden (KM) alınan ISO V-çentik numunelerinde (EN ISO 9016 (DIN 50115)'e göre) çentik çubuk darbe testi (her kaynak pozisyonu için bir set numune):

- Gaz tankerlerinde, cidar kalınlığının ≥ 4 mm **(1)** olduğu kargo ve proses hatları
- Cidar aklınlığının ≥ 6 mm olduğu diğer alaşımlı çelikler ve ince taneli yapısal çelikler

4.2 ISO V-çentik numunelerinde çentik çubuk darbe testi. Ancak cidar kalınlığının ≥ 6 mm olması durumunda çentik, geçiş bölgesinde olacaktır.

Östentik boru çelikleri için test sadece cidar kalınlığı ≥ 10 mm için gereklidir.

4.3 Alaşım çelikleri için makro ve mikrografik numuneler gereklidir. Özellikle mikrografik numuneler, mikro çatlaklara karşı muayene edilecektir. Metallografik yapı; fotoğraflar vasıtasıyla tanımlanacak ya da doğrulanacaktır.

4.4 Alaşımsız çelikler hariç, kaynak metalinin analizi

5. Test Gereklilikleri

Test parçasındaki düzensizlikler, ISO 5817'ye göre B kalite seviyesi için belirtilen sınırlarda kalacaktır. Bu duruma ait muafiyetler: C kalite seviyesine giren aşırı dışbükeylik ve aşırı boğaz kalınlığı (köşe kaynağı).

Mekanik ve teknolojik testler için; gaz tankerlerinde kargo ve proses hatları için darbe gerekliliklerini belirten Tablo 15.2 ile bağlantılı olarak Tablo 15.1 uygulanacaktır.

6. Numunelerin Saklanması

Test edilmiş numuneler ve test parçalarının kalan kısımları, kaynak yöntem testi raporu tamamlanıncaya kadar saklanacaktır (Ayrıca bakınız Bölüm 4 C.3)

7. Geçerlilik, Kaynak Yöntem Testlerinin Uzatılması

Bir kaynak yöntem testinin geçerliliği genellikle 1 yıldır ancak verildiği zamanda mevcut olan ön koşulların önemli ölçüde değişmemiş olması gerekmektedir. Bu geçerlilik, düzenli kalite doğrulamaları vasıtası ile devam ettirilebilir (Örneğin tahribatsız muayene sonuçları ya da üretim testleri).

---

(1) *Numune boyutları ve cidar kalınlığı < 6 mm için gereklilikler için ayrıca anlaşmaya varılacaktır.*

Kaynak yöntem testi, eğer boru hatları ya da boru hattı birleşenlerinin üretimi esnasında bir yılı aşkın bir kesinti mevcutsa tekrarlanacaktır.

G. Kaynak Tekniği

1. Kaynaklar, bunlara ait tüm kesitte tam nüfuziyet sergileyecektir ve herhangi bir çatlak ya da eksik erime gibi kusurlar ihtiva etmeyecektir. Bu kaynaklar mümkün olduğunca işyerinde yapılacaktır.

2. Kalıcı arka halkaları, akışa zarar vermeyecek ve de korozyon oluşturmayacak şekle sahip olacaktır. Arka halkaları, ana malzeme ile aynı birleşimde, alaşımsız ve düşük alaşımlı boru kaliteli boru çeliklerinden yapılacaktır. Bunlar ayrıca, uygun ise, düşük karbonlı çeliklerden yapılabilir (C≤ 0,10 %).

3. Östentik çeliklerden yapılmış, çalışma basıncı 10 barı aşan ve dizayn sıcaklığı -10°C ve aşağısı olan boru hatlarında kalıcı arka halkaları prensip olarak kullanılmaz.

4. Dizayn sıcaklığı -10°C olan borulardaki alın kaynaklı birleşimler için ve tüm paslanmaz çelik boru çelikler için kök pasoları kural olarak, borunun içi ve dışında gaz örtüsü uygulanarak, tungsten inert gaz kaynağı ile atılacaktır.

5. Mümkün olduğu her yerde, dallar için yeterli olarak boyutlandırılmış boru fitingleri kullanılacaktır. Dış flençli boruhattı bağlantıları kullanıldığında iç çap 0,8'i aşmayacaktır. Dış flençler tanımlanmış metotlar ile yapılacaktır.

6. Kaynakların hazırlanması tanınmış standartlara uygun olacaktır.

Mümkün olduğu yerde, kaynak kenarları; makine ile kesilerek ya da mekanik kılavuzlu kesme meşalesi ile hazırlanacaktır. Cüruf, artık, çekme hatları ve diğer düzensizlikler kaldırılacaktır. Gerekli olduğunda aynı durum östentik çelikler için ısıdan etkilenmiş sınır bölgesine de uygulanacaktır. Dövme çeliklerin ve dökümlerin kaynak kenarları makine ile işlenecektir.

7. Punta kaynakları sadece boru malzemesi ile uyumlu olan kaynak dolgu malzemeleri ile yapılacaktır. Eğer punta kaynakları yerinde bırakılacaksa bunlar kök kaynağı ile aynı kaliteden olacaktır. Önısıtma kuralları aynı zamanda punta kaynaklarına uygulanacaktır.

8. Flenç-boru birleşimleri Kısım 4 – Makine – Bölüm 16'ya göre boru sınıfı ile bağlantılı olarak seçilecektir.

9. Kaynaklanacak boru hattı kesitleri eksenel hizalanacaktır. Boru nihayetlerinin iç hizalanma hataları, Tablo 15.4'te belirtilen değerleri geçmeyecektir.

10. Kaynak takviyeleri aşağıdaki tolerans limitleri içinde kalacaktır (bakınız Şekil 15.1):

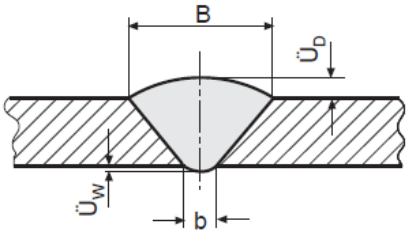
Kapak pasosu desteği:

$Ü_D \leq 1 + 0{,}1\ B$ [mm]

Kök pasosu desteği:

$Ü_W \leq 1 + 0{,}3\ b$ [mm]

(ayrıca bakınız ISO 5817, kalite seviyesi B)



Şekil 15.1 Kaynak destekleri

11. Ferritik çeliklerden yapılan, soğuk şekillendirmeye tabi bölgelerde, dış liflerin %5'ten fazla zorlanmaya maruz kaldığı (boru eğmesinin rm < 10 Da'lık bir yarıçapla gerçekleştirildiği) boru hatları bileşenlerinin kaynağı, sadece soğuk şekillendirmenin etkilerinin uygun ısıl işlem vasıtası ile ortadan kaldırılması durumunda izin verilebilir. Bu genellikle normalize ısıl işlme ya da su verme ve temperleme ile gerçekleştirilecektir.

Eğer malzeme özelliklerinin amaçlanan kullanım açısından önemli derecede değişmediği ve H.1 ya da

H.2'de belirtilen koşulların uygun şekilde sağlandığının kanıtı sağlanırsa bu gereklilik uygulanmayabilir.

H. Ön Isıtma

Farklı tipteki çeliklerin ön ısıtması, Tablo 15.5'te belirtildiği gibi bunlara ait kalınlıklara ve kimyasal birleşime bağlıdır

Her durumda kuru olma durumu, eğer gerekliyse uygun ön ısıtma ile, sağlanacaktır.

Tablo 15.5 değerleri düşük hidrojen proseslerinin kullanılması temelindedir. Düşük hidrojen proseslerinin kullanılmaması durumunda yüksek önısıtma sıcaklıklarının kullanılması hususuna dikkat edilmelidir.

I. Şekil Verme ve Kaynak Sonrasi Isıl İşlem

1. Isıl işlemler malzemenin belritilen özelliklerine zarar vermeyecektir. Bu açıdan gerekli olursa doğrulamalar yapılacaktır.

Isıl işlmeler, sıcaklık ölçme ekipmanı ile teçhiz edilmiş uygun fırınlarda yapılacaktır. Ancak; onaylı yöntemlerle, kaynaklı birleşimin boyuna doğrultusunda yeterli bir kısım üzerinde yerel ısıl işlemler ayrıca kabul edilebilir.

2. Sıcak şekil verme genel olarak tüm kaliteler için 1000°C ÷ 850°C sıcaklık aralığında gerçekleştirilecektir ancak sıcaklık, şekil verme işlemi sırasında 750°C'e düşebilir.

2.1 Sıcak şekil verme bu sıcaklık aralığında yapıldığında genel olarak aşağıda verilenler uygulanır:

- C, C-Mn ve C-Mo çelikleri için, ardıl ısıl işlemlere gerek yoktur;

- Cr-Mo ve C-Mo-V çelikleri için, Tablo 15.6'ya göre bir ardıl gerilme giderici ısıl işlem gereklidir.

2.2 Sıcak şekillendirme, bu sıcaklık aralığının dışında gerçekleştirildiğinde bir ardıl yeni ısıl işlem Tablo 15.7'ye göre genel olarak tüm kaliteler için gereklidir.

3. Soğuk şekillendirmeden sonra , r < 4D ise (r, ana eğme çapı ve D boru dış çapıdır) Tablo 15.7'ye göre bir tam ısıl işlem yapılması hususuna dikkat edilmelidir.

Her durumda; R_m'si 320, 360 ve 410 olan karbon ve karbon manganez çelikleri dışında tüm kaliteler için Tablo 15.6'ya göre bir gerilme giderici ısıl işlem gereklidir.

