TÜRK LOYDU

Kısım 2 – Malzeme Kuralları

Temmuz 2024

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 (TL- PR 29'da belirtildiği gibi) 01 Temmuz 2024 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 Evliya Çelebi 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 Mustafa Kemal Mahallesi, Dumlupınar Bulvarı, Mahall Ankara B Blok Daire No:184

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

Malzeme Kuralları

Sayfa

Bölüm 1 – Üretim, Testler Ve Sertifikalandırma

A. Genel **1-**2
B. Üretici Onayı **1-**2
C. Üretim ve Malzeme Kalitesi **1-**3
D. Muayene ve Testler **1-**4
E. Belirleme ve Markalama **1-**5
F. Dokümantasyon ve Sertifikalandırma **1-**6

Bölüm 2 – Mekanik Ve Teknolojik Test Prosedürleri

A. Genel **2-** 2
B. Çekme testleri **2-** 2
C. Eğme testleri **2-** 6
D. Dayanim testleri **2-** 7
E. Borular için süneklik testleri **2-** 8
F. Sertlik testleri **2-** 11
G. Borularda eğme testleri **2-** 11
H. Tahribatsız testler **2-** 11

Bölüm 3 – Çelik Levhalar, Profiller ve Çubuklar

A. Genel **3-** 4
B. Normal ve yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri **3-**12
C. Kaynaklı konstrüksiyonlar için yüksek mukavemetli çelikler **3-**26
D. Kazanlar ve basınçlı kaplar için çelikler **3-** 35
E. Sıvılaştırılmış Gaz Taşıyan Gemiler ve Gaz veya Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemiler İçin Çelikler **3-** 37
F. Paslanmaz çelikler **3-** 39
G. Kaplanmış çelik levhalar **3-** 41
H. Kalınlık doğrultusundaki minimum istekleri sağlayan çelikler **3-** 44
I. Kaynaklı konstrüksiyonlar için alaşımsız yapı çelikleri **3-** 48
J. Konteyner Gemilerinde Çok Kalın Çelik Levhaların Kullanımıyla İlgili Gereklilikler **3-** 49
K. Tekne Yapım Çeliklerinin Üretim Onayı **3-** 59
Ek 1 Aşırı Kalın Çelik Levhalar için Önlemler
Ek 2 TL-EH47 Çelikleri için Üretim Onay Sistemi
Ek 3 Gevreklik Çatlağı Durdurma Çelikleri için Üretim Onay Sistemi
Ek 4 Gevreklik Çatlağı Durdurma Tokluğu Test Yöntemi, Kca
Ek 5 İzotermal Çatlak Durdurma Sıcaklığı (CAT) Testi Yapma Gereksinimlerinin Anahatları
Ek A Tekne Yapım Çeliklerinin Üretim Onayı
Ek B Yüksek Isı Girdisi ile Kaynak Yapılması Amaçlanan Tekne Yapım Çelikleri için Üretici Onayı
Ek C Kargo Yakıt Tanklarında Kullanılan Korozyona Dayanıklı Çeliklerin Onay Prosedürü
Ek D Kaynaklı Konstrüksiyonlar için Yüksek Mukavemetli Çeliklerin Üretim Onayı
Ek 6 Gevreklik atlağı Durdurma Çelikleri için Küçük Ölçekli Test Yöntemlerinin Onay Sistemi

Bölüm 4 – Çelik Borular ve Fitingler

A. Genel **4-** 2
B. Genel kullanım amaçlı borular **4-** 6
C. Yüksek sıcaklıklı servislerde kullanılan borular **4-** 9
D. Düşük sıcaklıklı servislerde kullanılan borular **4-** 13
E. Paslanmaz çelik borular **4-** 17
F. Fitingler **4-** 18

Bölüm 5 – Dövme Çelikler

A. Genel **5-** 3
B. Tekne ve makina yapımı için dövme çelikler **5-**10
C. Krankşaftlar için dövme çelikler **5-**13
D. Dişliler için dövme çelikler **5-**17
E. Kazanlar, basınçlı kaplar ve sistemler için dövme çelikler **5-**21
F. Düşük sıcaklıklı servisler için dövme çelikler **5-** 22
G. Dövme bileşenlerin tahribatsız testleri **5-** 25
H. Tahribatsız testlerin gerekli olduğu dövme bileşenlerin listesi **5-** 32
I. Manyetik parçacık testi (mt) için muayene bölgeleri sınıfları **5-** 33
J. Ultrasonik testler (ut) için muayene bölgeleri sınıfları **5-** 38

Bölüm 6 – Çelik Dökümler

A. Genel **6-** 3
B. Tekne ve makina yapımı için çelik dökümler **6-** 8
C. Krankşaftlar ve konektin rotlar için çelik dökümler **6-** 12
D. Kazanlar, basınçlı kaplar ve sistemler için çelik dökümler **6-** 12
E. Düşük sıcaklıklı servisler için çelik dökümler **6-** 15
F. Paslanmaz çelik dökümler **6-** 19
G. Çelik döküm bileşenlerin tahribatsız testleri **6-** 21
H. Tahribatsız testlerin gerekli olduğu çelik döküm bileşenlerin listesi **6-** 33
I. Tekne yapısal elemanları için test yönergeleri **6-** 34
J. Dizel makinası parçaları için test yönergeleri **6-** 42

Bölüm 7 – Dökme Demirler

A. Küresel veya nodüler grafit demir dökümler ..... **7 -** 2
B. Kır dökme demirler **7-** 10

Bölüm 8 – Alüminyum Alaşımları

A. İşlenmiş alüminyum alaşımları **8-**2
B. Alüminyum alaşımlı dökümler **8-**8
C. Perçinler **8-**10
D. Geçiş bağlantıları **8-**12

Bölüm 9 – Bakır Alaşımları

A. Bakır ve dövülebilir bakır alaşımlı borular **9-** 2
B. Bakır alaşımlı dökümler **9-** 9

Bölüm 10 – Teçhizat Malzemesi

A. Demirler **10-** 2
B. Demir zincirleri ve aksesuvarları **10-** 7
C. Açık denizde bağlama zincirleri ve aksesuvarları **10-** 19
D. Tel halatlar **10-** 42
E. Lif halatlar **10-** 45

Bölüm 11 – Pervane Malzemesi

A. Alaşımlı bakır döküm pervaneler **11-** 2
B. Paslanmaz çelik döküm pervaneler **11-** 12
Ek A. Alaşımlı bakır döküm pervaneler için kaynak yöntemi testleri ve kaynakçı sınavları **11-** 18
Ek B. Paslanmaz çelik döküm pervaneler için kaynak yöntemi testleri **11-** 21

Bölüm 12 – Ahşap Malzeme

A. General **12-** 2
B. Ahşap cinsleri ve sınıflandırma **12-** 2
C. Deniz kontrplağı **12-** 4
D. Hava taşıtları için kontrplak **12-**10
E. Ahşap malzemelerin birleştirilmesi **12-**17
F. Ahşabın korunması **12-**18
G. Sandviç laminatlarda çekirdek malzeme (balsa) baş ahşap için istenilenler **12-**18

Bölüm 13 – Elyaf Takviyeli Plastikler

A. Malzemeler ve üretim ile ilgili istekler **13-**2
B. Kompozit malzemelerin muayenesi ve testleri **13-** 9
C. Yapı elemanlarının onarımı **13-**18

Bölüm 14 – Fitingler ve Preslenmiş Parçalar, Civatalar ve Somunlar

A. Preslenmiş Parçalar **14-**2
B. Boru Fitingleri **14-**5
C. Civatalar ve Somunlar **14-**7

DEĞİŞİMLER

Değişen Bölümler	RCS No.	YürürlükTarihi*
Bölüm 06	03/2024	01.01.2025
Bölüm 10	03/2024	01.01.2025
Bölüm 11	03/2024	01.01.2025

* Burada belirtilen yürürlüğe giriş tarihi (EIF) bilgi mahiyetinde olup, Kural Değişim Özetlerinde (RCS) belirtilen yürürlüğe giriş tarihleri geçerli olarak alınmalıdır. Yukarıda belirtilen değişimlere ek olarak biçim ve metinsel düzeltmeler yapılmış olabilir.

BÖLÜM 1

ÜRETİM, TESTLER VE SERTİFİKALANDIRMA

Sayfa

A. Genel 1-2
1. Kapsam
2. İlgili Diğer Özellikler
3. Alıcı Tarafından Sağlanacak Bilgiler

B. Üretici Onayı 1-2

C. Üretim ve Malzeme Kalitesi 1-2
1. Üretim
2. Kimyasal Bileşim
3. Teslim Koşulları
4. Kusurlar
5. Kaynak Edilebilirlik

D. Muayene ve Testler 1-3
1. Genel
2. Test Malzemesi
3. Mekanik Testler
4. Testlerin Yenilenmesi
5. Görsel ve Tahribatsız Muayeneler

E. Tanımlama ve Markalama 1-5
1. Malzemelerin ve Ürünlerin Tanımlanması
2. Markalama
3. TL Damgasının Kullanımı
4. Numunelerin Üretici Tarafından Markalanması

F. Dokümantasyon ve Sertifikalandırma..... 1-6
1. TL Sertifikaları
2. Üretici Sertifikaları
3. Alternatif Doğrulama

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu bölüm, Türk Loydu (**TL**) tarafından klaslanmış olan veya klaslanması öngörülen gemilerin yapımı, onarımı ve donatımında kullanılan malzeme ve ürünlerin üretimi, testleri ve sertifikalandırılması ile ilgili istekleri içerir.

1.2 Bu kurallar, yapım kurallarında kullanım yerleri belirtilen tüm malzeme ve ürünleri kapsar. **TL**'nun bu kuralların kapsamını, yapım kurallarında özellikle belirtilmemiş olan malzeme ve ürünleri de içine alacak şekilde genişletme hakkı saklıdır.

1.3 Malzemenin üretildiği ülkedeki uygulamalar esas alınarak, başvuru halinde, buradaki kurallarda belirtilenlerden farklı özelliklere sahip malzemeler, test numuneleri ve mekanik test prosedürleri de onaylanabilir.

2. İlgili Diğer Özellikler

2.1 Uluslararası, ulusal ve özel spesifikasyonlara uygun olan malzemeler ve ürünler, bu spesifikasyonların buradaki kurallara eşdeğer olması veya özel surette onaylanması koşuluyla **TL** tarafından kabul edilebilir. Aşağıdaki bölümlerde referans verilen ve yayın tarihi belirtilmemiş olan standartların güncel olanları kullanılacaktır.

2.2 Aksine anlaşmaya varılmadıkça, diğer spesifikasyonlara uygun olan malzeme ve ürünlerin muayeneleri ve sertfikalandırılması, buradaki kuralların ve ilgili diğer kuralların isteklerine göre yapılacaktır.

2.3 Buradaki kurallar ile ilgili standartlar veya spesifikasyonlar arasında istekler yönünden farklılıklar var ise, testler daha ağır olan isteklere göre yapılacaktır.

3. Alıcı Tarafından Sağlanacak Bilgiler

Malzeme ve ürünlerin buradaki kurallara ve ilgili diğer kurallara göre test edilmesini sağlamak üzere, gerekli olan tüm bilgiler, alıcı tarafından üreticiye verilecektir. Tercihe bağlı veya ilave koşullar da belirtilecektir.

B. Üretici Onayı

1. Tekne yapımı ve donatımında kullanılacak tüm malzemeler ve ürünler **TL** tarafından onaylı üretim yerlerinde üretilecektir (Bölüm 3 Ek A, A1, A2 ve B'ye bakınız (IACS UR W11, App. A,A1,A2 ve B)).

C. Üretim ve Malzeme Kalitesi

1. Üretim

1.1 Tüm malzemeler, gereken özelliklerin bulunmasını sağlayacak, yeterli derecede denenmiş bilimsel yöntemlerle üretilmelidir. Yeni yöntemler kullanıldığında, bunların uygunluğunu kanıtlayan belgeler **TL**'na verilmelidir. **TL**'nun kararına göre bu, özel yöntem testi ve/veya yapılan üretici testlerine ait dokümanların veya bağımsız test kuruluşlarının uzmanlık incelemesinin sunulması şeklinde olur.

1.2 Çelik söz konusu olduğunda, 1.1'de sözü edilen denenmiş bilimsel yöntemler, bazik oksijen, elektrik fırını ve siemens-martin usulü çelik üretimi ve kontinü, ingot ve kalıp dökümünü kapsar.

2. Kimyasal Bileşim

2.1 Her dökümün herbir potasından alınan alınan örneklerin kimyasal bileşimi, yeterli donanıma sahip laboratuarlarda üretici tarafından belirlenecek ve buradaki kurallarda belirtilen kimyasal bileşim ve özelliklerle ilgili istekleri karşılayacaktır.

2.2 Üretici tarafından beyan edilen kimyasal analizler, sörveyörün gerekli görmesi halinde yapılacak rastgele kontrollere bağlı olarak kabul edilecektir.

3. Teslim Koşulları

3.1 Aksine anlaşmaya varılmadıkça, tüm malzemeler ve ürünler, gerektiğinde ısıl işlem de dahil olmak üzere, buradaki kurallarda belirtilen nihai koşullarda teslim edilecektir.

3.2 Isıl işlem, sıcaklığın kontrolü ve kayıt edilmesi ile ilgili düzenlere sahip uygun ve etkin fırınlarda

yapılacaktır. Üretici; kullanılan fırını, fırın yüklemesini, tarih ve sıcaklığı belirten ısıl işlem kayıtlarını muhafaza edecektir. Kayıtlar, talep halinde sörveyöre verilecektir.

3.3 Fırın boyutları**,** malzemenin öngörülen sıcaklığı kadar üniform olarak ısıtılmasını sağlayacak şekilde olacaktır.

3.4 Çok büyük parçalarda, ısıl işlemle ilgili alternatif yöntemler özel olarak değerlendirilecektir.

4. Kusurlar

4.1 Tüm malzemeler ve ürünler çatlaklardan, zararlı yüzey kusurlarından, laminasyonlardan ve benzeri kusurlardan arınmış olacaktır.

4.2 Önemsiz yüzeysel hatalar, bu ürünler için izin verilen boyutsal toleransların aşılmaması şartıyla, mekanik yollarla giderilebilir.

4.3 Kusurların kaynakla onarımı, yalnızca söz konusu ürünle ilgili özel isteklerin izin verdiği koşullarda yapılacaktır. Kusurlu malzemenin kaynakla onarımı ile ilgili öneri, onarım işlerine başlamadan önce sörveyöre sunulacaktır.

5. Kaynak Edilebilirlik

Kaynaklı konstrüksiyonlarda kullanılmak üzere üretilen malzemeler, standart atölye teknikleri ile kaynak edilecektir. Kaynağın sadece özel koşullarda yapılabileceği durumlarda, **TL** ile anlaşmaya varılarak karar verilecek ve yöntem testi vasıtasıyla geçerlilik kazanılabilecektir.

D. Muayene ve Testler

1. Genel

1.1 Muayeneler ve testler, teslimden önce mümkün olduğunca, üretim yerlerinde yapılacaktır.

1.2 Eğer üretim yerinde gerekli düzenler mevcut değilse, testler tanınmış bir test laboratuarında yapılacaktır.

1.3 İlgili taraflar muayene için uygun zamanda başvuruda bulunacaktır.

Muayene ve testlerden önce, üretici, siparişin ayrıntılarını, teknik spesifikasyonları ve varsa kural isteklerine ilave özel koşulları sörveyöre bildirecektir.

1.4 Sörveyöre, üretimde ve testlerde kullanılan tüm tesisleri ve donanımı, her an için, muayene ve kontrol etme olanağı tanınacaktır. Sörveyöre, üretimin ve testlerin kural isteklerine uygun olarak yapılıp yapılmadığını değerlendirmesi için gerekli bilgiler verilecektir.

1.5 Kurallarda istenilen tüm testler ve muayeneler, sörveyörün gözetiminde veya **TL** ile özel olarak anlaşmaya varılan durumlarda, iç kontrolden sorumlu olan personelin gözetiminde yapılacaktır.

1.6 Gerekli olan testler, **TL** tarafından belirtilen prosedürlere göre, bu amaçla vasıflandırılmış olan personel tarafından yapılacaktır.

Test ve ölçüm donanımı; uygun, iyi koşullarda muhafaza edilmiş ve düzenli olarak kalibre edilmiş olacaktır. Kalibrasyon kayıtları güncel halde ve sörveyörün incelemesine hazır tutulacaktır.

2. Test Malzemesi

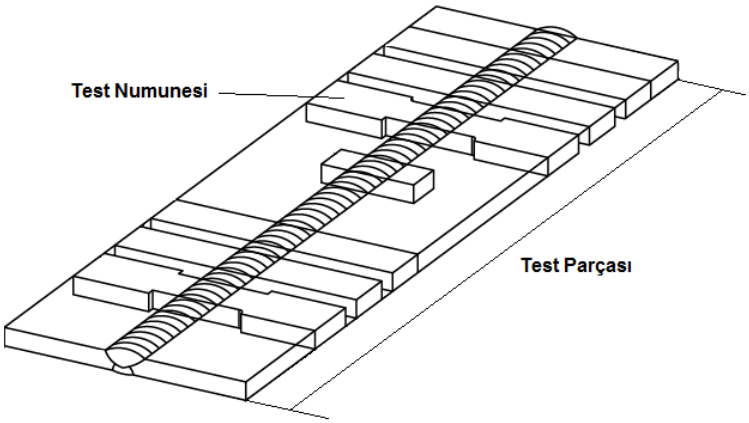
2.1 Test parçası alınması ile ilgili olarak aşağıdaki tanımlar kullanılır:

2.1.1 ***Birim,*** tek bir levha, boru, dövme, döküm veya diğer tekil ürün.

2.1.2 ***Demet,*** test parçasında yapılacak testler esas alınarak, grup olarak kabul testine tabi tutulacak benzer birimler topluluğu.

2.1.3 ***Test parçası*** bir ya da daha fazla test numunesi üretmek amacıyla, örnek üründen alınan yeterli miktardaki malzeme. (Bakınız Şekil 1.1)

2.1.4 ***Test numunesi,*** belirli bir teste tabi tutmak üzere önceden belirlenen boyut ve koşullardaki test parçası kısmı. (Bakınız Şekil 1.1)



Şekil 1.1 Kaynak testi için alınacak test parçası ve test numunesi

2.2 Gerekli testler ve olası tekrar testlerine yeterli olacak miktarda test malzemesi sağlanacaktır.

2.3 Test malzemesi birim veya örnek ürünü temsil edecek ve tüm özel ısıl işlemler tamamlanana kadar üründen ayrılmayacaktır.

2.4 **TL** sertifikasının gerekli olduğu hallerde, aksine anlaşmaya varılmadıkça, tüm test parçaları sörveyör tarafından seçilecek ve markalanacaktır.

3. Mekanik Testler

3.1 Aksine anlaşmaya varılmadıkça, mekanik testler sörveyörün gözetiminde yapılacaktır.

3.2 Malzemenin mekanik özelliklerinin kontrolü için, Bölüm 2'deki isteklere uygun test yöntemleri ve test numuneleri kullanılacaktır.

3.3 Testlerin tipleri, test numunelerinin adedi ve yönleri ve testlerin sonuçları malzeme veya ürünün tipi ile ilgili isteklere uygun olacaktır.

4. Testlerin Yenilenmesi

4.1 Çentik darbe testi hariç, herhangi bir testin sonucu istekleri karşılamıyorsa, aynı örnekten iki test daha yapılabilir. Bu ilave testlerin her ikisinin sonucu da uygunsa birim kabul edilebilir.

4.2 Üç çentik darbe test numunesi setinin sonuçları istekleri karşılamıyorsa, aynı örnekten ilave 3 test numunesi seti teste tabi tutulabilir ve sonuçlar daha önce elde edilene ilave edilerek yeni bir ortalama bulunur. Eğer bu yeni ortalama istekleri karşılıyorsa ve ikiden fazla tekil test sonucu gerekli ortalamanın altında ve bir sonuç öngörülen ortalama değerin % 70'inin daha altında değilse, birim kabul edilebilir.

4.3 Eğer, bir demete ait tekrar testlerinin sonuçları olumsuz çıkarsa, testlerin yapıldığı birim reddedilecektir. İki birimin test sonuçlarının olumlu olması koşuluyla, demetteki kalan malzemeler kabul edilebilir.

4.4 Bir demet reddedildiğinde, demetteki kalan birimler teker teker yeniden teste tabi tutulabilir ve olumlu sonuç verenler kabul edilebilir.

4.5 Hatalı hazırlama, görünür kusurlar veya ilgili ölçüm boyu için izin verilen aralığın dışındaki kopmalar nedeniyle (çekme testinde) test numunesi test sonucu uygun bulunmazsa, kusurlu test numunesi dikkate alınmaz ve aynı tipte ilave bir test numunesi ile değiştirilir.

5. Görsel ve Tahribatsız Muayeneler

5.1 Genel

Malzemeler ve ürünler görsel muayeneye, boyut kontrollerine ve ilgili durumlarda tahribatsız muayeneye tabi tutulacaktır.

Yukarıda belirtilen muayeneler, üreticinin sorumluluğu altında, kuralların gerektirdiği hallerde sörveyörün gözetiminde, uygun koşullardaki malzemeler ve ürünler üzerinde yapılacaktır.

5.2 Görsel muayene

Aksine anlaşmaya varılmadıkça, görsel muayeneler, tekil olarak test edilen ürünler için her birimde ve parti olarak test edilen ürünler için rastgele olmak üzere, sörveyör tarafından yapılır.

5.3 Onaylı planlara uygunluğun doğrulanması

Onaylı planlara uygunluğun doğrulanması üreticinin sorumluluğundadır.

Gerekli görülen veya kurallarda özellikle belirtilen bazı kontroller sörveyörün gözetiminde yapılacaktır.

5.4 Tahribatsız muayeneler

Tahribatsız muayeneler, onaylı prosedürlere, tanınmış standartlara ve **TL**'nun isteklerine göre, kalibre edilmiş donanım kullanılarak, kalifiye ve vasıflı personel tarafından yapılacaktır.

Üretici veya tahribatsız muayenelerden sorumlu diğer kuruluş, sonuçları gösteren bir sertifika düzenleyecektir.

Gerekirse, tahribatsız muayenelerin çeşitli aşamaları sörveyör gözetiminde gerçekleştirilecektir.

E. Tanımlama ve Markalama

1. Malzemelerin ve Ürünlerin Tanımlanması

Üretici, nihai haldeki tüm malzemelerin ve ürünlerin orijinal dökümlerine ulaşılmasını sağlayan bir tanımlama sistemi kuracaktır. Gerektiğinde malzemelerin izlenmesi ile ilgili olarak sörveyöre tüm olanaklar tanınacaktır.

2. Markalama

2.1 Kabulden önce, testlerden ve muayenelerden olumlu sonuçlar elde edilen tüm malzemeler ve ürünler üretici tarafından, aşağıdaki bölümlerde belirtilen şekilde en az bir yerinden olmak üzere, belirgin şekilde markalanacaktır. Markalama, üretici sertifikasında veya teslim dokümanlarında verilen ayrıntılarla uyumlu olacaktır.

2.2 Markalama, hassas yüzey nedeniyle yapılamaması veya malzemenin çok ince olması durumları dışında, zımba ile yapılır. Bu tarz markalamanın yapılamaması halinde, markalama işlemi boya, soğuk damga, lastik ıstampa, yapışkanlı bant veya electro-oyma suretiyle yapılır.

2.3 Tüm markalar, ürünlerin nakliyatı veya depolanması esnasında okunaklılığını kaybetmeyecek tarzda uygulanır. İlerideki safhalardaki işlemler, mevcut markaların kaldırılmasını gerektiriyor ise, ilgili üretici bu markaları başka bir yere uygulayacak ve başka bir çözüm kabul edilmedikçe, **TL** damgasının başka yere uygulanmasını sağlayacaktır.

2.4 Genel bir kural olarak, her ürün markalanacaktır. Aynı tip ve boyutta olan ve sandık, varil ve benzeri muhafazalara güvenli şekilde konulmuş küçük parçalar ile ağırlığı 25 kg/m'yi geçmeyen ve demet halinde bağlanmış olan çelik çubuk ve profillerin markalanmasının, sörveyörün izni alınarak, sadece en üstteki parçalara veya sağlam olarak bağlı bir etikete yapılması yeterlidir.

2.5 Mümkün olduğu takdirde markalamalar boya ile belirlenmelidir. Dövme ve döküm malzemelerde markalanacak yüzey parlatılarak işlenmelidir.

3. TL Damgasının Kullanımı

3.1 Test numuneleri ve test numunelerinin alındığı ürün, 4'e göre aksi yönde anlaşmaya varılmadıkça, **TL** soğuk damgası ile markalanır.

3.2 Gerekli testler sonucu bu kurallarda belirtilen şartları sağlayan ürünler sörveyör gözetiminde **TL** soğuk damgası ile damgalanır.

İstisna olarak, tekil testlere tabi olan E ve F kalite gemi inşa çelikleri ve R360, R410 ve R490 alaşımsız boruları da 3.3'e göre damgalanabilir.

3.3 Test amacıyla gruplanan çelik levha, profil ve çubuklar, tüm isteklerin karşılanmış olması koşuluyla, demet damgası ile damgalanır.

Bu damga, onaylı malzeme üreticileri ve temin edicileri tarafından vurulabilir. Özel hallerde (örneğin; seri üretilen çelik dökümlerde), **TL** harfleri döküm veya damgalama şeklinde olabilir.

3.4 Diğer şartname veya teslim koşullarına göre test edilmesi gereken ürünler (yani, klaslama kapsamında kullanılmayacak olan ürünler), öngörülen test kapsamından bağımsız olarak, ürünün öngörülen şartname veya teslim koşullarındaki istekleri sağlaması koşuluyla, sörveyör gözetiminde, ayrı bir damga ile damgalanır.

3.5 Test edilen ürünlerin daha sonraki test aşamalarında veya daha sonraki işlemlerde, hatalı oldukları veya istekleri karşılayamadıkları anlaşılırsa, **TL** damgası uygun bir tarzda iptal edilir.

4. Numunelerin Üretici Tarafından Markalanması

Bağımsız kalite kontrol bölümüne sahip malzeme üreticilerine, sörveyörün onayı ile, kalite kontrol elemanları tarafından **TL** soğuk damgası uygulaması izni verilebilir. Konu ile ilgili şahısların isimleri ile şahsi damgalarını belirleyen işaretler sörveyöre verilecektir.

F. Dokümantasyon ve Sertifikalandırma

1. TL Sertifikaları

Test sonuçları olumlu bulunan malzemeler veya ürünler için, bunların **TL** kurallarına göre test edildiklerini belirten bir sertifika düzenlenir.

Uygulama durumuna göre, üreticinin adını, alıcının adını, sipariş ve gemi numarasını, ürünün tanımını, boyutlarını ve ağırlığını, testlerin ve muayenelerin sonuçlarını, malzeme veya ürünlere damgalanan belirleyici ve test işaretlerini içeren ve üretici tarafından düzenlenen bir sertifika, **TL** sertifikasına eklenecektir.

1.1 TL kurallarına göre malzeme sertifikası

Klaslama kapsamında kullanılması öngörülen malzeme ve ürünler, **TL** kurallarına göre, malzeme sertifikası ile birlikte teslim edilmelidir.