Tablo 15.4 Boru nihayetlerinin iç hiza kaçıklığına dair toleranslar

Birleşim tipi	İç çap Di	Cidar kalınlığı t [mm]	İç hiza kaçıklığı toleransları
Kalıcı arkalık halka ile	Hepsi	Hepsi	max. 0,5 mm
Kalıcı arkalık halka olmadan	Di < 150	t ≤ 6	t/4 (maks 1 mm)
	150 ≤ Di < 300	t ≤ 9.5	t/4 (maks 1.5 mm)
	300 ≤ Di	hepsi	t/4 (maks 2,0 mm)
	Hepsi	t > 9.5	t/4 (maks 2,0 mm)

Not:
*Sınıf III boru sistemleri için, hizalama toleransları gereklilikleri, **TL**'nin takdirine bağlı olarak uygulanmayabilir.*
Kaynak için birleştirme, uygun ve belirtilen toleranslara göre olacaktır.
Punta kaynakları ana malzemeye uygun bir elektrot ile yapılacaktır. Bitmiş kaynağın bir parçasını oluşturan punta kaynakları onaylanmış prosedürler kullanılarak yapılacaktır.
Kaynak malzemelerinin ön ısıtma gerektirmesi durumunda aynı ön ısıtma punta kaynakları esnasında da uygulanacaktır.

Tablo 15.5 Ön ısıtma

Çelik tipi		Kalın parçanın kalınlığı (mm)	Minimum ön ısıtma (mm)
C ve C/Mn çelikleri	$C + \frac{Mn}{6} \leq 0{,}40$	≥ 20 **(2)**	50
	$C + \frac{Mn}{6} > 0{,}40$	≥ 20 **(2)**	100
0,3 Mo		> 13 **(2)**	100
1 Cr 0,5 Mo		< 13 ≥ 13	100 150
2,25 Cr 1 Mo ve 0,5 Cr 0,5 Mo 0,25 V **(1)**		< 13 ≥ 13	150 200

(1) *Bu malzemeler için 6 mm kalınlıklara kadar ön ısıtma; eğer kaynak yöntem yeterliliğinde uygulanan sertlik testlerinin sonuçları,* ***TL*** *tarafından kabul edilebilir bulunuyorsa uygulanmayabilir.*

(2) *0°C'nin altındaki çevre koşullarında kaynak için minimum ön ısıtma sıcaklığı,* ***TL*** *tarafından özel olarak onaylanmadıysa kalınlığa bağlı olmadan istenecektir.*

Tablo 15.6 Sıcak şekillendirme

Çelik tipi	Kalın parçanın kalınlığı (mm)	Gerilme giderici ısıl işlem sıcaklığı (°C)
C ve C/Mn	≥ 15 **(1,3)**	550 ÷ 620
0,3 Mo	> 15 **(1)**	580 ÷ 640
1 Cr 0,5 Mo	> 8	620 ÷ 680
2,25 Cr 1 Mo ve 0,5 Cr 0,5 Mo 0,25 V	Hepsi **(2)**	650 ÷ 720

(1) *Düşük sıcaklıklarda belirlenmiş Charpy V çentik darbe özelliklerine sahip çelikler kullanılırsa; kaynak sonrası ısıl işlemin uygulanacağı limit kalınlıklar,* ***TL*** *ile özel anlaşmaya varılarak arttırılabilir.*

(2) *Isıl işlem, kalınlığı < 8 mm, çapı < 100 mm ve minimum servis sıcaklığı 450°C olan borular için uygulanmayabilir.*

(3) *C ve C-Mn çelikleri için, gerilme giderici ısıl işlem, TL ile özel anlaşmaya varılarak 30 mm kalınlığa kadar uygulanmayabilir.*

Tablo 15.7 1000-850°C aralığı üzerinde sıcak şekil verme

Çelik tipi	Isıl işlem sıcaklığı (°C)
C ve C-Mn	Normalizasyon 880 ÷ 940
0,3 Mo	Normalizasyon 900 ÷ 940
1 Cr – 0,5 Mo	Normalizasyon 900 ÷ 960 Temperleme 640 ÷ 720
2,25 Cr – 1	Normalizasyon 900 ÷ 960 Temperleme 650 ÷ 780
0,5 Cr – 0,5 Mo – 0,25 V	Normalizasyon 930 ÷ 980 Temperleme 670 ÷ 720

4. Oksi asetilen dışındaki kaynak işlemlerinden sonra Tablo 15.6'da belirtildiği gibi çelik tipine ve kalınlığına göre gerilme giderici bir ısıl işlem gereklidir.

Tabloda verilen sıcaklık aralığı ortak uygulamaya göredir. Daha üst ve alt sıcaklık limitleri için farklı değerler **TL** tarafından belirtilebilir.

Gerilme giderici ısıl işlem, borunun yavaşça ve Tablo 15.6'da belirtilen sıcaklık kapsamında düzgün olarak ısıtılmasını, bu sıcaklıkta uygun bir periyotta suda bekletilmesini (genel olarak minimum yarım saat olmak üzere her 25 mm kalınlık için 1 saat), yavaşça ve düzgün olarak 400°C 'yi aşmayan bir fırında soğutulmasını ve daha sonra sakin atmosferde soğutulmasını kapsar.

Her durumda ısıl işlem sıcaklığı, t_T = - 20°C'den fazla olmayacaktır. Burada t_T, malzemenin nihai temperleme işlem sıcaklığıdır.

5. Aksi belirtilmediyse oksiasetilen kaynağı için Tablo 15.7'de çelik tipine göre belirtilen ısıl işlem gereklidir.

Tabloda verilen sıcaklık aralığı ortak uygulamaya göredir. Daha üst ve alt sıcaklık limitleri için farklı değerler **TL** tarafından belirtilebilir.

6. Boru Fitinglerinin Isıl İşlemi

Kısım 2, Malzeme, Bölüm 4, F'ün hükümleri geçerlidir.

7. Kaynak Sonrası Isıl İşlem

7.1 Isıl işlem Bölüm 9'a göre uygulanacaktır. Ferritik çeliklerden imal edilen boru hatlarındaki kaynaklı birleşimler, ilgili standartlar gereklilikleri ya da 7.1.1 ve 7.1.2'de belirtilen koşulların uygulandığı **TL**'nin onay dokümanına göre kaynak işleminden sonra ısıl işleme tabi tutulacaktır. Aksi belirtilmedikçe kaynak sonrası ısıl işlem, gerilme giderici ısıl işlemden oluşacaktır.

7.1.1 Elektrik ergitme kaynaklı boru birleşimleri, eğer Tablo 15.6'da boru çeliğinin tipine göre verilen limit cidar kalınlıklarının aşılması durumunda gerilme giderici ısıl işleme tabi tutulacaktır.

7.1.2 Gaz ergitme kaynaklı birleşimler; eğer boru cidar kalınlığı 3,2 mm ya da dış çap 88,9 mm'yi aşarsa, malzeme tipine bağlı olarak normalize ısıl işlemden ya da su verme ve temperleme işlemlerinden geçecektir.

7.1.3 Sıfırın altında sıcaklıklara dayanıklı olan nikel alaşımlı çeliklerden imal edilmiş borular için kaynak sonrası ısıl işlem gerekliliği ve limit cidar kalınlıkları, kaynak yöntem testi esnasında belirlenecektir.

7.2 Östentik ve östentik ferritik çeliklerden imal edilmiş boru hatları için kaynak sonrası ısıl işlem yapılmasına, genel olarak, eğer boru hattı malzemeleri kaynak öncesinde uygun ısıl işlem görmüş durumda ise gerek yoktur.

J. Kaynaklı Boru Hatlarının Muayenesi

Muayene, iç hidrolik basınç testinden ve tahribatsız muayenelerden oluşacaktır. Tahribatsız muayeneler Bölüm 10'a göre yapılacaktır.

1. Tamamlanmış boru hattı kesitleri, Sörveyörün gözetiminde çalışma basıncının 1,5 katı basınçta hidrolik basınç testine tabi tutulacaktır. Boru hattı; kesiti hidrolik basınç testi esnasında herhangi bir sızıntı göstermeyecek ve daha sonrasında herhangi bir kalıcı deformasyon oluşmayacaktır.

2. Tamamlanmış boru hattı kesitlerinin ve özellikle kaynakların bir dış ve eğer mümkünse bir iç muayenesi yapılacaktır. Muayeneler için kesitler, üretilmiş koşula karşılık gelen ve büyük yüzey kusurlarının tespit edilmesini mümkün kılan düzgün bir dış ve iç yüzeye sahip olacaktır. Östentik ve östentik ferritik çeliklerden üretilen boru hatları, zararlı temper renklerinden arınmış olacaktır.

3. Boru nihayetlerinin yanlış hizalanma durumu, dış kaynak takviyeleri ve –ulaşılabilir ise- iç kaynak takviyeleri kontrol edilecektir. Bunlar G.9 ve G.10'da belirtilen toleranslar içinde kalacaktır.

4. Aşağıdaki boru hatlarının alın kaynaklı birleşimleri aşağıdaki şekilde radyografik muayeneye tabi olacaktır:

- Sınıf I borulardaki tüm boru hatları: %100.

  Testin kapsamında bir azaltma, eğer sonuçların tutarlı bir şekilde iyi olduğu ve tamirlerin yüzdesinin nisbeten düşük olduğunun kanıtı sunulursa, iç çapı ≤ 75 mm olan boru hatlarında uygulaması için anlaşmaya varılabilir.

- Servis sıcaklığı, – 10°C'nin altında olan tüm gaz tanker kargo ve proses boru hatları: 100 %.

  Testin kapsamında bir azaltma, eğer sonuçların tutarlı bir şekilde iyi olduğu ve tamirlerin yüzdesinin nisbeten düşük olduğunun kanıtı sunulursa, iç çapı ≤ 75 mm ya da cidar kalınlığı ≤ 10 mm olan boru hatlarında uygulaması için anlaşmaya varılabilir

- Sınıf II borulardaki tüm boru hatları: %10.

  Testin kapsamında bir azaltma, eğer sonuçların tutarlı bir şekilde iyi olduğu ve tamirlerin yüzdesinin nisbeten düşük olduğunun kanıtı sunulursa, iç çapı ≤ 100 mm olan boru hatlarında uygulaması için anlaşmaya varılabilir.

- Kaynak işlemlerinin uygulaması, kaynaklı birleşimlerin kalitesi hakkında şüphe doğuruyorsa, **TL**, sınıf III borulara ait alın kaynaklarında rastgele radyografik testerin yapılmasını talep edebilir.