Bu malzeme sertifikasını almak için, malzeme / ürün ile ilgili **TL** kuralları karşılanmalıdır. Üretici, malzeme / ürün için **TL** tarafından onaylanmalıdır.

1.2 Diğer kurallara göre malzeme sertifikası

TL kurallarına göre test edilemeyecek, ancak diğer kurallara göre test edilecek malzeme ve ürünler için bir malzeme sertifikası düzenlenebilir. Bu durumda **TL**, tarafsız kuruluş olarak, siparişi veren adına bir kabul testi yapacaktır.

Kabul testi için karşılanması gereken kurallar malzeme sertifikasında belirtilmelidir. Eğer test istekleri karşılanırsa, bir malzeme sertifikası düzenlenecektir.

Bu sertifikaya sahip malzeme ve ürünler klaslama kapsamında kullanılmamalıdır.

2. Üretici Sertifikaları

Kurallar veya özel anlaşmalar gereğince, malzeme test işleminin üreticiye bırakıldığı hallerde, üretici ilgili sertifikayı düzenler.

2.1 Üretici test raporu

Kurallar veya özel anlaşmalar gereğince, mevcut malzeme / üründen bağımsız olarak, bir üretici sertifikası gerekiyorsa, üretici ilgili test raporunu düzenleyecektir (örneğin; EN 10204'e göre 2.2) üretici, malzeme / ürün için onaylanmalıdır.

Test raporu, aşağıda belirtilenleri de içerecektir:

- Sipariş no.su ile birlikte müşteri adı,
- Biliniyorsa, gemi inşa no.su ve proje no.su,
- Madde adet ve miktarları,

- Ürünün boyutları ve gösterimi,
- Malzeme kalitesi, tipi ve özelliği,
- Gerekirse, başvuru ve resim no.su,
- Ürünlerin ağırlığı,
- Üretim yöntemi,
- Eriyik numarası ve kimyasal bileşim,
- Teslim koşulları,
- Gerekirse, ısıl işlemin ayrıntıları,
- Markalama,
- Mevcut ürünün özel olmayan malzeme testi sonuçları.

2.2 Üreticinin muayene sertifikası

Kurallar veya özel anlaşmalar gereğince, mevcut malzemeler ve ürünler için bir üretici sertifikası gerekiyorsa, üretici ilgili muayene sertifikasını düzenleyecektir (EN 10204'e göre 3.1). Bu gibi durumlarda da üretici, malzeme / ürün için onaylanmalıdır.

Muayene sertifikası, aşağıda belirtilenleri de içerecektir:

- Sipariş no.su ile birlikte müşteri adı,
- Biliniyorsa, gemi inşa no.su ve proje no.su,
- Madde adet ve miktarları,
- Ürünün boyutları ve gösterimi,
- Malzeme kalitesi, tipi ve özelliği,
- Gerekirse, başvuru ve resim no.su,
- Ürünlerin ağırlığı,
- Üretim yöntemi,
- Eriyik numarası ve kimyasal bileşim,
- Teslim koşulları,
- Gerekirse, ısıl işlemin ayrıntıları,
- Gerekirse, test basınçları,
- Gerekirse, yapılacak özel testlerin sonuçları,
- Mevcutların tesliminde yapılan mekanik testlerin sonuçları.

3. Alternatif Doğrulama

Anlaşma suretiyle, sonuçlar, aşağıdaki alternatifler kullanılarak da onaylanabilir:

3.1 Üretici ve **TL** tarafından ortaklaşa düzenlenen sertifika ile test sonuçlarının doğrulanması (örneğin; EN 10204'e göre 3.2 muayene sertifikası).

3.2 Büyük miktarlarda üretilen ve eriyik veya grup olarak teste tabi tutulan ürünlerde, partide yapılan testlerin kural isteklerinin karşılandığını ifade etmek üzere, üretici sertifikasını, sörveyörün damgalayıp imzalayarak doğrulanması.

Ayrıca, üretici sertifikaya ilgili işaretleri basılı olarak eklemeli ve aynı zamanda dokümanlarda listelenen ürünlerin **TL** kurallarına göre üretilmiş olduğunu teyid edilmelidir.

BÖLÜM 2

MEKANİK VE TEKNOLOJİK TEST PROSEDÜRLERİ

Sayfa

A. Genel **2-2**
1. Kapsam
2. Test numunelerinin Hazırlanması
3. Test Makinaları

B. Çekme Testleri **2-2**
1. Çekme Test numuneleri
2. Ortam Sıcaklığındaki Çekme Özellikleri
3. Çekme Testinin Yenilenmesi

C. Eğme Testleri **2-6**
1. Eğme Test numunesi
2. Eğme Testi Prosedürü

D. Dayanım Testleri **2-7**
1. Charpy V Çentik Darbe Testi
2. Ağırlık Düşürme Testi

E. Borular İçin Süneklik Testleri **2-8**
1. Yassılaştırma Testi
2. Ağız Genişletme Testi
3. Flençleme Testi
4. Halka Genişletme Testi
5. Halka Çekme Testi

F. Sertlik Testleri **2-11**
1. Genel
2. Amaç

G. Borularda Eğme Testleri **2-11**
1. Test numunesi

H. Tahribatsız Testler **2-11**
1. Genel
2. Standartlar ve Kurallar
3. Muayene Kuruluşu ile İlgili İstekler
4. Muayene Personeli, Gözetmenler
5. Test Yöntemleri, Donanımı ve Test Ortamı
6. Testlere Hazırlık ve Testlerin Yapılması
7. Test Sonuçlarının Sertifikalandırılması
8. Gözle Muayene (VT)
9. Manyetik Parçacık Testi (MT)
10. Girici Sıvı Testi
11. Ultrasonik Testler (UT)
12. Radyografik Testler

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu bölümde, demir ve demir dışı metallerin testinde kullanılan test makinaları, test prosedürleri ve test numuneleri ile ilgili istekler yer almaktadır.

1.2 Tanınmış ulusal standartlara uygun olan alternatif test numuneleri, **TL**'nin özel onayına bağlı olarak kabul edilebilir. Aynı husus, belirli test prosedürlerine de uygulanır.

2. Test numunelerinin Hazırlanması

2.1 Test numunelerinin kesileceği test parçaları, alındıkları malzeme ile aynı işlemlere tabi tutulmalıdır (örneğin ısıl işlem).

2.2 Eğer test parçaları, malzemeden alevli kesme veya makasla kesiliyorsa, nihai işleme sırasında kesilen kenarlarda düzeltme yapılabilmesi için yeterli bir fazlalık bırakılması gereklidir.

2.3 Test numunelerinin hazırlanması, test numunesi önemli bir şekil değişimi veya ısıya maruz kalmayacak şekilde yapılacaktır.

2.4 Aksi belirtilmedikçe veya anlaşmaya varılmadıkça alternatif test numuneleri kullanılabilir.

3. Test Makinaları

3.1 Tüm testler uzman personel tarafından yapılacaktır.

3.2 Test makinaları uygun ve hassas koşullarda muhafaza edilecek ve yaklaşık olarak yılda bir kez kalibre edilecektir. Bu kalibrasyon, tanınmış ulusal bir kuruluş tarafından izlenecek ve **TL** tarafından uygun bulunmuş olacaktır. Kalibrasyon kayıtları sörveyörün incelemesine hazır bulundurulacaktır.

3.3 Çekme/basma test makinaları ISO 7500-1 veya diğer tanınmış standartlara göre kalibre edilecektir..

3.4 Çentik darbe test makinaları ISO 148-2 veya diğer tanınmış standartlara göre kalibre edilecektir.

3.5 Çekme test makinelerinin hassasiyeti ± %1 arasında olacaktır.

B. Çekme Testleri

1. Çekme Test numuneleri

1.1 Semboller

Aşağıda belirtilen semboller kullanılacaktır (Şekil 2.1 ve 2.2'ye bakınız):

d_0 = Dairesel kesitli test numunesi çapı

a = Düz test numunesi kalınlığı

b = Düz test numunesi genişliği

L_0 = Başlangıç ölçü uzunluğu

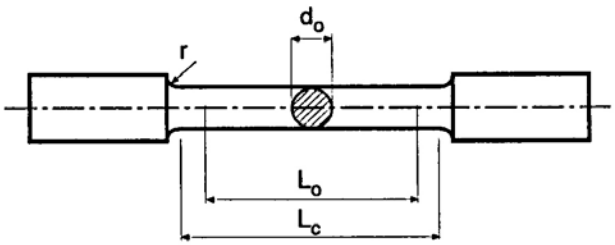
L_c = Test uzunluğu

S_0 = Başlangıç kesit alanı

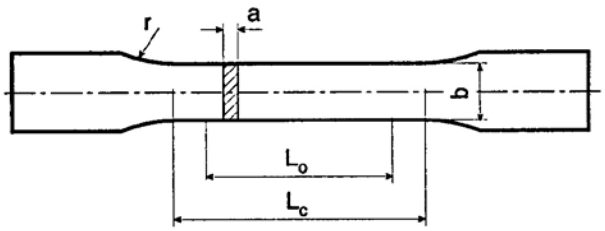
r = Yuvarlatma yarıçapı

D = Borunun dış çapı

t = Levha kalınlığı



Şekil 2.1 Dairesel kesitli test numunesi



Şekil 2.2 Düz test numunesi

1.2 Boyutlar

1.2.1 Genel

Ölçüm boyu,

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}$$

veya $L_0 = 5\ d_0$ olan nisbi test numuneleri, gelecek bölümlerde bu ölçü boyuna atıfla belirlenen minimum yüzde uzama değerleri olarak kullanılabilir. L_o tercihen 20 mm'den büyük olacaktır.

Başlangıç ölçü uzunluğu en yakın 5 mm'ye yuvarlatılabilir, ancak bu uzunluğun L_o ile farkının L_0 'ın % 10'undan küçük olması gerekir.

1.2.2 Levhalar, şeritler ve profiller

Düz test numuneleri genelde aşağıda belirtilen ölçülerde olacaktır.

Mevcut test makinelerinin kapasitesinin, tam kalınlıktaki test numunelerinin kullanılmasına uygun olmadığı hallerde, bu kalınlık haddelenmiş yüzeylerden birinin işlenmesi suretiyle azaltılabilir.

1.2.2.1 Orantılı düz test numunesi

a = t

b = 25 mm

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}$$

$$L_C = L_o + 2\sqrt{S_o}$$

r = 25 mm

1.2.2.2 Orantısız düz test numunesi

a = t

b = 25 mm

L_0 = 200 mm

$L_C \geq$ 212,5 mm

r = 25 mm

Mevcut test makinesi kapasitesinin, test numunesinin tam kalınlığının kullanılması için uygun değilse, bu kalınlık haddelenmiş yüzeylerin bir tanesinin işlenmesi suretiyle azaltılabilir.

1.2.2.3 Dairesel kesitli test numunesi

Alternatif olarak, yaklaşık 40 mm'den kalın malzemelerde, ölçüleri aşağıda verilen orantılı dairesel kesitli test numuneleri kullanılabilir.

$d_0 \geq$ 10 mm ÷ 20 mm, tercihen 14 mm

$L_0 = 5\ d_0$

$L_c \geq L_0 + d/2$

r = 10 mm (nodüler dökme demir ve kopma uzaması % 10'dan az olan malzemeler için, $r \geq 1.5\ d_0$).

Dairesel kesitli test numunelerinin ekseni, haddelenmiş yüzeylerin birinden itibaren, yaklaşık olarak kalınlığın ¼'ünde yer alacaktır.

1.2.3 Alüminyum alaşımları

Kalınlığı 12,5 mm'ye (dahil) kadar olan alüminyum alaşımları için düz çekme test numunesi kullanılacaktır. Test numunesi; haddelenmiş yüzeyler korunacak şekilde hazırlanacaktır. Kalınlığı 12,5 mm'den fazla olan ürünler için dairesel kesitli çekme test numunesi kullanılacaktır. 40 mm'ye (dahil) kadar olan kalınlıklar için, dairesel kesitli test numunesinin boyuna ekseni, yüzeyden itibaren kalınlığın yarısında yer alacaktır. 40 mm'den fazla kalınlıklar için, dairesel kesitli test numunesinin boyuna ekseni, yüzeylerden birinden itibaren kalınlığın ¼'ünde yer alacaktır.

1.2.4 Dövmeler, dökümler (kır dökme demir hariç)

Genelde, boyutları 1.2.2.3'de belirtilen orantılı dairesel kesitli test numuneleri kullanılacaktır.

Küçük boyutlu çubuklar ve benzeri ürünler için, test numuneleri tam kesitli ve uygun boydaki çubuk veya diğer ürünler şeklinde olabilir.

1.2.5 Borular

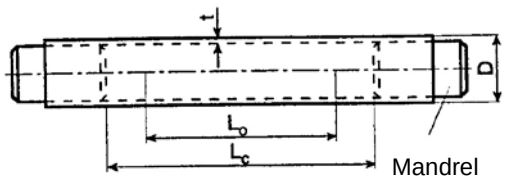
Test numuneleri aşağıda belirtilenlere uygun olacaktır:

1.2.5.1 Uçları tapalanmış, tam kesitli test numunesi (Şekil 2.3'e bakınız):

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}$$

$$L_c \geq 5{,}65\sqrt{S_o} + D/2$$

Burada L_c ; hangisi küçükse, çeneler veya tapalar arası mesafedir.