Radyografik muayene kural olarak bir X-ışını tübü ile

gerçekleştirilecektir. **TL**'nin rızası ile radyografik muayene, cidar kalınlığı ≥ 20 mm olan ferritik çelikten yapılmış tüplerin muayenesinde, ultrasonik muayene ile değiştirilebilir.

5. Sınıf I boru hatlarına ait flençlerin, soketlerin ve nipellerin köşe kaynakları (gaz tankerlerinin kargo ve proses hatları dahil) yüzey çatlaklarına karşı %100 test edilecektir.

Sınıf II ve III borulardaki boru hatları için kaynakların %10'unu kapsayan rastgele test gereklidir.

Not:

Seri üretilmiş boru fitinglerine uygulanacak testlerin kapsamı ayrıca belirtilmiştir. Bakınız Kısım 2 Malzeme Bölüm 4, F.

BÖLÜM 16

MAKİNE BİRLEŞENLERİNİN KAYNAĞI

Page

A. GENEL **16-**2
- **1.** Kapsam
- **2.** Diğer İlgili Kurallar ve Düzenlemeler

B. KAYNAK İŞYERLERİNİN VE KAYNAK PERSONELİNİN ONAYI **16-**2
- **1.** İşyerleri ve İşyeri Bölümleri
- **2.** Gereklilikler ve Onay Kapsamı
- **3.** Temel Onay, Uzantılar

C. KALİTE DENETİMİ, SORUMLULUK **16-**3

D. MALZEMELER, KAYNAĞA UYGUNLUK **16-**4

E. KAYNAK DOLGU MALZEMELERİ VE YARDIMCI MALZEMELER **16-**4

F. KAYNAK YÖNTEM TESTLERİ **16-**4
- **1.** Genel
- **2.** Testlerin Kapsamı, Test Zaman Çizelgesi, Uygulama Sınırları
- **3.** Test Parçaları, Üretim (Kaynak), (Kaynak Sonrası) Isıl İşlem
- **4.** Tahribatsız Muayeneler
- **5.** Test Parçalarının Bölümlendirilmesi, Numune Tipi ve Sayısı
- **6.** Mekanik ve Teknolojik Testler, Gereklilikler

G. DİZAYN, KAYNAK TEKNİĞİ **16-**10

H. KAYNAK SONRASI ISIL İŞLEM **16-**10

I. KAYNAKLI BİRLEŞENLERİN MUAYENESİ **16-**11

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar yatak sacları, postalar, dizel makine yatakları, dişli kutuları, tekerlek bünyeleri, dümen makinesi yatakları, kuadrantlar ve bunlarla karşılaştırılabilir tabiata sahip benzer bileşenler gibi makine bileşenlerinin üretimi ve tamiri sırasında yapılan tüm kaynak işlerine uygulanır.

Not:
Yukarıda listelenen makine parçalarının genellikle malzeme özellikleri, kaynak prosesleri ve kaynak işleri açısından tekne yapılarından çok da farklı olamayan "çelik birleşenler" olması sebebi ile (ayrıca bakınız Bölüm 4 Tablo 4.1), Bölüm 12'de belirtilen ve tekne yapılarının kaynağına uygulanabilir spesifikasyonlar, aşağıdaki maddelerde başka özel herhangi bir hüküm belirtilmediyse uygulanabilir.

1.2 Bu kurallar, ayrıca akslar ya da şaftlar, pistonlar, pervaneler, hablar, makine tankları, hidrolik silindirler, valf yatakları vb. gibi, **TL**'nin kaynak işi yapılmasını genel ya da bağımsız olarak onayladığı bu tip parçalara da uygulanır. Bu kurallar; yeni üretim ve ayrıca makine parçalarındaki tamir kaynakları esnasında uygulanan kaynak işlerine uygulanır.

1.3 Kaynağın, malzemelerin ve/ya da yarı tamamlanmış ürünlerin imal edilmesi esnasında bir üretim süreci olarak kullanılması için; örneğin makine parçalarında (perveneler gibi) kullanılan dökme ve dövme parçalar, ayrıca bakınız Malzeme Kuralları ve dökme çelikte yapılan üretim kaynakları için demir ve çelik malzeme şartname kaynak yöntem testleri.

2. Diğer İlgili Kurallar ve Düzenlemeler

Kaynaklı birleşimlerin dizaynı ve boyutları ve ayrıca kaynak tekniği, Kısım 2 Malzeme ve **TL** tarafından belirli uygulama kapsamı için çıkarılan kural ve düzenleme hükümlerine tabidir. Diğer ilgili standart vs. için bakınız Bölüm 1, B.

B. Kaynak İşyerlerinin ve Kaynak Personelinin Onayı

1. İşyerleri ve İşyeri Bölümleri

1.1 Aşağıdaki maddelerde; " kaynak iş yeri" terimi, fiziksel ve organizasyonel durumu açısında bağımsız birim olarak düşünülebilen kaynak üretim yerleri anlamında kullanılır.

1.2 Branşlar ve taşeronlar bu bağlamda genel olarak aşağıda açıklanan gereklilikleri sağlayan "bağımsız" kaynak işyerleri olarak göz önüne alınır. Özellikle her kaynak işyeri, kaynak işyerinin sürekli personelinden olan bir kaynak gözetmenine sahip olacaktır (bakınız Bölüm 2).

1.3 Kaynak işyerinde çalışan dış firmalara, bağımsız kaynak işyerleri olarak onay verilebilir. Bu hususta ve geçici işçiler konusunda ayrıca bakınız C.3. ve Bölüm 1,F.

2. Gereklilikler ve Onay Kapsamı

2.1 Bu kurallar kapsamında kaynak işleri yürüten tüm kaynak iş yerleri, Bölüm 2'de belirtilen uygulanabilir kaynak iş yeri ve personel gerekliliklerini sağlayacak ve **TL** tarafından onaylanmış olacaktır. Onay başvuruları, kaynak işleri başlamadan yeterli bir zamanda tersaneler ve kaynak iş yerleri tarafından yapılacak ve Bölüm 2 A.3'te belirtilen dokümantasyonu ve bilgiyi içerecektir.

2.2 Kaynak personeli (kaynakçılar, operatörler ve kaynak gözetmenleri) ve uygulanabilirse muayenecileri ve muayene gözetmenleri Bölüm 2 B.2, B.3 ve B.4'te belirtilen gerekliliklere uyacaktır ve **TL** tarafından tanınacaktır. Kaynakçı yeterlilik testleri için Bölüm 3'e bakınız.

2.3 Onayın kapsamı, kaynak işyerinin becerileri ve amaçlanan uygulama kapsamı (bileşenler, malzemeler, kaynak yöntemleri, kaynak pozisyonları vs.) ile belirlenir. Amaçlanan uygulama kapsamı, onay başvurusunda belirlenecektir. Onayın geçerlilik süresi için bakınız Bölüm 2, A.4 ve A.5.

3. Temel Onay, Uzantılar

3.1 Makine parçalarının kaynağı için genelde ilk önce işyeri sörveylerine dayanarak bir (temel) onay verilir ve gerekiyorsa Bölüm 3'e göre (ayrıca bakınız 4.) kaynakçı yeterlilik sınavları da esas alınır. Normal mukavemetli gemi yapım çeliğinde ve benzer döküm ve dövme çeliklerde, normal olarak elle yapılan ark kaynağı (kaynak yöntemi 111) ve/veya dolu ve özlü tel elektrotlar kullanılarak yapılan yarı mekanik metal ark aktif gaz kaynağı (kaynak yöntemi 135 ve 136) göz önüne alınır. Bu durumda cidar kalınlığı alanı geçerli kaynakçı yeterlilik sınavının kapsamına göre belirlenir.

3.2 Kaynak yöntem testleri diğer bileşenler, malzemeler ve/ya da kaynak proseslerine uygulanacaktır, bakınız F. Tek telli tozaltı kaynağı (kaynak prosesi 121), 3.1'de belirtilen temel onay kapsamına alınabilir ancak tatmin edici operasyonel kullanım kanıtı ile ilgili dokümantasyon temin edilecektir (bakınız F.1.3) (4-25 mm. kalınlıktaki levhaların her iki taraftan birer pasolu [iki pasolu teknik] ve 40 mm. kadar olan kalınlıklardaki levhaların çok pasolu kullanıla gelen kaynakları için).

3.3 Bölüm 4'deki kaynak yöntem testlerine dayanarak (F'e de bakınız) temel onay, herhangi bir kaynak yöntem onayını da kapsamak suretiyle genişletilebilir; bazı özel hallerde, belirli bir malzeme ve/veya belirli bir kaynak yöntemi için (işyeri sörveylerine bağlı olarak da) sınırlı bir onay verilebilir.

4. Kaynak personeli (kaynakçılar ve gözetmenler) Bölüm 2.B.2'de ve B.3'de belirtilen gereklilikleri sağlayacaklardır ve **TL** tarafından tanınacaklardır. Kaynakçı yeterlilik testleri için bakınız Bölüm 3.

C. Kalite Denetimi, Sorumluluk

1. Kaynak iş yerleri, üretim sırasında ve kaynak işinin tamamlanmasından sonra düzenli kurum içi kalite denetimleri ile, işin ehil bir şekilde ve tatmin edici olarak yapıldığını güvence altına alacaktır (Bakınız Bölüm 1,F). Kaynak gözetmeninin görevleri ve sorumlulukları için ayrıca bakınız ISO 14731.

2. Kaynak işyerleri, kaynak işlerinin buradaki kurallara, onaylı üretim dokümanlarına, onaylı dokümanlarda belirtilen her türlü koşula, iyi makine üretim uygulamasına ve en son kaynak uygulama teknolojisine uygunluğunun sağlanmasından sorumludur. **TL** Sörveyörünce yapılan muayeneler ve kontroller, kaynak iş yerlerini bu sorumluluktan muaf tutmaz.

3. Her bir iş bazında, altsözleşme yapılması, tedarikçi kullanılması ya da onaylanmış ya da onaylanmamış olarak kaynak iş yerinde çalışan dış firmalar (taşeronlar) ile ilgili olarak Bölüm 1,F'e bakınız. Ana işveren, taşeronların 1'de verilen koşulları sağladığında emin olacaktır.

4. Onaylı olmayan dış kuruluşların ve geçici personelin kaynak iş yerinde çalıştırılması durumunda kaynak iş yeri, kalite muayenelerinin yapılmasından ve paragraf 1'de belirtilen koşullar ile uygunluğun sağlanmasından sorumludur. İşin taşerona verilmesi ya da geçici personelin kullanılması **TL**'ye bildirilecektir.

5. Gerekli kalite denetimlerinin kapsamı mevzu bahis olan inşa projesine bağlıdır. Ancak uygun malzeme, kaynak dolgu malzemesi ve yardımcı malzemelerin kullanıldığından ve kaynak hazırlaması, montajı, kaynakların yapılması, boyutsal hassasiyet ve kaynaklı birleşimin tamamlanışının 2'de belirtilen gerekliliklere uyduğundan emin olunacaktır. Kaynaklı birleşimlere ait yapılacak tahribatsız muayeneleri için bakınız I.

6. İş yeri tarafından yapılan kontrollerden ve gerekiyorsa kaynak işyerinde onarımdan sonra, yapı elemanı üretimin uygun aşamalarında kontrol için sörveyöre gösterilecektir. Bu maksatla yapı elemanı ulaşılabilir olmalı ve boya, vs. ile örtülmemelidir. Sörveyör önceki kontrolde yeterli bulmadığı yapı elemanını geri çevirebilir ve işyerinin başarılı kontrolünden sonra yeniden gösterilmesini ve gerekiyorsa elemanın onarımını isteyebilir.

7. Bir yapı elemanının kalitesi ve iyi çalıştığı garanti edilemiyorsa veya üretim belgelerindeki (örneğin; üretim resimlerindeki) bilgilerin eksik ve yetersiz olduğundan şüphe ediliyorsa, **TL** bunların düzeltilmesini ve tamamlanmasını isteyebilir. Bunlar, resimlerinin onaylanması gerekmeyen veya üretim dokümanlarında yeterince ayrıntılı gösterilmemesi sebebiyle belirtilmeyen tamamlayıcı veya ek elemanlara (örneğin; takviyelere) benzer şekilde uygulanır.

8. Kalite denetimlerinin uygun şekilde yapılması ve yukarıda belirtilen koşullara uygunluk sağlanması sorumluluğu kaynak işyerinin sorumluluğundadır. **TL** Sörveyörünce yapılan muayeneler ve kontroller kaynak işyerlerini bu sorumluluktan alıkoymaz.

9. **TL**, kendi sörveyörlerince belirtilen kapsamda (genelde rastgele olarak) muayene edilen tüm birleşenlerin ve kaynaklı birleşimlerin; şartlara uygun olarak üretildiğini ve her açıdan gerekliliklere uyduğunu garanti etmekle yükümlü değildir. Daha sonra kusurlu olduğu ortaya çıkan birleşenler ya da kaynaklı birleşimler, Kabul testi yapılmış olsa bile reddedilebilir ya da bunların tamir edilmesi talep edilebilir.

D. Malzemeler, Kaynağa Uygunluk

1. Kaynaklı yapılar, sadece kanıtlanmış kaynağa uygunluğa sahip ana malzeme kullanılarak yapılabilir. Kullanılacak malzemeler Kısım 2 Malzeme Kurallarının ilgili bölümlerinde belirtilen gerekliliklere uyacaktır. Diğer karşılaştırılabilir malzemeler (örneğin standartlara uyan yapısal çelikler) sadece **TL**'nin her bir durum için onay vermesi durumunda kullanılabilir.

2. Onay sertifikalarında belirtilen kaynak ve çalışma ile ilgili koşullar ve malzeme üreticisinin önerileri göz önüne alınmalıdır. Makine bileşen malzemelerinin seçimi için Kısım 4, Makine Kuralları Bölüm 2'ye ve **TL** tarafından belirli uygulama alanları için yayınlanan diğer kural ve düzenlemelere bakınız.

3. Dökme çelik ve dövme çelik yapılar, Kısım 2 Malzeme Kurallarına uyacak ve **TL** tarafından test edilecektir. Karbon ve karbon manganez çeliklerden yapılan bileşenlerin ya da kaynaklı yapılarda kullanılan döküm çeliklerin karbon içeriği, eriyik analizinde % 0,23 C'yi geçmeyecektir (kontrol analizi: maks. % 0,25 C).

E. Kaynak Dolgu Malzemeleri Ve Yardımcı Malzemeler

1. Kullanılan tüm kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler (örneğin örtülü elektrotlar, tel-gaz kombinasyonları, tel toz kombinasyonları vb.) **TL** tarafından Bölüm 5'e göre onaylanmış olmalıdır. Gerekli kalite sınıfı kaynaklanacak ana malzemelere bağlıdır ve Bölüm 5'in ilgili tablolarında gösterilmiştir.

2. Kaynak dolgu malzemeleri; kaynaklı birleşimin ana malzemeye ve maruz kaldığı gerilme tipine uygun olmasını ve daha sonraki işlemler için sorun oluşmamasını sağlayacaktır. Benzer olmayan malzemeler arasındaki birleşimler için (yüksek alaşımlı, östentik malzemeler hariç) kaynak dolgu malzemeleri, mümkün olduğunda, düşük alaşımlı ya da düşük mukavemetli malzemeye göre ayarlanmalıdır.

3. Çok kalın cidarlı rijit yapı elemanlarının (yaklaşık 30 mm. ve daha fazla) ve dövme çelik ve çelik döküm parçaların kaynağı için mümkün olduğunca hidrojen kontrollü kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri (örneğin kalite sınıfı H15(H) ya da daha düşük ya da yüksek mukavemetli çelikler için …Y.. H10 (HH) ya da daha düşük) kullanılacaktır.

4. Kaynaktan hemen sonra yapı elemanı tam yüke maruz kalıyorsa (örneğin; yükleme halkaları veya test basıncı nedeniyle) veya konstrüksiyonun rijitliğinden dolayı yüksek seviyede kalıcı gerilmelerle oluşuyorsa ve gerektiğinde yüksek akma sınırı veya mukavemeti öngörülüyorsa hidrojen kontrollü kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kullanılmalıdır.

F. Kaynak Yöntem Testleri

1. Genel

1.1 Sadece mevzu bahis uygulama için uygunluğu genel deneyim baz alınarak aşikar bulunan ya da Bölüm 4 ve daha sonraki hükümlere göre bir kaynak yöntem testi vasıtası ile doğrulanan kaynak yöntemleri kullanılabilir. Bölüm 4 Tablo 4.1, gerekli doğrulama maddeleri listesini vermektedir. Kaynak yöntemleri, mevzu bahis bir kaynak işyeri için kaynak işyeri onayının bir parçası olarak **TL** tarafından onaylanacaktır (ayrıca bakınız B.).

1.2 Tatmin edici operasyonel kullanımın, kaynak yönteminin sorunsuz şekilde uygulandığının ve ayrıca kullanıcının işyerinde üretim koşullarında yapılan kaynaklı birleşimlerin yeterli kalite özelliklerine sahip olduğunun doğrulanması için **TL** gözetiminde yapılacak kaynak yöntem testleri; genel olarak B.3.1'de belirtilen (temel) onay kapsamı dışındaki tüm malzemeler ve

kaynak yöntemleri için gereklidir.

1.3 Normal mukavemetli yapısal çeliklerin ve karşılaştırılabilir dövme ve dökme çeliklerin her iki tarafından kaynağında kullanılan katı tel elektrotlu konvansiyonel tek tel tozaltı ark alın kaynak proseslerinde yeterli güvenilirlik ve teknik uygunluk, ilk kullanımdan önce Sörveyör tarafından yönetilen deneme kaynakları ve tahribatsız muayeneler (örneğin radyografik) vasıtası ile kanıtlanacaktır. Kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler **TL** tarafından onaylanmış olmalıdır.

1.4 **TL** ek olarak, özel (zor) birleşen şekilleri ya da malzeme kombinasyonları, belirli kaynak şekilleri, süreç birleşenleri ya da kombinasyonları ve ayrıca belirli kaynak dolgu malzemeleri ve yardımcı malzemeler için kaynak yöntem testleri talep edebilir. Aynı durum diğer birleştirme süreçlerine ya da termal kesme ya da alev düzleştirme gibi (yüzey) hazırlama operasyonlarına da uygulanır.

1.5 Aşağıdaki ve önceki maddelerde geçen bilgiler (özellikle test parçası bilgileri, numune şekilleri, testler ve gereklilikler), hizmet koşullarında davranışı deneyim ve/ya da test sonuçları vasıtası ile kanıtlanmış, gemi-makine inşasında mevcut kullanımda bulunan normal malzemelere, kaynak proseslerine ve kaynak şekillerine uygulanır. Şüpheye düşülmesi halinde **TL**, tatmin edici kullanım uygunluğunun doğrulanması için ek ve/ya da farklı test parçaları, numune şekilleri ya da testleri talep edebilir.

1.6 Kaynak proseslerinin, deney ve/veya test sonuçlarıyla doğrulananların dışında kaynak şekillerinde değişikliğe yol açması durumunda; kaynak şeklinin kaynaklı birleşimlerin yorulma mukavemet davranışındaki etkisi, belirtilen testlere ek olarak araştırılacaktır. Aynı durum, kaynaklı birleşimlerin diğer karakteristiklerine (örneğin korozyon dayanımı) benzer şekilde uygulanır.

2. Testlerin Kapsamı, Test Zaman Çizelgesi, Uygulama Sınırları

2.1 Test zaman çizelgesi, test detayları

2.1.1 Kaynak yöntem testlerinin kapsamı (malzemeler, test parçaları, ısıl işlem, numuneler, testler vb.) testten önce uygun bir zamanda onaya gönderilecek test zaman çizelgesinde (Bölüm 4, B.1'e göre) açıklanacaktır. Kaynak yönteminin doğası ve uygulamasına bağlı olarak Bölüm 4, B.1.1'de belirtilen yöntem detayları belirlenecek ve testlerde hesaba katılacaktır.