Şekil 2.3 Tam kesitli test numunesi

1.2.5.2 Boyuna kesilen test numuneleri (Şekil 2.4'e bakınız):

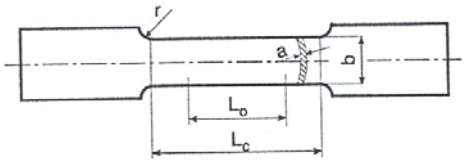
a = t

b ≥ 12 mm

$$L_o = 5{,}65\sqrt{S_o}$$

$L_C = L_0 + 2b$

Paralel test uzunluğu düzleştirilemez, ancak geniş kenarlar test numunesinin test makinasına bağlanabilmesi için düzleştirilebilir.



Şekil 2.4 Boru cidarından alınan test numunesi

Boru et kalınlığının, test numunesinin 1.2.2.3'de verilen boyutlarda işlenmesine yeterli olduğu durumlarda, dairesel kesitli test numunesi da kullanılabilir. Bu durumda test numunelerinin ekseni, et kalınlığının ortasında olacak tarzda düzenlenecektir.

1.2.6 Teller

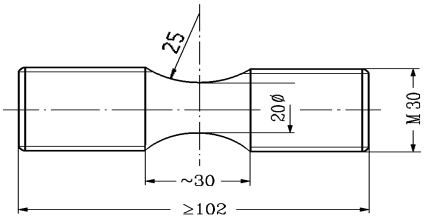
Aşağıda boyutları verilen, tam kesitli test numuneleri kullanılacaktır:

L_0 = 200 mm

$L_C = L_0$ + 50 mm.

1.2.7 Kır dökme demir

Silindirik olmayacak şekilde işlenmiş, dairesel kesitli test numunesi kullanılacaktır (Şekil 2.5' bakınız):



Şekil 2.5 Kır dökme demir için test numunesi

1.2.8 Kaynaklar

1.2.8.1 Kaynak metali çekme testi

Aşağıdaki boyutlara sahip dairesel kesitli test numunesi kullanılacaktır:

d_0 = 10 mm

L_0 = 50 mm

L_C ≥ 55 mm

r ≥ 10 mm

Çok küçük veya büyük boyutlar için, 1.2.2.3'de verilen geometrik bağıntılara uyulması koşuluyla, **TL** ile anlaşmaya varılarak, diğer test numuneleri de kullanılabilir.

1.2.8.2 Alın kaynağı çekme testi (Şekil 2.6'ya bakınız).

Kaynağın, levhanın yüzeyi ile aynı düzeyde olacak şekilde işlendiği (veya taşlandığı), aşağıdaki boyutlara sahip düz test numunesi kullanılacaktır:

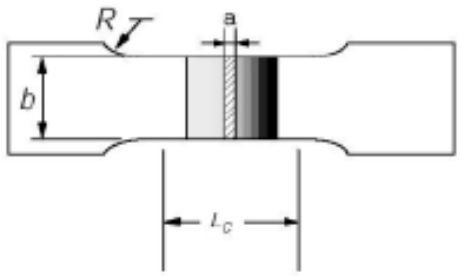
a = t

b = 12 mm t≤ 2 mm için

b = 25 mm t > 2 mm için

L_C = kaynak genişliği + 60 mm

R ≥ 25 mm



Şekil 2.6 Alın kaynağı çekme testi test numunesi

1.2.9 Kalınlık doğrultusunda çekme test numunesi

Tanınmış bir standarda göre, kaynakla imal edilmiş tip dahil, dairesel kesitli test numuneleri hazırlanacaktır.

1.2.10 Toleranslar

Test numunelerinin boyut toleransları ISO 6892-1, ISO 6892-2 veya diğer tanınmış standartlara uygun olacaktır. .

2. Ortam Sıcaklığındaki Çekme Özellikleri

2.1 Akma gerilmesi (akma sınırı)

Akmada plastik deformasyonun başlangıcında ölçülen gerilme değeri veya akmada plastik deformasyon sırasında gözlemlenen sonraki piklere eşit veya bunlardan küçük olsa dahi, akma sırasında elde edilen birinci pikte ölçülen gerilme değeri.

Test, Tablo 2.1'de gösterilen sınırlar dahilindeki elastik gerilmeyle yapılacaktır.

Table 2.1 Elastik bölge içindeki gerilme artım hızı

Malzemenin elastisite modülül (E) [N/mm²]	Gerilme artım hızı [N/mm² s⁻¹]	
	Min.	Maks.
< 150 000	2	20
≥ 150 000	6	60

2.2 Uzama gerilmesi (akma mukavemeti)

Belirgin bir akma noktasına sahip olmayan durumlarda, ilgili şartnamelere göre % 0,2 uzama gerilmesi ($R_{p0.2}$) belirlenecektir. Östenitik ve dupleks paslanmaz çelik ürünler için, $R_{p0.2}$ 'ye ilave olarak, % 1 uzama gerilmesi ($R_{p1.0}$) hesaplanabilir.

Yükleme artım hızı 2.1'de belirtilen şekilde olacaktır.

2.3 Çekme mukavemeti (R_m)

Sünek malzemeler için, , çekme testi sırasında makinanın hızı, akma veya uzama yüküne ulaştıktan sonra 0,008s^{-1} şekil değiştirme artım hızına karşılık gelen değeri aşmayacaktır. Dökme demir gibi gevrek malzemeler için elastik gerilme artım hızı saniyede 10 N/mm² 'yi aşmayacaktır.

2.4 Kopma uzaması (A)

Uzama değeri, prensip olarak, sadece, kopma ile en yakın ölçü işareti arasındaki mesafe, başlangıç ölçü uzunluğunun 1/3'ünden az değilse geçerlidir. Ancak, sonuç, kopmanın yerine bakılmaksızın, kopmadan sonraki uzama yüzdesi öngörülen değere eşit veya bu değerden büyükse geçerlidir.

Kopma uzaması, genelde, $5{,}65\sqrt{S_o} = 5d$ orantılı ölçü uzunluğunda belirlenen A_5 uzaması anlamındadır, ancak diğer ölçü uzunlukları için de belirlenebilir.

Eğer malzeme, düşük veya orta mukavemetli ve soğuk işlenmemiş ferritik çelik ise ve uzama orantılı olmayan ölçü uzunluğunda ölçülmüşse, L_0 ölçü boyundaki gerekli uzama A_0, anlaşmaya varılmak suretiyle aşağıda verilen formüle göre hesaplanabilir:

$$A_0 = 2 \cdot A_5 \cdot \left(\frac{\sqrt{S_0}}{L_0} \right)^{2/5}$$

Tablolar ve grafikler için ISO 2566-1; ISO 2566-2'ye bakınız.

3. Çekme Testinin Yenilenmesi

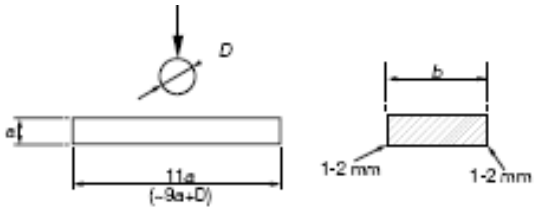
Çekme testi sonuçlarının istekleri karşılamadığı hallerde, aynı parçadan iki ilave test daha yapılabilir. Eğer bu iki ilave testin sonuçları uygun olursa, tekil eleman ve/veya demet (varsa) kabul edilir. Eğer bu testlerin biri veya her ikisi de olumsuz olursa tekil eleman ve/veya demet reddedilir.

Yukarıda ayrıntıları verilen ilave testler için test numuneleri, tercihen ilk testler için alınan yerlerin yakınından alınacaktır, ancak alternatif olarak başka test konumlarından veya tekil elemanı/demeti temsil eden örneklerden de alınabilir.

C. Eğme Testleri

1. Eğme Test numunesi

1.1 Şekil 2.7'de verilen düz eğme test numunesi kullanılacaktır. Gerilen kenarlar 1 ÷ 2 mm yarıçapla yuvarlatılacaktır.



Şekil 2.7 Düz eğme test numunesi

1.2 Dövmeler, dökümler ve yarı-mamuller

a = 20 mm

b = 25 mm

1.3 Levhalar, profiller, ince levhalar

a = t

b = 30 mm

1.4 Alın kaynakları, enine test numunesi

1.4.1 Yüz ve kök eğme

a = t

b = 30 mm

Eğer haddelenmiş durumdaki kalınlık t, 25 mm'den büyükse, eğme test numunesinin basma tarafı işlenerek 25 mm'ye indirilebilir.

Kaynağın yüzeyi levha ile aynı düzeyde olacak şekilde işlenecektir (taşlanacaktır).

1.4.2 Yan eğme

a = 10 mm

b = t

Eğer t ≥ 40 mm ise, yanal eğme test numunesi, her parçanın genişliği en az 20 mm olmak üzere iki parçalı olabilir.

1.5 Alın kaynakları, boyuna test numunesi

Boyuna alın ve kök eğme testi ile ilgili test numuneleri, tanınmış standartlara uygun olacaktır.

2. Eğme Testi Prosedürü

2.1 Eğme testi, test numunesinin yüzeylerinden birine sürekli mekanik baskı işlemi uygulanarak yapılacaktır.

2.2 Gerekli madrel çapı ve minimum eğme açısı uygulanabilir tanınmış standartlarda belirlenmiştir.

D. Dayanım Testleri

1. Charpy V Çentik Darbe Testi

1.1 Örnek alma

1.1.1 Charpy V çentik darbe testi 3 test numunesi seti ile yapılır.

Test numunelerinin boyuna ekseni aşağıdaki şekillerde olabilir:

- Levha, profil veya parçanın haddeleme doğrultusuna paralel,
- Levha, profil veya parçanın haddeleme doğrultusuna dik,
- Diğer doğrultulara paralel.

1.1.2 V çentiğin ekseni, levhanın, profilin veya parçanın yüzeylerine dik olacaktır.

V çentiğin konumu, alevle veya makasla kesilen kenardan en az 25 mm mesafede olacaktır.

1.1.3 Kalınlığı 40 mm'den az veya eşit olan hadde ürünleri için, test numunesi ürünün ham yüzeyinden veya bu yüzeyin 2 mm altından alınacaktır.

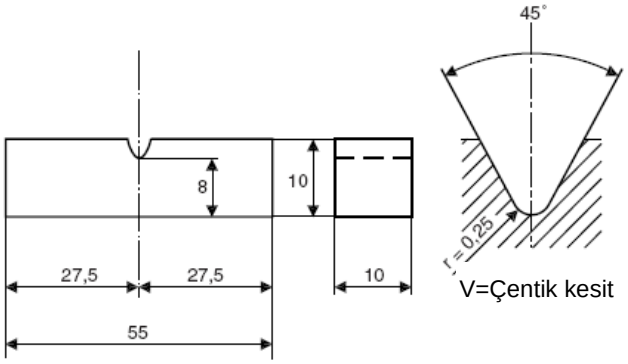
Kalınlığı 40 mm'den fazla olan hadde ürünleri için, test numunesinin boyuna ekseni, haddelenmiş yüzeylerden birinden itibaren, ürün kalınlığının ¼ 'ünde veya bu konuma mümkün olduğunca yakın bir yerde yer alacak şekilde alınacaktır.

1.2 Charpy V çentik darbe test numuneleri

1.2.1 Test numuneleri Tablo 2.2'de belirtilen isteklere uygun olacaktır (Şekil 2.8' bakınız):

1.2.2 Eğer ürünün kalınlığı, kesit alanı 10x10 olan standart ölçülerdeki test numunesinin alınmasına olanak vermiyorsa, kesit alanı 10x7,5 veya 10x5'e indirilmiş, mümkün olan en büyük boyuttaki test numunesi alınacaktır.

Alt ölçüdeki test numuneleri için minimum ortalama enerji değerleri Tablo 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2.8 Charpy V çentik darbe test numunesi

Tablo 2.2 Charpy V çentik darbe test numunesi

Boyutlar	Nominal	Tolerans
Uzunluk	55 mm	± 0,60 mm
Genişlik -Standart test numunesi -Alt-ölçü test numunesi -Alt-ölçü test numunesi	 10 mm 7,5 mm 5,0 mm	 ± 0,11 mm ± 0,11 mm ± 0,06 mm
Kalınlık	10 mm	± 0,06 mm
Çentik altı derinliği	8 mm	± 0,06 mm
Çentik açısı	45º	± 2º
Kök yarıçapı	0,25 mm	± 0,025 mm
Çentiğin, test numunesinin ucundan measfesi	27,5 mm	± 0,42 mm
Çentik simetri düzlemi ile test numunesinin boyuna ekseni arasındaki açı	90º	± 2 º

1.3 Test makinaları

Tüm çentik darbe testleri ISO 148-2 veya diğer ulusal ya da uluslararası standartların isteklerine uygun ve çarpma enerjisi en az 150 J olan çentik darbe test makinalarında yapılacaktır.

1.4 Charpy V çentik darbe test prosedürü

1.4.1 Test sıcaklığının ortam sıcaklığından (ortam sıcaklığı 18 ÷ 27 ºC aralığındaki herhangi bir sıcaklıktır) düşük olduğu durumlarda, kırılma anındaki test

numunesi sıcaklığı, öngörülen sıcaklığın ± 2 ºC içinde olacaktır. Test sıcaklığı test dokümanlarında açıkça belirtilecektir.

Tablo 2.3 Alt ölçüdeki test numuneleri için minimum ortalama enerji değerleri

Charpy V çentik darbe test numunesinin boyutu	Minimum enerji, 3 test numunesinin ortalaması
10 mm x 10 mm	E
10 mm x 7,5 mm	5E/6
10 mm x 5,0 mm	2E/3
E = 10x10 mm'lik tam kalınlıklı test numunesi için belirlenen enerji değeri.	
Diğer tüm boyut ve toleranslar Tablo 2.2'de belirtildiği şekilde olacaktır.	
Her durumda, Charpy V çentik darbe test numunesinin malzeme kalınlığı için mümkün olan en büyük boyutu işlenmelidir.	