2.1.2 Kaynak yöntemleri ile ilgili olarak aşağıdaki maddelerde daha detaylı bilgi verilmiyorsa Bölüm 4'ün hükümleri uygulanacaktır. EN ISO 15607-15614 serisinin standartları uygulanabilir ancak TL, aşağıdaki maddelerde belirtilenleri tamamlayıcı ya da bunlardan farklı (daha katı ya da hafif) gereklilikler belirleyebilir (örneğin uygulama kapsamı-malzemeler, kaynak tipleri, kaynak pozisyonları, bakınız 2.1.3).

2.1.3 (Çelik) makine birleşenlerinin kaynak yöntem testlerinde; Bölüm 12, F'te (tekne) yapısal çeliği için verilen kaynak yöntem testleri hükümleri benzer şekilde uygulanacaktır. Bu durum aynı zamanda kaynak tipleri ve kaynak özellikleri açısından kısmen uygulanacaktır. Buna uygun olarak hem alın hem köşe kaynakları (ya da diğer belirli kaynak şekiller), karşılaşılan kaynak şekilleri olduklarından ötürü ayrıca kaynak yöntem testleri kapsamına alınmıştır.

2.1.4 Pervanelerin (tamir) kaynağında kullanılan kaynak yöntem testleri TL Kısım 2 Malzeme Kuralları'nda geçen "üretim testleri"'ne ait uygulanabilir hükümlere göre yapılacaktır. Bunlar ayrıca kaynak dolgu malzemeleri ve tavsiye edilen ısıl işlemler ve kaynağa izin verilmeyen yerlerde de uygulanır.

2.1.5 Özel kaynak yöntemleri için (örneğin flaş alın kaynağı, sürtünme kaynağı, elektron-ışın kaynağı ya da lazer kaynağı ve ayrıca şaftlarda, pistonlarda ya da valflerde destek kaynağı gibi özel uygulamalar gibi), kaynak yöntem testlerinin tip ve kapsamı (test parçalarının şekli ve boyutları) ve sonraki hükümlere göre bunların kapsamı, her durum için ayrı ayrı belirtilmiştir.

3. Test Parçaları, Üretim (Kaynak), (Kaynak Sonrası) Isıl İşlem

3.1 (Çelik) makine parçaları için, alın ve köşe kaynaklı test parçalarının (bu kaynak tiplerine üretim esnasında karşılaşılıyorsa) kaynağı Bölüm 12, F.3'te belirtilene benzer şekilde uygulanacaktır ya da **TL** ile

anlaşılarak EN ISO 15607-15614 standart serisine göre yapılacaktır. Diğer parçaların test parçaları için belirli kaynak prosesleri ya da uygulamaları, her durum için ayrı olarak **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

3.2 Alın ve köşe kaynaklı test parçalarının haddeleme doğrultusu, kaynak doğrultusuna paralel olacaktır. Kaynak şekilleri, üretim sürecinde kullanılanlar ile denk olacaktır.

3.3 Kaynak işlemi test parçaları; özellikleri Kısım 2 Malzeme Kuralları gerekliliklerine ya da gerekli sertifikaların temini ve malzemenin işaretlenmesi (damgalanması) suretiyle onaylı malzeme spesifikasyonlarına göre tartışmasız bir şekilde kanıtlanabilen malzemelerden yapılacaktır. Şüphe durumunda **TL** uygun malzeme muayenelerinin yapılmasını talep edebilir. Bakınız Bölüm 4, B.3.

3.4 Ön kaynak yöntem şartnamesinde (pWPS)'de belirtilen kaynak parametreleri hazırlanacaktır be testlerde kullanılan parametrelerin kaydedilmesi ve bunların nihai kaynak yöntem şartnamesinde belirtilmesi gerekmektedir (bakınız Bölüm 4, B.5).

3.5 Test parçalarının; ön ısıtma, ısıl işlem ve benzeri ile ön işleme ve işlem sonrası işleme tabi tutulması sadece mevcut üretim esnasında bu malzemeler için tanımlandıysa gerçekleştirilebilir. Bu işlem ayrıca kayıt edilecek ve nihai kaynak yöntem şartnamesinde belirtilecektir. Bakınız Bölüm 4, B.6.

4. Tahribatsız Muayeneler

Bölümlere ayrılmadan önce test parçaları, kaynak kusurları ve kaynak yöntemindeki eksiklikler tespit edilecek şekilde kapsamlı tahribatsız muayenelerden geçecektir. Uygulanacak test metodu ya da metotları (bir kombinasyon) test parçasının ya da kaynağın doğası ile belirlenir ve TL ile anlaşmaya varılacaktır ve test planında belirtilecektir. Bakınız Bölüm 4, B.7.

5. Test Parçalarının Bölümlendirilmesi, Numune Tipi ve Sayısı

5.1 Test parçalarının bölümlere ayrılması ve numunelerin hazırlanması Kısım 1, Bölüm 4 B.8'in hükümlerine tabidir.

5.2 Belirli bir durum için aksinde karar kılınmadıysa **bir alın kaynak test numunesi seti** aşağıdaki numuneleri kapsayacaktır. Numune şekilleri ve boyutları uygun şekilde Bölüm 11'in ya da standartların hükümlerini karşılayacaktır:

- ISO 4136'e göre **2 adet enine çekme test numunesi** (daha kalın levhalar için, kalınlık sebebiyle tüm kesiti kapsamak amacıyla daha fazla numune alınacaktır),

- Eğer TL tarafından onaylı kaynak dolgu ve yardımcı malzemeleri kullanılacaksa Bölüm 5, B.2.3 (Şekil 16.1 ve 16.2)'e benzer şekilde, kaynak metalinden boyuna doğrultuda alınan **1 adet yuvarlak çekme test numunesi** kullanılacaktır (bakınız Bölüm 4, B.3.2),

  Eğer farklı malzemeler birleştirilecekse, eğer kaynaklar farklı kaynak dolgu malzemeleri kullanılarak yapılacaksa ya da eğer kaynak yönteminin özellikleri, kaynek metalinin kendisinin önemli ölçüde etkilenmeye yatkın olduğunu gösterirse

  Kaynak metalinin ana malzeme özelliklerine göre düşük olduğu (örneğin yüksek mukavemetli çeliğin kaynaklanması) her durum için bir yuvarlak çekme test numunesi hazırlanacaktır (alüminyum alaşımları hariç). Numunenin "d0" çapı mümkün olduğunca büyük olacaktır (ancak 10 mm'den büyük olmayacaktır) ve ölçü boyu "L0" 5 × d0 olacaktır. Bölüm 5, B.2'nin hükümleri benzer şekilde uygulanacaktır. Kalınlıkları ≤ 20 mm olan levha kalınlıkları için TL yuvarlak çekme numunesini talep etmeyebilir.

– Yarısı son pasosu çekmeye maruz (FBB) ve yarısı kök pasosu çekmeye maruz (RBB) olarak ISO 5173'e göre **4 enine eğme test numunesi**

ya da

- Öncekinde olduğu gibi **2 enine eğme test numunesi** (1FBB ve 1 RBB) ve

12 mm kalınlığın üzerindeki test parçaları durumunda, ISO 5173'e göre alın kaynağına dik açılarda alınmış **2 yan eğme test numunesi** (SBB), ya da

- 20 mm'den daha kalın test parçalarının olması durumunda ve kaynak yöntemlerinin (örneğin tek taraflı ve yukarıdan aşağıya düşey kaynakta); kaynak içinde ayrılıklara, katılaşma çatlaklarına, erime noksanlığına ya da benzer kusurlara mahal verme ihtimali durumunda 4 adet **yan eğme test numunesi** (SBB)

Not:
Mukavemet açısından farklılık gösteren malzeme çifti için; alın kaynaklı enine eğme test numunelerinin yerine ISO 5173'e göre kaynak dikişi numunenin ortasında olacak şekilde alın kaynaklı boyuna eğme test numunelerinin (FBB ve RBB) kullanılması önerilir. Ayrıca bakınız Bölüm 11. Bu testin detayları ve gereklilikleri (kural olarak eğme davranışının niteliksel değerlendirmesi)durum bazında kararlaştırılacaktır.

- ISO 9016'a göre kaynak merkezinden (VWT 0/1), erime sınır/geçiş bölgesinden (VHT 0/1) ve ısıdan etkilenmiş bölgeden (VHT 2/1) ve her biri son kaynaklanmış kenardan alınan, **3 adet çentik çubuk darbe test numunesi** (her biri çentiği levha yüzeyine dik olan Charpy V-Çentik numunesidir). Levhaların ve dökümlerin birleştirildiği durumlarda çentik çubuk darbe testi test numuneleri erime sınır / geçiş bölgesinden ve her iki malzemenin ısıdan etkilenmiş bölgelerinden alınacaktır. Çok büyük levha genişliklerinde çentik çubuk darbe test numuneleri yüzeyden ve kaynak arkasından alınacaktır ve merkez bölgesinde ayrılmaya meyilli kaynak proseslerinde ek olarak her tipten 3 adet çentik çubuk darbe test numunesi, levha kalınlığının ortasında aynı bölgelerden alınacaktır.

  "a" boyutu (bakınız ISO 9016), numunenin merkez hattı ile ısıdan etkilenmiş bölgenin iri taneli bölgesinde bulunan çentiğin ortasının kesiştiği noktadan alınacaktır. Bu boyut genel olarak 2 mm olarak alınabilir. Kaynak yöntem testlerinin, sıfırın altındaki sıcaklıklara dayanabilen çeliklerde yapıldığı durumlarda, çentiklerin a= 1 mm, a= 3 mm ve a=5 mm de bulunduğu test numuneleri hazırlanacaktır (aksi bağımsız bir durum için belirtilmemişse).

  Ana malzeme ve ilgili kaynak işlemine bağlı olarak başka bölgelerden daha fazla çentik çubuk darbe test numunesi istenebilir. Çentik çubuk darbe test numunelerinden, bu testlerin sonuçlarının belirli bir kaynak işlemi kullanımına bağlı olarak bazı malzemeler için küçük öneme sahip olması durumunda kısmen ya da tamamen vazgeçilebilir (örneğin östentik paslanmaz çelikler ya da alüminyum alaşımlar – düşük sıcaklıkta yapılan uygulamalar hariç-).

- Tanecik yapısının değerlendirilmesi için **2 makrografik numune** ve eğer gerekliyse (örneğin alaşım çelikleri için) **mikrografik numuneler**

- Ana malzeme ya da kaynak prosesi göz önüne alınarak, ön ısıtmanın ve/veya kaynak esnasında ısı girişinin sertlik değerini, kaynağın mukavemet özelliklerine zarar verecek şekilde arttırması şüphesi mevcutsa; EN ISO 9015-1 (Lazer kaynağı için EN ISO 9015-2)'e göre **Sertlik testleri** (Vickers HV5 ya da HV10). Sertlik ölçümleri daima daha yüksek mukavemetli yapısal çeliklere ve yüksek mukavemetli (su verilmiş ve temperlenmiş) akma mukavemeti 355 N/mm^2 ya da daha fazla olan ince tanecikli yapısal çeliklere uygulanır.

- **Kaynak metal analizi**, eğer gerekli ise ve eğer **TL** ile anlaşmaya varılmışsa.

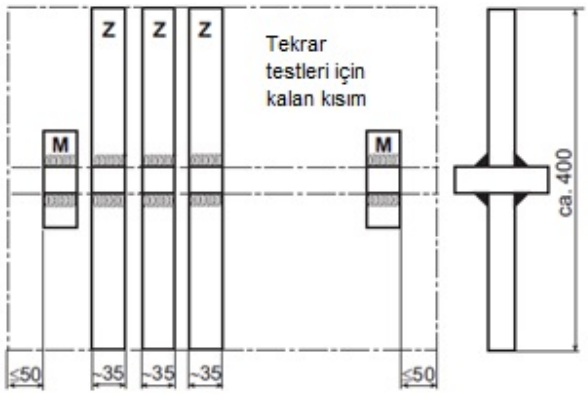
5.3 Test parçasının boyuna bağlı olarak iki ya da daha fazla **makrografik test numunesi**, EN ISO 15607-15614'e göre sadeleştirilmiş **(T-birleşimli) köşe kaynaklı test parçalarından** alınacaktır. Buradaki amaç nüfuziyet durumlarını, kaynaklı birleşimdeki her türlü düzensizliği ve tanecik yapısının değerlendirilmesidir. Eğer gerekliyse EN ISO 9015-1 ve 9015-2'de belirtilen **sertlik ölçümleri** yapılacaktır (bakınız 5.2) ve (alaşımlı çelikler mevzu bahis ise) **mikrografik numuneler** alınacaktır. Test parçasının kalanı, kaynaklardan birinin alınmasından sonra **kırılmanın değerlendirilmesi** (bakınız EN 1320) için karşılıklı kenarlardan kırılacak uygun parçalara bölünecektir.

5.4 Bir **set çift T birleşimli (çapraz) köşe kaynak test numuneleri** (Şekil 16.1'e göre) aşağıdaki numunelerden oluşacaktır. Numune şekilleri ve boyutları Bölüm 11'in hükümlerine uyacaktır:

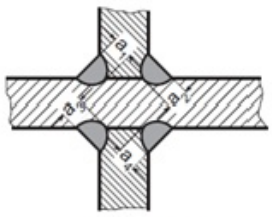
- Kaynak metalinin çekme ve kayma özelliklerinin tespiti için Şekil 16.2'de görüldüğü gibi **3 adet çapraz çekme test numunesi** (Z)

- Nüfuziyet durumlarının, kaynaklı birleşimdeki her türlü düzensizliğin ve tanecik yapısının değerlendirilmesi için 2 adet **makrografik test numunesi** (M). Eğer gerekli ise EN ISO 9015-1 ve 9015-2'de belirtilen **sertlik ölçümleri** yapılacaktır (bakınız 5.2). Gerekli görüldüğünde (alaşımlı çelikler mevzu bahis ise) **mikrografik numuneler** alınacaktır.

  Test parçasının kalanı, kaynaklardan birinin alınmasından sonra **kırılmanın değerlendirilmesi** (bakınız EN 1320) için karşılıklı kenarlardan kırılacak uygun parçalara bölünecektir.



Şekil 16.1 Çift T-birleşim (çapraz) test numune seti



a_1+a_2= kırılma kesiti $S_{1/2}$
a_3+a_4= kırılma kesiti $S_{3/4}$

$$\text{Çekme-kayma mukavemeti} = \frac{\text{Kopma yükü F}}{S_B\text{-numune genişliği}} \quad [N/mm^2]$$

S_B= Kırılma pozisyonuna göre $S_{1/2}$ ya da $S_{3/4}$

Şekil 16.2 Çapraz çekme test numuneleri, kaynak kesit alanı

5.5 Belirli özel bileşenler, malzemeler, kaynak prosesleri ve/ya da bunların kullanımı için numuneler ve testler (bakınız 2.1.5), her bağımsız durum için öne çıkan hükümlere göre ayrı ayrı belirtilecektir.

6. Mekanik ve Teknolojik Testler, Gereklilikler

6.1 Mekanik ve teknolojik testler Bölüm 11'in hükümlerine ya da bu bölümde belirtilen standartlara göre yapılacaktır. Tekrar testleri için bakınız Bölüm 4, C.2.

6.2 Mekanik ve teknolojik testlerin sonuçları Tablo 16.1'de belirtilen gereklilikleri karşılayacaktır. **TL**, özellikle 2.1.5 ve 5.5'de belirtilen numuneler ve testler için farklı ya da tamamlayıcı gereklilikler belirtebilir.

G. Dizayn, Kaynak Tekniği

1. Bölüm 7'de belirtilen genel dizayn prensipleri uygulanacaktır. Dizayn ve boyutlandırma açısından (özellikle A.1.1'e göre (çelik) makine bileşenlerinde), **TL** Bölüm 12, G'nin hükümlerinin benzer şekilde uygulanmasını isteyebilir.

2. Bileşenin mukavemeti üzerinde kritik etkisi olan alın kaynakları, tam nüfuziyet kaynakları olarak yapılacaktır. Bu kategori örneğin makine yatak saclarının alın laması ve gövdesini birleştiren alın kaynaklarına ve yatak braketlerini ve bunlara kaynatılan levhaların birleşimlerini kapsar.

3. Yük taşıyan elemanların köşe kaynakları, örneğin alın laması ve gövde levhalarının birleştirilmesi için levha görderlerin boyun kaynak dikişleri, kesintisiz olarak kaynaklanabiliyor olmalıdır. Bu amaçla ya stifnerler ya da gövde levhaları boyun kaynak dikişi yakınına eklenecek ya da yeterli kaynak açıklığı sağlanacaktır.

4. Bileşenler, mümkün olduğunca kaynak dikişlerinin kesişmesini engelleyecek şekilde dizayn edilecektir. Kaynaklandığında kaynak dikişlerinin kümelenmesine sebep olabilecek karışık şekle sahip her bir bileşen, örneğin yatak braketleri, ya dökme çelik olacak ya da kaynaklandığında gerilme giderici ısıl işleme maruz bırakılacaktır. Bakınız H.

Tablo 16.1 Kaynaklı birleşimlere uygulanabilir gereklilikler (1)

Test tipi	Gereklilikler		
Kaynak doğrultusuna göre enine olan çekme testi	Ana malzeme için ya da kaynak dolgu malzemesi için ürün uygunluk testinde belirtildiği gibi		
Kaynak metalinin bir numunesinde çekme testi	Akma mukavemeti ya da % 0,2 uzama gerilmesi. Çekme mukavemeti ve uzama, ana malzeme için belirtilen ya da kaynak dolgu malzemelerinin uygunluğunun		
Kaynağın merkezinden alınan ISO V-çentik numunesinde yapılan çentik çubuk darbe testi	Ana malzeme için enine doğrultuda belirtildiği gibi ya da kaynak dolgu malzemesinin uygunluğunun değerlendirilmesinde belirtildiği gibi. Ferritik östentik, östentik ve nikel bazlı alaşım kaynak dolgu malzemeleri kullanılırken ≥ 40 J **(2)**		
Kaynak geçiş bölgesinden alınan ISO V-çentik numunesinde çentik çubuk darbe testi	Ana malzemede enine doğrultuda gerekli görülen değerin %70 'i, fakat en az 20 J **(2)**		
Teknolojik Eğme Testi	**Eğme Açısı**	**Mukavemet Kategorisi**	**Mandrel çapı**
	180º **(3)**	Aşağıdaki özelliklere sahip ferritik çelikler: Minimum çekme mukavemeti < 430 N/mm^2 Minimum çekme mukavemeti ≥ 430÷460 N/mm^2	2 × a 2,5 × a
	180º **(3)**	Östentik paslanmaz çelikler ve sıfırın altındaki sıcaklıklara dayanabilen östentik çelikler, Minimum çekme mukavemeti ≥460 N/mm^2 olan ferritik çelikler	2 × a 3 × a
	Eğer 180°'lik eğme açısı sağlanamazsa aşağıdaki uygulanır:		
	≥ 90º	Uzama (L_0 = kaynak genişliği + cidar kalınlığı, kaynağa simetrik) ≥ ana malzemenin minimum uzaması A_5	
	ya da		
	< 90º	Kaynak genişliğinde uzama > 30 % **(4)** ve kırılmadaki kusur görünüş	
Metalografik Muayene	Kaynaklı birleşimin makrografik numunesi tatmin edici kaynak yapısı ve kaynak tam nüfuziyeti ortaya koymalıdır. Mikrografik kesit, çatlaklara karşı muayene edilecektir. Sadece sıcak çatlaklara izin verilebilir ve bunlar sayıca az olup bir bölgede yoğunlaşmış olarak bulunmayacaklardır. Ayrıca bu çatlakların malzeme ve uygulama açısından kabul edilebilirliği Sörveyör ile anlaşmaya varılacaktır.		
Sertlik Testi	Isıdan etkilenmiş bölgelerde sertlik 350 HV 10'yi aşmayacaktır. Dar geçiş bölgelerinde bu değeri aşan sertlik pikleri, eğer teknolojik testler gereklilikleri sağlıyorsa sorun teşkil etmeyecektir.		