1.4.2 Enerji değerlerini raporlamada kullanılan birim test dokümanlarında açıkça belirtilecek ve tercihen [J] cinsinden olacaktır..

Set'in testlerinden elde edilen üç sonucun ortalaması, ürün için gerekli olan değere uygun olacaktır. Gerekli değerin % 70'inden az olmamak koşuluyla, sadece bir değer gerekli ortalama değerin altında olabilir.

1.5 Charpy V çentik darbe testinin yenilenme prosedürü

Üç adet başlangıç Charpy V çentik darbe test numunesinin ortalama değerinin öngörülen istekleri karşılamadığı veya birden fazla test numunesinin gerekli ortalama değerin altında olduğu ya da herhangi bir test numunesinin değerinin öngörülen ortalama değerin % 70'inin altında olduğu durumlarda, aynı malzemeden alınan üç ilave test numunesi teste tabi tutulabilir ve sonuçlar, yeni bir ortalama elde edilmek üzere, daha önce elde edilenlere eklenebilir. Eğer bu yeni ortalama değer istekleri sağlıyorsa, en fazla iki tekil değer gerekli ortalamanın altında ise ve en fazla bir değer öngörülen ortama değerin % 70'inin altında ise, parça veya demet kabul edilebilir.

2. Ağırlık Düşürme Testi

2.1 ASTM standardına göre (E-208:2019) kırılmaya karşı dayanım performansının belirlenmesinde kullanılan ağırlık düşürme test numuneleri ASTM standardına uygun olacak ve aşağıda belirtilen boyutlardan birine sahip olacaktır:

Tip P-1 : 25 x 90 x 360 [mm]

Tip P-2 : 19 x 50 x 130 [mm]

Tip P-3 : 16 x 50 x 130 [mm]

2.2 Aksine anlaşmaya varılmadıkça, aşağıda belirtilenler uygulanacaktır:

- Test numunesinin kenarları mekanik olarak kesilecek veya işlenecektir (alevle kesilen yüzeyler en az 25 mm işlenir).

- Levhanın öngörülen test numunesi kalınlığına işlenmesi sadece bir yüzeyde yapılacaktır.

- Test numunesi herhangi bir konumdan alınabilir, ancak bu konum tüm test numuneleri için aynı olacaktır.

E. Borular İçin Süneklik Testleri

1. Yassılaştırma Testi

1.1 Test numuneleri, uçları boru eksenine dik olarak kesilmiş bir halkadan oluşur.

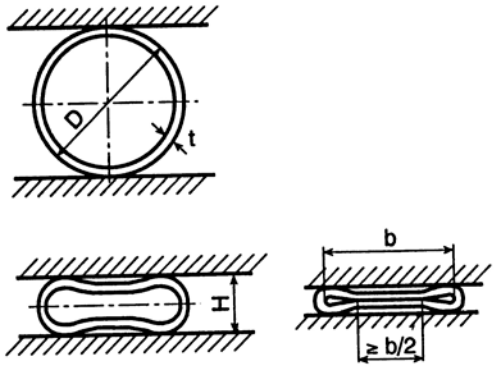
Test numunesinin uzunluğu 10 ÷ 100 mm arasında olacaktır.

1.2 Test, test numunesinin boyuna eksenine dik doğrultudaki iki rijid ve paralel düz levha arasında sıkıştırılması suretiyle yapılır, levhalar yassılaştırmadan sonra tüm test numunesini kaplamalıdır.

Test numunesi, önceden belirlenen H mesafesine veya çatlama başlangıcına kadar, iki levha arasında yassılaştırılır, Şekil 2.9'a bakınız. Dikişli borularda, aksine anlaşmaya varılmadıkça, test numunesi, kaynak dikişi baskı doğrultusuna dik gelecek şekilde prese yerleştirilecektir.

Yürürlükteki standartlara örnekler: EN ISO 8492 Boru Yassıltma Deneyi.

1.3 Testten sonra, test numuneleri çıplak gözle hatalar yönünden ayrıntılı olarak incelenecektir. Eğer öngörülen mesafede yassılaştırılmış olan Test numunelerinde, çatlak ve kırılma görülmezse, testin olumlu sonuç verdiği kabul edilecektir.

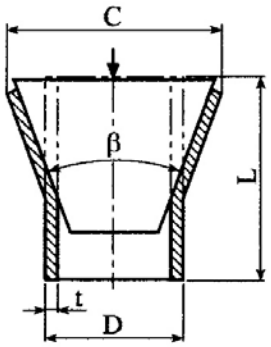


Şekil 2.9 Boru yassılaştırma testi

2. Ağız Genişletme Testi

2.1 Test numunesi, uçları boru eksenine dik olan bir boru parçasından oluşur, test edilecek ucun kenarları eğeleme ile yuvarlatılabilir.

Ağız genişletme test numunesinin L uzunluğu Şekil 2.10'da ve Tablo 2.4'de gösterildiği gibi olacaktır. ISO 8493'e bakınız.



Şeki sti

2.2 Mandrelin ilerleme hızı 50 mm/dk'yı aşmayacaktır.

2.3 Testten sonra, test numuneleri çıplak gözle hatalar yönünden ayrıntılı olarak incelenecektir. Eğer çatlak olmaksızın istenilen değere kadar genişletme sağlanmışsa sonuç olumlu kabul edilecektir.

C = İstenilen değere kadar genişletmeden sonraki çap.

Boru parçasının ölçüleri, genişletilmiş kısmın C dış çapı veya bağıl genişleme [%] ile koniklik açısı belirtilecektir.

Yürürlükteki standartlara örnekler: EN ISO 8493 Borularda ağız genişletme testi.

Tablo 2.4 Ağız genişletme testi

Malzeme	**Test numunesinin boyu L**	Koniklik açısı **β**
Çelik	≤ 2 D ≤ 1,5 D; min. 50 mm	30º 45º, 60º or 120º
Bakır ve bakır alaşımları	2 D	45º
Alüminyum alaşımları	≥ 2 D min. 50 mm.	60º

3. Flençleme Testi

3.1 Test numunesi, uçları boru eksenine dik olarak kesilen bir boru parçasından oluşur, test edilecek ucun kenarları eğeleme ile yuvarlatılabilir.

3.2 Flençleme test numunesinin L uzunluğu yaklaşık olarak 1,5 D olacaktır. Testten sonra, kalan silindirik kısım 0,5 D'den az olmamak koşuluyla, test numunesi yukarıda belirtilenden daha kısa olabilir.

r yarıçapı ürün için belirlenen değere uyacaktır.t

3.3 Test, iki aşamalı olarak yapılır ve sertleştirilmiş çelikten yapılan özel bir mandrel ile, test numunesinin bir ucunda simetrik bir flenç oluşturulmasından ibarettir.

Mandrelin ilerleme hızı 50 mm/dk'yı aşmayacaktır.

Flençlemenin ilk aşamasında, test numunesinin ucu, tepe açısı 90º olan kesik koni biçiminde bir mandrel vasıtasıyla genişletilir, daha sonra flencin tamamlanmasını sağlayan özel şekillendirici bir mandrel kullanılarak teste devam edilir.

Genişletilmiş bölge, test numunesinin boyuna eksenine dik bir flenç oluşana kadar teste devam edilir, test numunesinin ucunun dış çapı öngörülen değerden az olmayacak şekilde artar (Şekil 2.11'e bakınız).

Test numunesinin silindirik ve flençli kısmında çatlak veya diğer kusurlar görülmemelidir.

Testten sonra, kalan silindirik kısım boru çapının yarısından az olmayacaktır.

Yürürlükteki standartlara örnekler: EN ISO 8494 Borularda flençleme testi.

4. Halka Genişletme Testi

4.1 Test numunesi, uçları boru eksenine dik olarak kesilen ve uzunluğu 10 ile 16 mm (ISO 8495'e bakınız) arasında olan bir boru parçasından oluşur.

4.2 Mandrelin ilerleme hızı 30 mm/s'yi aşmayacaktır.

4.3 Test numunesi, öngörülen çapa veya çatlak oluşumuna kadar genişletilecektir (Şekil 2. 12'ye bakınız).

Genişletilen Test numunelerinde, çatlaklar, yarılmalar veya laminasyonlar gibi kusurlar oluşmadan istenilen genişleme elde edilecektir.

5. Halka Çekme Testi

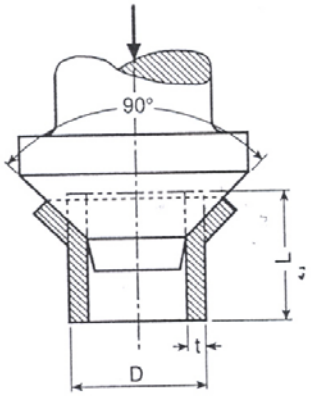
5.1 Test numunesi, düzlemsel ve düzgün uçları boru eksenine dik olarak kesilen ve uzunluğu yaklaşık olarak 15 mm olan bir boru parçasından oluşur.

5.2 Test numunesi çapı boru et kalınlığının en az 3 katına eşit iki mandrel vasıtasıyla çatlama oluşana kadar bir test makinasında çekilecektir. (Şekil 2.13'e bakınız).

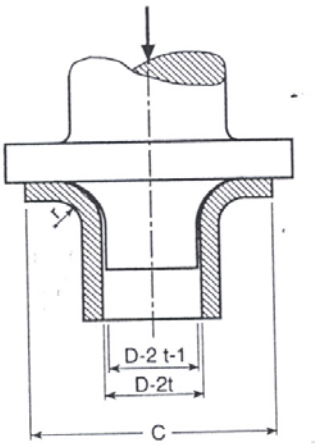
İlerleme hızı 5 mm/s'yi aşmayacaktır.

Kaynaklı borularda, kaynak dikişi çekme yüküne dik doğrultuda olacaktır.

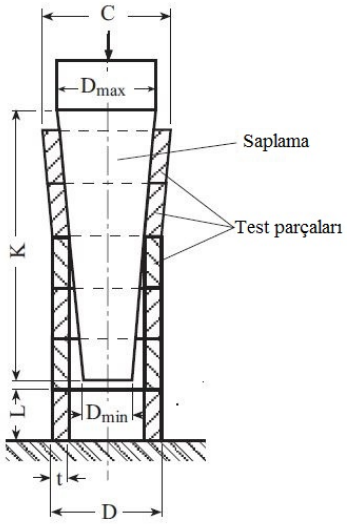
Ön şekil verme



Flençleme



Şekil 2.11 Flençleme testi

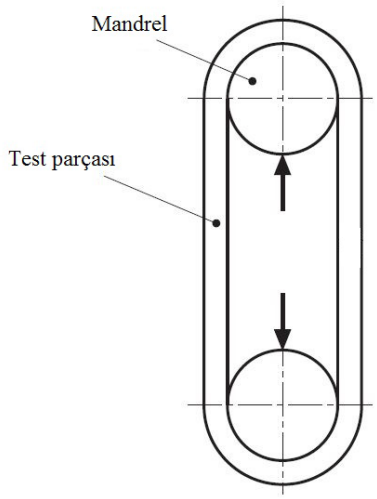


$$\frac{D_{max} - D_{min}}{K} = 1:5$$

Şekil 2.12 Halka genişletme testi

5.3 Test numunelerinde, çatlaklar, yarılmalar veya laminasyonlar gibi kusurlar oluşmaz ve kırılma noktasında gözle görülür bir şekil değişimi oluşursa sonuç olumlu kabul edilecektir.

Boru parçalarının boyutları belirtilecektir.



Şekil 2.13 Halka çekme testi

Yürürlükteki standartlara örnekler: EN ISO 8496 Borularda halka çekme testi.

F. Sertlik Testleri

1. Genel

Testler, standart yöntemler kullanılarak, Brinell, Vickers veya Rockwell sertliklerini belirlemek üzere, şartnamelere göre yapılacaktır. Örneğin aşağıdaki standartlara bakınız:

ISO 6506-1 Brinell Sertlik Testi

EN ISO 6507-1 Vickers Sertlik Testi

ISO 6508-1 Rockwell Sertlik Testi

2. Amaç

Sertlik testleri, çekme testi yerine değerlendirilmeyecektir. Ancak, Brinell sertlik testi; aynı şekle, malzeme kalitesine sahip ve aynı ısıl işleme tabi tutulan birkaç ürünün en az birinin çekme testine tabi tutulmuş olması koşuluyla, mekanik özelliklerin karşılaştırılması amacıyla kullanılabilir.

G. Borularda Eğme Testleri

1. Test numunesi

1.1 Mümkünse, en az 40 mm genişliğe sahip tam kalınlıktaki test numunesi, boru eksenine dik olarak kesilecektir.

Test numunesinin kenarları 1,5 mm yarıçapı ile yuvarlatılabilir.

Orijinal eğrilik doğrultusunda, gerekli açıda eğildikten sonra Test numunelerinde çatlaklar ve laminasyon oluşmazsa, sonucun olumlu olduğu kabul edilecektir, ancak kenarlardaki küçük çatlaklar ihmal edilebilir.

1.2 Genelde 50 mm'den büyük olmayan küçük çaplı borularda, test numunesi yeterli uzunlukta bir boru parçasından oluşacaktır.

Test numunesi, ürünün özelliklerine bağlı olarak, aşağıda belirtilen uygun prosedürler ile bir silindirik mandrel üzerinde bükülür:

- Çapı, boru nominal çapının 12 katı olan bir mandrel üzerinde 90 ˚ 'lik bir açıya ulaşana kadar,

- Çapı, boru nominal çapının 8 katı olan bir mandrel üzerinde 180 ˚ 'lik bir açıya ulaşana kadar,

Bükme sonrası Test numunelerinde herhangi bir çatlak veya diğer kusurlar görülmemelidir.