1) *2.1.5'te belirtildiği gibi özel kaynak proseslerinin uygulanması durumunda değerler için TL ile anlaşmaya varılması gerekmektedir.*

2) *Sadece bir darbe enerjisi değeri minimum ortalama değerden daha düşük (sadece maksimum %30 kadar) olabilir.*

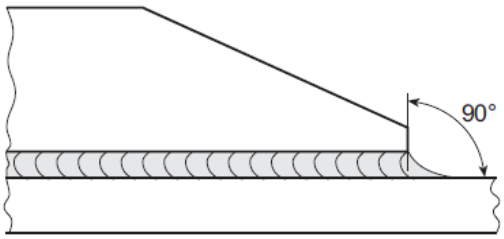
3) *180° gerekliliği, eğer eğme testi ISO 5173'e göre yapıldıysa ve basınç destekler tarafından görünürde çatlak olmadan uygulanıyorsa sağlanmış kabul edilir.*

4) *Benzer olmayan kaynak dolgu malzemeleri ile kaynaklanmış çelikler için farklı değerler hususunda TL ile anlaşmaya*

5. Kaynakla birleştirilecek tüm parçalar; kaynak işleminin minimum bükülme ve artık gerilme ile tamamlanacağı şekilde dikkatlice hizalanacak, yerleştirilecek ve puntalanacaktır. Mümkün ise kaynak işlemi yatay pozisyonda yapılacaktır.

6. Mümkünse, uçları açık olan destek levhaları ve gövde levhaları nihayetleri, Şekil 16.3'te gösterildiği gibi konulduğu levhaya göre 90° ile kesilecektir (kaynağın kalınlığına denk gelecek şekilde) ve nihayetlerinde yuvarlak olarak kaynaklanacaktır.

7. İnce cidarlı parçalara birleştirilecek döküm ve dövme parçalara, döküm ve dövme yöntemi ile üretilen kaynak flençleri konulacaktır. Kaynaktan önce döküm ve dövme parçaların kaynak kenarları, metalik olarak temiz ve parlak olacak ve uygun bir yöntem kullanılarak malzeme kusurlarına karşı muayene edilecektir.

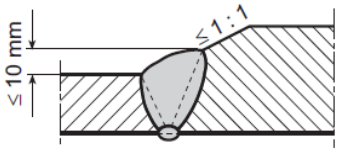


Şekil 16.3 Destek levhaları ya da gövde levhalarının yuvarlak kaynaklanması

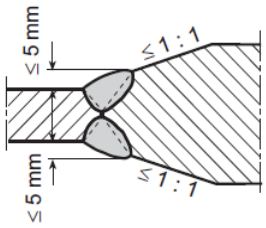
8. Kaynak dikişinin bir parçası olarak kaynakta bırakılacak punta kaynakları, kaynak kök pasolarının tabi olduğu aynı nitel gerekliliklere tabidir. Kusurlu punta kaynaklarının kaynakla üstünden geçilmesine gerek yoktur. Bu tip puntalar çıkarılacaktır.

9. Eğer flenç levhasının ya da gövde levhasının kalınlığı; alın kaynaklı birleştirmelerde değişiyorsa, daha kalın olan kesite daha iyi bir geçiş vermek için farkı 10 mm daha fazla olan kesit 1:1 ya da daha az eğimle pahlanacaktır (bakınız Şekil 16.4). 10 mm'den daha az kalınlık farkları kaynak içinde telafi edilebilir.

Kaynağa binen enine yükleme daha ziyade dinamikse, geçişler daha az eğimle yapılacaktır ve bu durumda Bölüm 12, G.3'ün hükümleri benzer şekilde uygulanacaktır.



a) Flenç levhasında alın kaynak birleştirmesi



b) Gövde levhasında alın kaynak birleştirmesi

Şekil 16.4 Farklı kalınlıktan levhalardaki alın kaynaklı birleştirmeler

10. Soğuk şekillendirmenin yapıldığı bölgelerde (birleşen yüzeyler genişliğinin, levha kalınlığı t'nin 5 katı olduğu durumlar dahil) kaynak yapılabilir ancak Bölüm 12, G.8'de belirtilen koşullar (eğme yarıçapı) sağlanacaktır. Soğuk şekillendirilen parçaların, kaynaktan önce normalize ısıl işleme maruz kalması durumunda bu koşullara uyulmasına gerek yoktur.

11. **TL** tarafından onaylanması durumunda, ilgili yükleme koşullarının izin verdiği ölçüde, dinamik yüklere maruz kalan makine parçalarında (örneğin şaftlar) takviye kaynakları, tam mekanize bir kaynak prosesi kullanılarak çevresel doğrultuda yapılacaktır. Bölüm 12, G.9'un hükümleri benzer şekilde uygulanacaktır.

H. Kaynak Sonrası Isıl İşlem

1. Kalın cidarlı, rijit birleşen ya da birleşimden sonra yüksek artık gerilme seviyesi gösteren karmaşık tasarımlar; ilgili standartlara ya da TL'nin onay dokümanına göre kaynak sonrası ısıl işleme maruz bırakılacaktır. Bu durumla ilgili olarak dizel makinelerin yatak sacları, dişli kutuları ve kaynaklı dişli çarkları örnek gösterilebilir. Ayrıca bakınız G.4.

Not:

Bileşenlerin kaynak sonrası makine ile işlenmesi ve buna bağlı olarak bileşenlerin deformasyonuna sebep olabilecek gerilmelerin ortaya çıkma riski durumunda, kaynak sonrası ısıl işlem (gerilme giderici ısıl işlem) önerilir.

2. Isıl işlem genellikle gerilme giderici ısıl işlem şeklindedir. Bununla birlikte malzemeye bağlı olarak tavlama ya da su verme ve temperleme de ayrıca tavsiye edilebilir ya da gerekli görülebilir. Alaşımsız çeliklerle östentik paslanmaz çelikler arasındaki "Siyahtan beyaza" birleşimle, kaynak sonrası ısıl işleme tabi olmayabilir. Isıl işlemin tipi ve uygulanması için bakınız Bölüm 9.

I. Kaynaklı Birleşenlerin Muayenesi

1. Üretici; aşağıdakilerin verilen **TL** Sörveyörüne sunulacağı ara ve nihai muayeneler (ayrıca bakınız Bölüm 1, F.1 ve G.) gerektiren parçaları sunacaktır:

- Uygun kaynak hazırlaması ve uygun kaynak yapılışı,
- Birleşenlerin özellikle kaynakların tatmin edici dış durumu,
- Tanımlanan malzemelerin ve malzemeler ile ilgili dokümanlarda belirtilen boyutların kullanılması,
- Uygulama alanını kapsayan; ilgili, geçerli kaynakçı yeterliliği ve kaynak yöntem testlerinin varlığı
- İlgili kayıtların ve/ya da sertifikalar temelinde belirtilen ısıl işlemlerin düzgün şekilde uygulanması,
- Sunulan boyutsal bilgiler temelinde belirtilen boyutlarla ve toleranslarla uygunluk

2. Aşağıdaki bileşenler her durumda tahribatsız muayeneye tabi tutulacaktır. **TL** Sörveyörü ayrıca aşağıda belirtilen ek testleri talep edebilir:

- Kaynaklı tekerlek gövdeleri:

  Resmin onaylandığı tarihte belirtilen kapsam çerçevesinde yüzey çatlak muayeneleri ile birlikte ultrasonik ve/veya radyografik muayeneler

- Makine yatak sacları:

  Enine kiriş kaynaklarına (özellikle yatak braketlerindeki) uygulanan yüzey çatlak muayenesi ve rastgele ultrasonik testler.

- Diğer bileşenler:

  Resimlerin onaylandığı ya da bağımsız onay verildiği zamanda belirtilen kapsamdaki testler.

EK A
Uluslararası Denk Tanınmış
Film Sistemleri Sınıflarının Karşılaştırılması

Üretici / Film tipi	ASTM (1)	DIN (3)	EN (3)	ISO (2)	RCC-M(4)
AGFA (5)					
Structurix D2	özel	G1	C1	GI	1
Structurix D3	1	G1	C2	GI	1
Structurix D3s.c.	1	G1	C2	GI	2
Structurix D4	1	G2	C3	GI	3
Structurix D5	1	G2	C4	GII	3-4
Structurix D7	2	G3	C5	GIII	4
Structurix D8	2	G4	C6	GIII	5
Fuji (5)					
IX 25	1	G2	C3	GI	3
IX 50	özel	G1	C1	GI	1
IX 80	1	G2	C3	GI	3
IX 100	1	G2	C4	GII	3-4
IX 150	2	G4	6	GII	4-5
Kodak (5)					
DR	özel	G1	C1	GI	
M	1	G1	C2	GI	
MX125	1	G2	C3	GI	
T200	1	G2	C4	GII	
AA400	2	G3	C5	GIII	
CX	3	G4	C6	GIII	
B	W-B			GIII	

(1) *ASTM E 94-04*

(2) *ISO 5579*

(3) *EN ISO 11699-1'e göre sınıflandırma.*

(4) *Fransız standardı.*

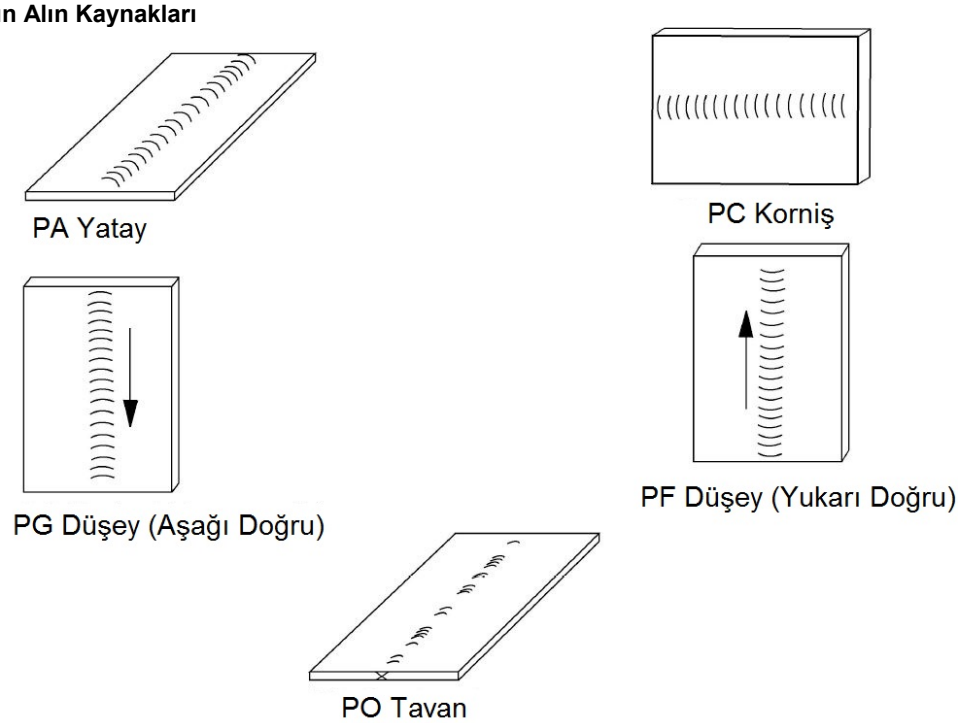
(5) *Diğer film üreticileri tarafından imal edilmiş denk film tipleri, yeterli uygunluk kanıtının sunulması halinde kabul edilebilir.*

EK B

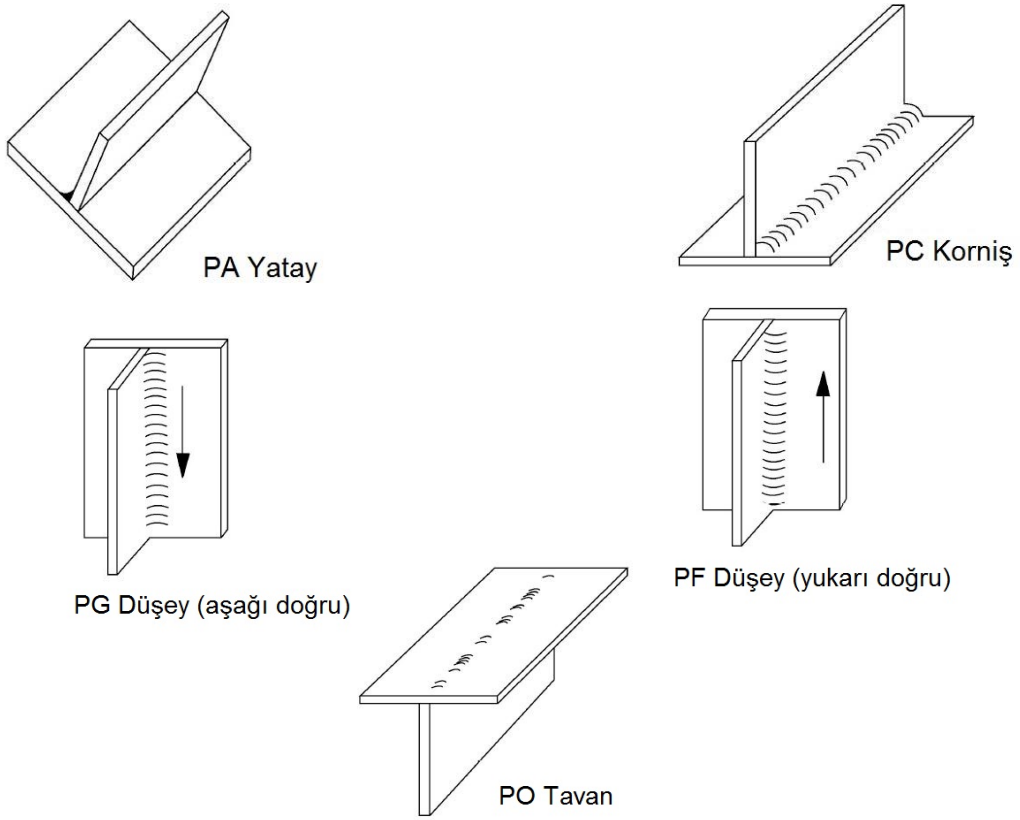
Kaynak Pozisyonları

1. ISO Standardına göre Kaynak Pozisyonları

1.1 Levhaların Alın Kaynakları

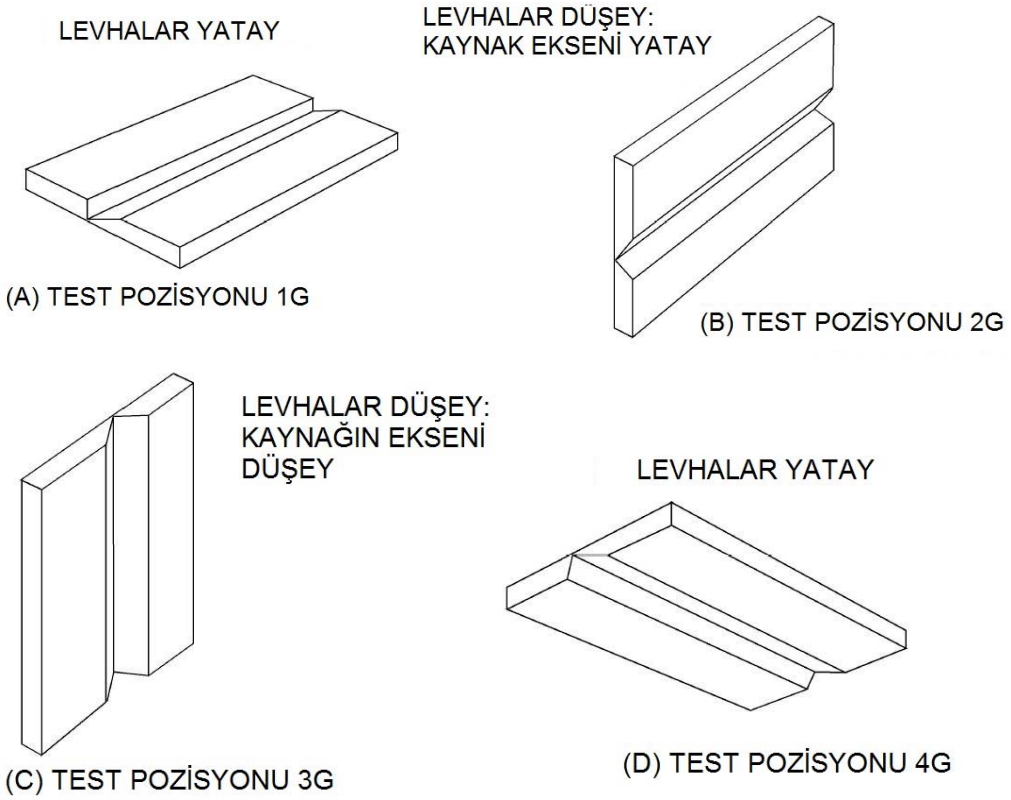


1.2 Levhaların Köşe Kaynakları

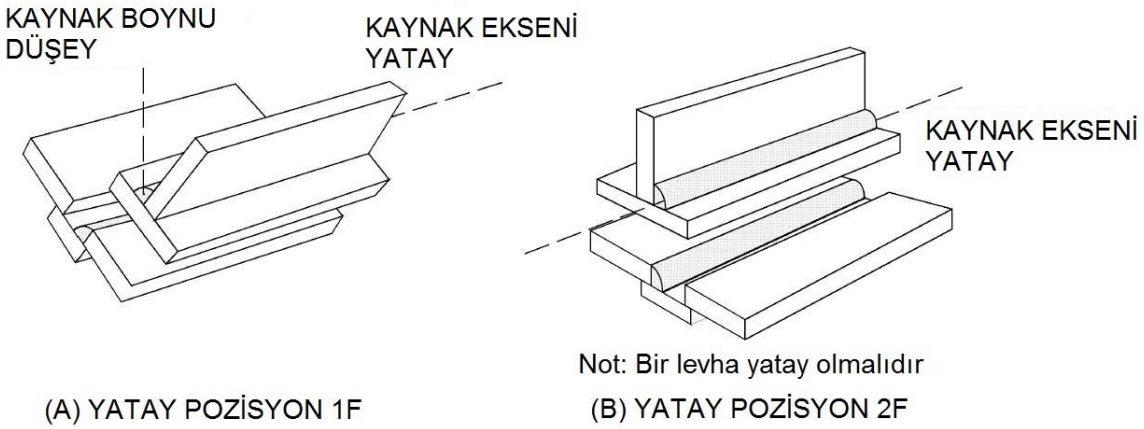


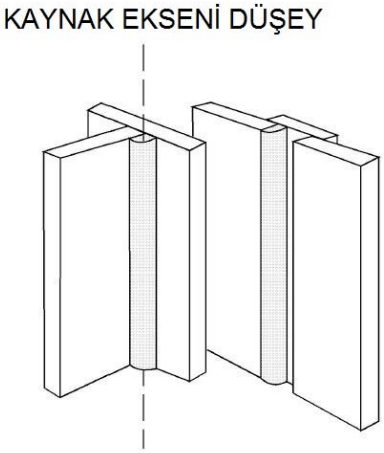
2. AWS-Code'a göre Kaynak Pozisyonları

2.1 Levhaların Alın Kaynakları

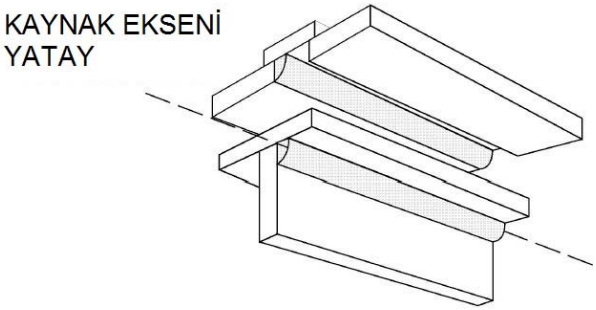


2.2 Levhaların Köşe Kaynakları





(C) DÜŞEY POZİSYON 3F



Not: Bir levha yatay olmalıdır

(D) YATAY POZİSYON 4F