H. Tahribatsız Testler

1. Genel

1.1 Bu bölüm, **TL** klaslı gemilerde kullanımı öngörülen tam işlenmemiş ürünler ve bileşenlerin tahribatsız testlerinin yapılması ile ilgili genel kuralları içerir.

1.2 Ürünler için öngörülen tahribatsız testlerin tipi ve kapsamı, ilgili bölümlerde belirtilmiştir.

2. Standartlar ve Kurallar

2.1 Çeşitli bölümlerde belirtilen standartlar ve kurallar, buradaki kuralların ayrılmaz bir parçası olup, tahribatsız testlerin yapılması sırasında dikkate alınmalıdır.

2.2 Diğer benzer standartlara veya kurallara göre yapılan testler için **TL**'nun izni alınmalıdır. Bu nedenle, bu standart veya kurallar, değerlendirme ve onay için, testlere başlanılmadan önce **TL**'na verilecektir.

2.3 Üretici veya satın alıcı, testlere ait tüm ayrıntıları, test talimatı veya şartnamesinde belirtecek ve testlere başlanılmadan önce bunlar **TL** sörveyörüne verecektir.

3. Muayene Kuruluşu ile İlgili İstekler

3.1 Tahribatsız testlerin yapılması için üretici, üretim bölümlerinden bağımsız olan ve ISO 9001'e göre belgeli üretim tesisinin bir parçası olan veya ISO / IEC 17025'e göre akredite olmuş yetkin bir muayene yapısı (bölümü) oluşturacaktır.

3.2 Muayene bölümünün gerekli kuralları, test prosedürleri, test donanımı, aksesuvarları ve gerekirse, dökümlerin yüzey durumu için komperatörleri bulunmalıdır.

3.3 Eğer üreticinin, muayene bölümü yoksa, gerektiğinde, kendi adına hangi dış muayene kuruluşunun testleri yapacağını bildirmesi gerekir.

Bu dış muayene kuruluşu ISO / IEC 17025'e göre akredite olmalı veya ISO 9001'e göre belgelendirilmiş bir üretim tesisinin bir parçası olmalıdır.

4. Muayene Personeli, Gözetmenler

4.1 Muayene Personeli

4.1.1 Tahribatsız testlerle görevli muayene personeli, ilgili test yöntemlerine aşina olmalı ve ISO 9712'e göre vasıflandırılmalı ve belgelendirilmelidir.

4.1.2 Tahribatsız muayene sonuçlarının değerlendirilmesinde ilgili test yöntemi için, aşağıdaki şekilde düzenlenmiş olan, seviye-2 sertifikalara sahip muayene personeli görevlendirilecektir.

- ISO 9712'ye göre bağımsız bir sertifikalandırma kuruluşunca,
- ASNT "Recommended Practice No. SNT-TC-1A"ya göre muayene personeli kuruluşunca.

4.2 Muayene Gözetmenleri

Testlerin programlanması ve izlenmesi ile sonuçların değerlendirilmesi için, asgari olarak 4.1.2'ye göre vasıflandırılmış olan bir muayene gözetmeni bulunacaktır.

Muayene gözetmeni, ilgili test yöntemi için, 4.1.2'de belirtilen kurallara göre, mümkün olduğunca, seviye-3 sertifikaya sahip olmalıdır.

5. Test Yöntemleri, Donanımı ve Test Ortamı

5.1 Test Yöntemleri

1.1'de belirtilen bileşenlerin yüzeysel ve/veya hacimsel süreksizliklerin belirlenmesinde, malzemeye, bileşenlerin geometrisine, öngörülen servis koşullarına ve olası kusurun konumuna bağlı olarak, Tablo 2.5'deki test yöntemleri veya bunların kombinasyonları kullanılacaktır.

Tablo 2.5 Test Yöntemleri

Test kapsamı	Yöntem	Kısa adı (1)
Dış durum	Gözle muayene	VT
	Manyetik parçacık testi	MT
	Girdap akımı testi	ET
	Girici sıvı testi	PT
İç durum	Ultrasonik testler	UT
	Radyografik testler	RT
	Sızdırmazlık testleri	LT
(1) *ISO 9712'e göre tanımlar.*		

5.2 Donanım ve Test Ortamı

5.2.1 Kullanılan donanım ve test ortamı teknolojiye ve standartlara uygun olmalı ve çalışmaya elverişli koşullarda bulunmalıdır.

İstek halinde sörveyöre donanımın ve test ortamının iç ve/veya dış izlemelerinin belgeleri verilmelidir.

5.2.2 Eğer, dış muayene kuruluşunun test olanakları, donanımı ve muayene personeli kullanılıyorsa, söz konusu atölye madde 3 ve 4'de belirtilen koşulları sağlamalıdır.

6. Testlere Hazırlık ve Testlerin Yapılması

6.1 Testlere Hazırlık

Test edilecek yüzeyler; özel test yöntemlerinin ölçüm hassasiyetine etki edebilecek kalıp malzemesi atıklarından, pas, yağ, kir, koruyucu boya ve diğer maddelerden arınmış olmalıdır.

6.2 Testlerin Yapılması

6.2.1 Kural olarak testler, üreticinin muayene bölümünün muayene personeli veya muayene ile görevlendirilen dış kuruluşun muayene personeli tarafından yapılacaktır.

Test edilecek bileşenler, gözle muayene için son işlemi yapılmış olarak sörveyöre sunulmalıdır.

6.2.2 Ultrasonik (UT) ve/veya yüzey çatlağı algılama (MT, PT) testleri **TL** sörveyörü tarafından yapılacaksa, özel bir anlaşma gereklidir.

6.2.3 Üretici; planlı tahribatsız testlerin yapılmasını, zamanında sörveyöre bildirmelidir. Sörveyör testlere kendi kararına göre katılır.

7. Test Sonuçlarının Sertifikalandırılması

7.1 Yapılan tüm testlerin sonuçları için muayene raporları hazırlanacak ve bunlar, diğer dokümanlarla (örneğin; NDT planları, film pozisyon planları, filmler) birlikte sörveyöre verilecektir.

Muayene raporlarında, kullanılan özel test yöntemi, testin yapıldığı pozisyon ve elde edilen sonuçlarla ilgili olarak 9 ÷ 12'de belirtilen gerekli tüm ayrıntılar yer almalıdır.

7.2 Muayene birimi, EN 10204-3.1'e göre test sonuçlarını, test sertifikası ile belgelendirecektir.

8. Gözle Muayene (VT)

8.1 Testlere tabi tutulacak bileşenlerin yüzeyleri, asgari olarak 6.1'de belirtilen durumda veya nihai işlenmiş durumda olacaktır.

8.2 Test edilecek bileşenlerin tüm yüzeyi gözle muayene edilecektir. Burada, örneğin; delikler gibi iç yüzeyler de muayene kapsamına alınacaktır.

8.3 Gözle muayenede, gerekirse, optik büyüteçler, endoskoplar veya yüzey komperatörleri kullanılacaktır.

Muayene kriterlerine ait detaylar, ilgili bölümlerde verilmiştir.

8.4 Üretici veya diğer işlemleri yapan kuruluşlar, testlerin yeterli aydınlatma koşullarında yapılmasını sağlayacaktır.

Görüş koşulları, ISO 3059 veya EN 13018'deki isteklere uygun olacaktır.

Uygun önlemlerle parlama ve yansımalar önlenmelidir.

9. Manyetik Parçacık Testi (MT)

9.1 Manyetizasyon Donanımı ve Yöntemi

9.1.1 Teste tabi tutulacak bileşenlerin yüzeyleri, asgari olarak 6.1'de belirtilen durumda veya nihai işlenmiş durumda olacaktır.

9.1.2 Manyetik parçacık testi ile ilgili sabit veya taşınabilir donanım, test için uygun durumda ve ISO 9934-1, ISO 9934-2, ISO 9934-3 veya bunlara eşdeğer standartlara göre olmalıdır.

9.1.3 Manyetizasyon yönteminin ve akımının seçimi, bileşenin geometrisine ve algılanacak yüzey hatası tipine (çatlak, yüzeye açık hatalar veya yüzeye kapalı hatalar) bağlıdır.

9.1.4 Mümkünse, manyetizasyon; iş parçasından bir akım geçirerek ve/veya alternatif veya doğru akım kullanarak boyunduruk magnetizasyonu ile yapılacaktır.

9.1.5 İş parçası üzerinden bir akım geçirilecekse; alternatif, doğru, uyarıcı veya dalgalı akım kullanılabilir. Çeşitli hataların algılanmasında yukarıdaki yöntemlerin kombinasyonu kullanılabilir.

9.2 Test Ortamı

9.2.1 Test ortamı olarak; katalitik bir sıvı (inhibitörlü test yağı veya suyu) ve yayılı manyetik parçacık (siyah veya floresan)'dan oluşan bir karışım kullanılacaktır.

Sadece ISO 9934-2'ye uygun test ortamı kullanılacaktır.

9.2.2 Manyetik parçacık testine başlamadan önce, muayene personeli ISO 9934-2'ye göre uygun referans blokları ile test ortamı doğrulanmalı ve talep halinde sörveyöre kanıtlanmalıdır.

Not:

- *ISO 9934-2'ye göre 1 ve 2 referans blokları*

- *JIS Z 2343-1'e göre JIS-test bloğu.*

9.3 Manyetik Parçacık Testinin Yapılması

9.3.1 Elle yapılan testler

Çeşitli şekilde bulunan hataların belirlenmesi için, manyetizasyon, iki farklı doğrultuda çapraz tarzda oluşturulmalıdır.

Manyetizasyon için her iki doğrultudaki açı 60° - 90° arasında olmalıdır. Manyetizasyon alan mukavemeti (etkin teğetsel alan mukavemeti) en az 2 kA/m, en çok 6 kA/m olmalıdır.

9.3.2 Mekanik testler

Mekanik testlerde, uygun manyetizasyon akım ve yöntemleri veya kombinasyonları kullanılarak, 9.3.1'deki koşullar sağlanacaktır.

9.3.3 Nihai işlenmiş yüzeylerde yanma izlerinden kaçınılması gerekli ise, alternatif akımlı uyarıcılar vasıtasıyla manyetizasyon için, sadece kalay-alüminyum alaşımlarından yapılan eriyebilir besleme elektrodları kullanılacaktır.

9.3.4 Nihai işlenmiş durumdaki makina bileşenlerinin testi, tercihen sabit donanımlarla yapılacaktır. Bunun için kullanılan manyetizasyon donanımı ISO 9934-3 veya diğer eşdeğer standartlara uygun olmalıdır. Sörveyörün talebi halinde, 9.3.1'de belirtilen manyetizasyon parametreleri, etkin teğetsel alan mukavemetinin ölçülmesi veya "Berthold" test blokları vasıtasıyla, üretici tarafından kanıtlanacaktır.

9.4 Test Ortamının Uygulanması, Manyetizasyon

Manyetik parçacıkları içeren karışım, test edilecek yüzeye püskürtme veya yaşlandırma şeklinde uygulanacaktır. Bunu yaparken, manyetizasyon asgari olarak test edilecek yüzeye manyetik parçacıklı karışım püskürtüldüğü sürede devam etmeli, daha sonra manyetizasyon, manyetik parçacıklı karışımda herhangi bir hareket gözlemlenemeyinceye kadar (en az 5 saniye) yapılmalıdır. Artık mıknatıslanmanın (bileşendeki artık mıknatıslanma) mevcudiyeti halinde teste izin verilmez.

9.5 Test Yüzeylerinin Aydınlatılması

Test yüzeyinde ve gösterimlerde yeterli bir kontrastın elde edilebilmesi için, aydınlatma şiddeti ve UV şiddeti için ISO 3059'a göre aşağıda belirtilen istekler karşılanmalı ve test yüzeyinde uygun ve doğrulanmış ölçüm cihazları ile (örneğin; lüksmetre veya UV şiddet ölçeri) kanıtlanmalıdır. Test yüzeyinde UV şiddeti en az 10 W/m^2, maksimum ortam aydınlatma şiddeti 20 Lux olacaktır.

9.6 Test Sonuçlarının Belgelendirilmesi

Üretici veya onun görevlendirdiği muayene kuruluşu, yapılan manyetik parçacık testi ile ilgili olarak, en az aşağıda belirtilenleri içeren bir rapor düzenleyecektir:

- Muayene kuruluşunun adı ve adresi (harici muayene kuruluşları için),

- Muayene kuruluşunun akreditasyonu veya onayı ile ilgili ayrıntılar,
- Uygulanacak test prosedürleri ve/veya test talimatları,

- Aşağıda belirtildiği gibi bileşenin ayrıntıları:

  - Sipariş no.
  - Malzemenin tanımı
  - Eriyik no.
  - Örnek no.
  - İşleme durumu

- Yüzey durumu,

- Testin kapsamı, muayene bölgeleri, şiddet dereceleri,

- Manyetizasyon tipi, örneğin ISO 9934-3'e göre,

- Test donanımı, test ortamı, test blokları,

- Etkin teğetsel alan mukavemetinin ölçülmesi suretiyle manyetizasyonun kanıtlanması,

- Muayene bölgelerinin ve kabul kriterlerinin bildirimi,

- Test süresi,

- Test sonuçlarının değerlendirilmesi,

- Testin yeri ve tarihi,

- Muayene personelinin, muayene gözetmeninin adı ve bunların vasıfları.

Yukarıda belirtilen ayrıntılar, aynı zamanda üreticinin iş talimatları vasıtasıyla da belgelendirilmelidir.

Yukarıda belirtilenler ve test raporu, değerlendirme ve onay ile birlikte sörveyöre verilecektir.

Yukarıda belirtilen kabul ve değerlendirme kriterleri ile ilgili ayrıntılar ilgili bölümlerde verilmiştir.

10. Girici Sıvı Testi

10.1 Testler; EN 571-1 veya diğer tanınmış standartlara göre girici sıvı giderici(temizleyici), girici sıvı ve geliştiriciden oluşan bir test ortamı ile yapılacaktır. Bu amaçla kullanılan donanım ISO 3452-4'deki kriterleri sağlamalıdır.

10.2 Test Ortamları ve Bunların Doğrulanması

10.2.1 Girici sıvı testi için gerekli test ortamı sistemi, ISO 3452-4 veya diğer tanınmış standartlardaki istekleri karşılamalıdır.

10.2.2 Girici sıvı testine başlamadan önce, test ortamı sisteminin uygunluğu, test blokları vasıtasıyla (örneğin; ISO 3452-4'e göre) doğrulanacak ve sörveyörün talebi halinde kanıtları verilecektir.

10.3 Girici Sıvı Testinin Yapılması

10.3.1 Test başlamadan önce, üretici veya sipariş sahibi, asgari olarak aşağıda belirtilen istekleri karşılayan test talimatlarını sörveyöre verecektir.

10.3.2 Test yüzeyinin ön temizliği

Test edilecek yüzey 6.1'de belirtilen isteklere uygun olacak ve test başlamadan önce test ortamı sistemine uygun bir temizleyici ile bütünüyle temizlenecektir.

Testin gerekli olduğu alanların yüzeylerine ait ayrıntılar, ilgili bölümlerde verilmiştir.

10.3.3 Test sıcaklığı

Kural olarak, test edilecek yüzeylerin sıcaklığı +5°C ile +50°C arasında olacaktır. Daha düşük sıcaklıklarda, test alanının +5°C ile +50°C arasındaki izin verilen sıcaklık aralığına ulaşması için tüm yüzeye ön ısıtma yapılacaktır.

10.3.4 Girici sıvı uygulaması

Yüzeyin şekli ve boyutuna veya test edilecek bileşenin geometrisine bağlı olarak girici sıvı püskürtme, yoluyla, fırça ile sürülerek veya elektrostatik püskürtme ile uygulanabilir. Test yüzeyi, bütün girme süresi boyunca bütünüyle ıslak olmalıdır.

10.3.5 Nüfuz etme süresi

Giriş süresi; girici sıvının özelliklerine, test sıcaklığına,bileşenin malzemesine ve belirlenecek düzensizliklerin tipine bağlı olup, 5 ile 60 dakika arasındadır.

10.3.6 Ara temizleme

Nüfuz etmeyi takiben, artan girici sıvı, hatanın bulunduğu yerde girici sıvı kalacak şekilde, test yüzeyinden uygun bir tarzda giderilmelidir.

10.3.7 Geliştirme prosesi

Ara temizleme ve kurutma işleminden hemen sonra mümkün olduğunca homojen ve ince bir tabaka halinde geliştirici uygulanacaktır. Test yüzeyi tamamen kaplanmalıdır.

Oluşturma süresi, asgari olarak nüfuz etme için ayrılan süre kadar olmalıdır.

Verilerin değerlendirilmesi geliştirme süresi tamamlanmadan önce başlamamalıdır.

10.4 Test Yüzeylerinin Aydınlatılması

Test yüzeyleri yeterince aydınlatılmalı ve işlenmiş yüzeylerden ışığın yansıması önlenmelidir.

Verilerin uygun bir şekilde değerlendirilmesi için ön koşul, 9.5'de belirtilen aydınlatma istekleridir.

10.5 Test Kriterleri, Belirtilerin Değerlendirilmesi

Boyut, miktar ve her türden çatlaklar yönünden öngörülen kabul kriterlerinin dışına çıkansüreksizliklere izin verilmez.

Belirtilerin değerlendirilmesi ile ilgili ayrıntılar, ilgili bölümlerde verilmiştir.

10.6 Test Yüzeylerinin Temizliği

Girici sıvı testinin tamamlanmasından sonra, test ortamı artıkları, test yüzeyinden temizlenecektir. Bunun için, daha önce kullanılan test ortamı sistemi ile uyumlu olan ve bileşenlerin daha sonraki işlemlerine etkisi olmayan bir temizleme maddesi kullanılacaktır.

10.7 Test Sonuçlarının Belgelendirilmesi

Üretici veya onun görevlendirdiği muayene kuruluşu, yapılan girici sıvı testi ile ilgili olarak, en az aşağıda belirtilenleri içeren bir rapor düzenleyecektir:

- Muayene kuruluşunun adı ve adresi (harici muayene kuruluşları için),
- Muayene kuruluşunun akreditasyonu veya onayı ile ilgili ayrıntılar,
- Uygulanacak test prosedürleri ve/veya test talimatları,
- Aşağıda belirtildiği gibi bileşenin ayrıntıları:
  - Sipariş no.
  - Malzemenin tanımı,
  - Eriyik no.
  - İşleme durumu.
- Yüzey durumu,
- Testin kapsamı, test bölgeleri, şiddet dereceleri,
- EN 571-1'e göre kullanılan test ortamı sistemleri, ISO 3452-3'e göre test blokları,
- Muayene bölgelerinin ve kabul kriterlerinin bildirimi,
- Test süresi,
- Test sonuçlarının değerlendirilmesi,
- Testin yeri ve tarihi,
- Muayene personelinin, muayene gözetmeninin adı ve bunların vasıfları.

Yukarıda belirtilen ayrıntılar, aynı zamanda üreticinin iş talimatları vasıtasıyla da belgelendirilecektir.

Bunlar ve test raporu, değerlendirme ve onay ile birlikte sörveyöre verilecektir.

11. Ultrasonik Testler (UT)

11.1. Yöntemler

11.1.1 Ultrasonik testler; tanınmış standartlara göre uyarıcı eko tekniği ile yapılacaktır. Bu standartlar; örneğin; EN 12223, EN ISO 7963, ISO 22232-3, ISO 16810, EN 10228-3, EN 10160 ve EN 12680-1'dir.

Eşdeğer yöntemleri sağladıkları taktirde, diğer ulusal ve uluslararası standartlar da kullanılabilir.

11.1.2 Burada tanımlanan yöntemler, ferritik çeliklerden yapılmış bileşenler ve makina elemanlarının testleri ile ilgilidir. Östenitik veya östenitik-ferritik çeliklerden yapılmış bileşenlerin testleri için özel anlaşmalar yapılmalıdır.

11.1.3 Eşdeğer testin yapılabilmesi koşuluyla, ultrasonik testler üretici veya sipariş sahibinin test talimatlarına göre de yapılabilir.

11.2 Test Spesifikasyonları

11.2.1 Üretici veya sipariş sahibi, en az aşağıdaki bilgileri içeren bir test şartnamesi hazırlamalıdır:

- Ön ve nihai testler için işleme durumu,
- Test yöntemi, test donanımı tipi, probların tipi, test frekansları,
- Donanımın kalibrasyonu,
- Üretim kademesine bağlı yüzey durumu, yüzey pürüzlüğü (gerekirse),
- Gerekirse, skeçlerle açıklanmak üzere, giriş pozisyonu,
- Üretim kademesine bağlı olarak ısıl işlem durumu,
- İlgili bölümlerde belirtilen isteklere göre test alanlarının belirlenmesi,
- Belirli test alanları için değerlendirme kriterleri ve şiddet dereceleri,
- İlgili diğer standartların ve kuralların belirtilmesi.

11.3 Test Donanımı ve Aksesuvarları

Ultrasonik test donanımı ve probları, teknolojiye ve tanınmış standartlara (örneğin; ISO 22232-1, ISO 22232-2 ve ISO 22232-3) uygun olmalı ve asgari olarak aşağıdaki istekleri sağlamalıdır:

11.3.1 Test ekipman gereklilikleri

- Ayarlama aralıkları, çelikteki boyuna ve enine dalgalar için, karışım boşluğu olmaksızın en az 20 mm. ile 2 m. arasında bir aralık sağlamalıdır.
- Arttırma, 2 dB'lik değiştirme kademeleri ile en az 80 dB'e kadar ayarlanabilmelidir, hassasiyet 1 dB olacaktır.
- Zaman taramasının linearitesi ve düşey linearite ayarlama aralığının ve ekranın %5'inden daha iyi olmalıdır.
- Test donanımı; düz veya SE (ikiz tranduserli) problu uyarıcı eko tekniği için 1÷6 MHz nominal frekanslı problar için kullanılabilmelidir.

11.3.2 Problarla ilgili istekler

11.3.2.1 Nominal frekans ve transduser boyutu ile ilgili olarak probların seçimi, algılanacak disk şekilli yansıtıcının boyutuna, ses izi hareket mesafesine ve test edilecek malzemenin ses zayıflamasına bağlıdır.

11.3.2.2 Bileşenin geometrisine ve algılanacak süreksizliğin tipine ve yerine bağlı olarak, düz hüzmeli problar ve/veya açılı problar kullanılır, yüzeye yakın bölgelerin testinde SE düz hüzmeli problar kullanılır.

11.3.2.3 Açılı tarama için, geliş açısı 35° ile 70° arasında olan problar kullanılır. Bunların nominal frekansları 1 ile 6 MHz arasında olacaktır.

11.4 Kalibrasyon Blokları

Muayene sisteminin doğrulanması için, ISO 2400'e göre tip 1 kalibrasyon blokları ve EN ISO 7963'e göre tip

2 kalibrasyon blokları veya referans reflektörü diğer uygun kalibrasyon blokları kullanılacaktır.

11.5 Teması sağlayan maddeler

Muayene için, tercihen yağlar, gresler veya donanımın üreticisi tarafından tavsiye edilen diğer uygun teması sağlayan maddeler kullanılacaktır.

Donanımın kalibrasyonu için aynı teması sağlayan madde kullanılmalıdır.

11.6 Ultrasonik Testlerin Yapılması

Makina parçalarının ultrasonik testleri; 11.1.1'de belirtilen yöntemlere, standartlara ve kurallara göre ve/veya üreticinin ya da sipariş sahibinin şartnamelerine göre yapılacaktır.

11.6.1 Muayene sisteminin kalibrasyonu

11.6.1.1 Mesafenin kalibrasyonu

Mesafenin kalibrasyonu; EN 12223 göre tip 1 kalibrasyon bloğunda veya bileşen üzerinde yapılacaktır.

Muayene aralığı, test edilecek bileşen kalınlığının arka cidar ekosu ekran genişliğinin %80'inde oluşacak şekilde seçilecektir.

11.6.1.2 Hassasiyetin kalibrasyonu

Hassasiyetin kalibrasyonu, kaydedilecek verilerin, muayene aralığının sonunda, ekran yüksekliğinin 2/5'den daha küçük olmayacağı şekilde ayarlanacaktır.

Kayıt düzeyi esasına göre sinyal / gürültü oranı en az 6 dB olacaktır.

Bu değerden sapmalara, teknik olarak doğrulanan istisnai hallerde, sipariş sahibi ve/veya üretici ile **TL** arasında anlaşmayla izin verilebilir.

11.6.2 Test alanının taranması ve test hızı

11.6.2.1 Test alanının taranması

Herhangi bir karışım aralığının gerekmediği test yüzeylerinin taranması durumunda (örneğin; %100 hacimsel muayenede), test taranması en az %15 birbiri üzerine bindirilecektir.

11.6.2.2 Test hızı

Eğer ultrasonik testler elle yapılıyorsa, verilerin optimal lokalizasyonu bakımından test hızı 100 mm/sn'yi geçmeyecektir.

11.7 Verilerin Değerlendirilmesi

11.7.1 Genişletilmemiş veriler

Genişletilmemiş verilerin değerlendirilmesi, AVG-yöntemine (=DGS yöntemi = distance gain size yöntemi) göre yapılacaktır.

Burada, referans reflektör ölçüsü, eşdeğer disk şekilli reflektörün çağı (KSR) olarak belirtilecektir [mm].

11.7.2 Genişletilmiş veriler

Aksine anlaşmaya varılmamışsa, reflektör genişletilmesinin belirlenmesi, yarı-amplitüd tekniğine göre yapılacaktır.

Yukarıda belirtilen değerlendirme ve kabul kriterlerine ait ayrıntılar ilgili bölümlerde verilmiştir.

11.8 Test Sonuçlarının Belgelendirilmesi

Üretici veya görevlendirilen muayene kuruluşa, asgari olarak aşağıdaki bilgileri içeren bir test raporu düzenleyecektir:

- Muayene kuruluşunun adı ve adresi (harici muayene kuruluşu için)

- Muayene kuruluşunun akreditasyonu veya onayı ile ilgili ayrıntılar,

- Uygulanacak test prosedürleri ve/veya test talimatları,

- Aşağıda belirtildiği gibi bileşenlerin ayrıntıları:

  - Malzeme
  - Boyutlar
  - Bileşen no.
  - Eriyik no
  - Resim no.
  - Uygulama koşulu

- Test süresi, testin kapsamı, muayene bölgeleri, şiddet seviyesi,

- Kullanılan test donanımının üreticisi ve tipi,

- Kullanılan probların üreticisi, tipi, nominal frekansı ve giriş açısı,

- Mesafe ve hassasiyetin kalibrasyon tipi,

- Ultrasonik testin, yüzey hazırlığının, düzeltmelerin, değerlerin (transfer düzeltmesi ve ses azalımı), temas maddenin uygunluğu ile ilgili ayrıntılar,

- Skeçler yardımıyla kaydedilecek yansıtıcı pozisyonunun, KSR'nin boyutunun, boy, genişlik ve derinlik artırımının ve arka cidar eko zayıflamasının tanımları,

- Test yeri ve tarihi,

- Muayene personelinin, muayene gözetmeninin adı ve bunların vasıfları.

12. Radyografik Testler

12.1 Yöntem

12.1.1 Ultrasonik testlerin verilerinin değerlendirilmesi ile ilgili tereddütlerin bulunması halinde, ultrasonik testlere ilave olarak gerektiği taktirde radyografik testler yapılacaktır.

Radyografik testler; muayene edilecek bileşenin tipine, malzeme kalitesine ve et kalınlığına bağlı olarak x-ışınları veya gama ışınları ile yapılabilir.

12.1.2 Kural olarak, radyografik testler; ISO 5579, EN ISO 17636 - kaynaklı birleştirmeler için radyografik muayeneler veya EN 12681 - döküm bileşenlerin testleri gibi tanınmış standartlara göre yapılacaktır.

12.2 Geçerlilik Kapsamı

Aşağıdaki ayrıntılar, Bölüm 7'de belirtilen bileşenlerin radyografik testlerine uygulanır.

12.3 Radyografik Testlerin Yapılması

Kural olarak, radyografik testler, EN 12681 test kategorisi A'ya göre yapılacaktır. Burada EN ISO 19232-3'e göre görüntü kalite kategorisi A, karşılanmalıdır.

12.1.2'de belirtilen standartlardaki koşulların karşılanması halinde, diğer ulusal veya uluslararası standartlara göre test yapılması **TL** ile anlaşmaya varılarak gerçekleştirilebilir.

12.4 Test Şartnameleri

12.4.1 Sipariş sahibi veya üretici, test yöntemini ve ilgili tüm ayrıntıları içeren bir test şartnamesi hazırlanmalıdır. Özellikle aşağıda belirtilen bilgiler belirtilmelidir:

- Radyasyon kaynağı, kullanılan gama-ışını kaynağının odaksal spot boyutu veya ölçüleri,

- Radyasyon enerjisi,

- Film sistemi sınıfı ve ekranlar,

- Test kategorisi,

- Test edilecek kalınlık aralığı,

- Görüntü kalite göstergesinin tip ve konumu,

- Film ile odaklanma noktası arasındaki mesafe,

- Görüntü kalitesi, yoğunluğu,

- Skeçler veya resimlerle açıklanan test aranjmanı.

12.4.2 Fazla miktarda filmin gerektiği döküm bileşenler için üretici, bir film pozisyon planı hazırlayacaktır.

Şartname ve film pozisyon planı, incelenmek üzere **TL**'ye verilecektir.

12.5 Radyasyon Kaynağının Seçimi

Radyasyon kaynağının seçimi; ölçülerek test bileşeninin w kalınlığına, gerekli test kategorisine ve EN 12681'e göre seçilen radyografik düzenlemeye bağlıdır.

12.6 Film Sisteminin ve Güçlendirici Ekranların Seçimi

12.6.1 Film sınıfının seçimi; test kategorisine ve ölçülecek kalınlığa bağlıdır. Güçlendirici ekranların seçimi x-ışınlarının izin verilen maksimum tüp gerilimine veya izotop tipine bağlıdır, Tablo 2.6'ya bakınız.

Güçlendirici ekranların kullanıldığı hallerde, film ile ekran arasında yakın temas sağlanmalıdır.

12.6.2 Film sınıfının seçiminde ISO 5579 dikkate alınacaktır. Film sistemi sınıfları ile ilgili uluslararası standartların karşılaştırması, Tablo 2.7'de verilmiştir.

12.7 Film Yoğunluğu

12.7.1 Işınlama ile ilgili parametreler, incelenecek tüm bölgede filmin S yoğunluğu, ISO 5579'a göre, test kategorisi A için S , incelenecek tüm bölgede filmin S yoğunluğu, arın karşılaştırması,

Gerekli minimum yoğunluğun, A test kategorisi için 1,5'a ve B test kategorisi için 2,0'ye indirilmesine, sipariş sahibi ile üretici arasında anlaşmaya varılması ve çoklu film tekniğinin kullanılması koşuluyla izin verilir. Bu anlaşma **TL**'ye verilecektir.

12.7.2 Yoğunluğun üst sınırı, değerlendirme için kullanılan film ışığının parlaklığına bağlıdır.

12.7.3 Döküm bileşenlerin, 12.7.1'de belirtilen yoğunluk sınırları içinde kalite kaybı olmaksızın, bir ekranda farklı et kalınlık rejimlerini tanımlamak için, EN 12681'de belirtilen çoklu film tekniği prosedürleri kullanılmalıdır.

12.7.4 Filmlerin değerlendirilmesi için yoğunluk bir yoğunluk ölçer(densimometre) ile doğrulanacaktır.

12.8 Görüntü Kalitesinin Doğrulanması

12.8.1 Görüntü kalitesi, örneğin; EN 462-1'e göre telli göstergeler gibi görüntü kalitesi göstergeleriyle doğrulanacaktır.

Görüntü kalitesi göstergelerinin standartlara uygun olarak yerleştirilmediği hallerde (örneğin; filmden uzakta), görüntü kalitesi değeri en az bir kez, eşdeğer koşullarda hazırlanmış karşılaştırmalı filmler vasıtasıyla doğrulama yapılacaktır.

12.8.2 Genelde, A kategori çelik döküm testi için, EN ISO 19232-3'e göre A sınıfı görüntü kalitesi ve B kategori test için, B sınıfı görüntü kalitesi elde edilecektir.

12.9 Filmlerin Değerlendirilmesi, Değerlendirme Kriterleri

Muayene birimi, tüm filmleri ve gözetmenin değerlendirme raporlarını, incelemek üzere sörveyöre verecektir. Tüm filmlerin veya belirli sayıdaki filmlerin değerlendirilmesi sörveyöre bağlıdır. Sörveyör tarafından değerlendirilen filmler, damgalanacaktır. Filmlerin değerlendirilmesi ile ilgili test ve kabul kriterleri, Bölüm 6, G.9'da verilmiştir.

12.10 Test Sonuçlarının Belgelendirilmesi

Üretici, asgari olarak aşağıda belirtilen bilgileri içerecek şekilde film değerlendirme raporlanması düzenleyecektir:

- Muayene kuruluşunun adı ve adresi (harici muayene kuruluşu için),
- Muayene kuruluşunun akreditasyonu veya onayı ile ilgili ayrıntılar,
- Aşağıda belirtildiği gibi bileşenlerin ayrıntıları:
  - Malzeme
  - Eriyik no.
  - Şablon no.
  - Resim no.

- Uygulama koşulu

- Test şartnamesinin numarası ve adı,
- Uygulanacak test standartları ve kuralları,
- Film alma yöntemi ve test sınıfları,
- Film pozisyon planları, işaretleme yöntemi,
- Radyasyon kaynağı tipi: tüp / izotop, odaksal spot veya radyasyon kaynağı boyutu,
- Tüp gerilimi ve anot akımı veya radyasyon kaynağı aktifliği,
- Işınlama süresi ve radyasyon kaynağı ile film arasındaki mesafe,
- Seçilen film sistemleri, ekranlar ve filtreler,
- Görüntü kalitesi göstergesinin tipi ve konumu,
- Film yoğunluğu,
- Testin yeri ve tarihi,
- Muayene personelinin, muayene gözetmeninin adı ve bunların vasıfları.

Tablo 2.6 ISO 5579 ve EN 12681'e göre film sistemi sınıfları ve metal ekranlar

Radyasyon kaynağı	İncelenen kalınlık ω	Film sistemi sınıfı (1)		Metal ekranların tipi ve kalınlığı	
		Sınıf A	Sınıf B	Sınıf A	Sınıf B
X-ışını potansiyelleri ≤100kV		C5	C3	Hiçbiri veya maksimum 0,03 mm.ye kadar ön ve arka kurşun ekranlar	
X-ışını potansiyelleri >100 kV, 150 kV'a kadar				Maksimum 0,15 mm.ye kadar ön ve arka kurşun ekranlar	
X-ışını potansiyelleri > 150 kV, 250 kV'a kadar			C4	0,02 ÷ 0,15 mm. arasında ön ve arka kurşun ekranlar	
Yb 169 Tm 170	ω < 5 mm.		C3	Hiçbiri veya maksimum 0,03 mm.ye kadar ön ve arka kurşun ekranlar	
	ω ≥ 5 mm.		C4	0,02 ÷ 0,15 mm. arasında ön ve arka kurşun ekranlar	
X-ışını potansiyelleri > 250 kV, 500 kV'a kadar	ω ≤ 50 mm.	C5	C4	0,02 ÷ 0,2 mm. arasında ön kurşun ekranlar	
	ω > 50 mm.		C3	0,1 ÷ 0,2 mm. **(2)** arasında ön kurşun ekranlar 0,02 ÷ 0,2 mm. arasında arka kurşun ekranlar	
Se-75	ω > 5 mm.	C5	C4	0,1 ÷ 0,2 mm. arasında ön ve arka kurşun ekranlar	
Ir 192		C5	C4	0,02 ÷ 0,2 mm. arasında ön kurşun ekranlar	0,1 ÷ 0,2 mm. **(2)** arasında ön kurşun ekranlar
				0,02 ÷ 0,2 mm. arasında arka kurşun ekranlar	
Co 60	ω ≤ 100 mm.	C5	C4	0,25 ÷ 0,7 mm. **(3)** arasında ön ve arka çelik veya bakır ekranlar	
	ω > 100 mm.		C5		
Enerjisi 1 MeV ÷ 4 MeV arasında olan X-ışını donanımı	ω ≤ 100 mm.	C5	C3	0,25 ÷ 0,7 mm. **(3)** arasında ön ve arka çelik veya bakır ekranlar	
	ω > 100 mm.		C5		
Enerjisi 4 MeV ÷ 12 MeV arasında olan X-ışını donanımı	ω ≤ 100 mm.	C4	C4	Maksimum 1 mm.ye kadar ön çelik, bakır veya tantal ekranlar **(4)** Maksimum 1 mm.ye kadar arka çelik, veya bakır ekranlar, maksimum 0,5 mm.ye kadar arka tantal ekranlar **(4)**	
	100 mm. < ω ≤ 300 mm.	C5	C4		
	ω > 300 mm.		C5		
Enerjisi 12 MeV'dan büyük olan X-ışını donanımı	ω ≤ 100 mm.	C4		Maksimum 1 mm.ye kadar ön tantal ekranlar **(5)** Arka ekranlar yok	
	100 mm. < ω ≤ 300 mm.	C5	C4		
	ω > 300 mm.		C5	Maksimum 1 mm.ye kadar ön tantal ekranlar **(5)** Maksimum 1 mm.ye kadar arka tantal ekranlar	

(1) *Daha yüksek kalitede film sistemi sınıfları da kullanılabilir.*

(2) *Test edilecek bileşenle film arasına 0,1 mm.lik ilave bir kurşun ekran yerleştirilirse, üretici tarafından paketlenmiş, maksimum 0,03 mm.ye kadar ön ekranlı filmler kullanılabilir.*

(3) *A sınıfı için 0,1÷0,5 mm. arasında kurşun ekranlar da kullanılabilir.*

(4) *A sınıfı için, sözleşme taraflarının anlaşmaya varmaları halinde, 0,5÷1,0 mm. arasında kurşun ekranlar kullanılabilir.*

(5) *Anlaşmaya varılması halinde tungsten ekranlar da kullanılabilir.*

Tablo 2.7 Film sistemi sınıfları ile ilgili uluslararası standartların karşılaştırılması (örnekler)

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 D3 s.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	C6	GIII	4-5
Kodak (5)					
DR	Özel	G1	C1	GI	
M	1	G1	C2	GI	
MX 125	1	G2	C3	GI	
T 200	1	G2	C4	GII	
AA 400	2	G3	C5	GIII	
CX	3	G4	C6	GIII	
B	W-B			GIII	

(1) *ASTM E 94/E94M*
(2) *ISO 5579*
(3) *EN ISO 11699-1'e göre sınıflandırma.*
(4) *Fransız standardı.*
(5) *İlgili kanıtın sağlanması koşuluyla, diğer üreticilerin eşdeğer film tipleri de dikkate alınabilir.*

BÖLÜM 3

ÇELİK LEVHALAR, PROFİLLER VE ÇUBUKLAR

Sayfa

A. Genel 3-4

1. Kapsam
2. Üretim
3. Onay
4. Teslim Koşulları
5. Ürünlerin Genel Özellikleri
6. Çelik Levhaların ve Geniş Lamaların Kalınlık Toleransları
7. Yüzey Hatalarının Giderilmesi
8. Test Malzemesi ve Testler
9. Ürünlerin Markalanması
10. Sertifikalandırma

B. Normal ve Yüksek Mukavemetli Tekne Yapım Çelikleri 3-12

1. Kapsam
2. Onay
3. Üretim Yöntemi
4. Kimyasal Bileşim
5. Teslim Koşulları
6. Mekanik Özellikler
7. Yüzey Kalitesi
8. İç sağlamlık
9. Toleranslar
10. Malzemelerin Belirlenmesi
11. Testler ve Muayeneler
12. Test malzemesi
13. Mekanik Test Numuneleri
14. Test NumunelerininSayısı
15. Testlerin Yenilenme Prosedürü
16. Markalama
17. Dokümantasyon

C. Kaynaklı Konstrüksiyonlar için Yüksek Mukavemetli Çelikler 3-26

1. Kapsam
2. Onay
3. Üretim Yöntemi
4. Kimyasal Bileşim
5. Teslim Koşulları – Haddeleme Yöntemi ve Isıl İşlem
6. Mekanik Özellikler
7. Toleranslar
8. Yüzey Kalitesi
9. Dahili Kusursuzluk
10. Gerilme Giderici Isıl İşem ve Diğer Isıl İşlemler
11. Muayene Olanakları
12. Malzemelerin Belirlenmesi
13. İşaretleme

14. Testlerin Dokümantasyonu

D. Kazanlar ve Basınçlı Kaplar İçin Çelikler 3-35

1. Kapsam
2. İzin Verilen Çelik Kaliteleri
3. Teslim Şartları ve Isıl İşlem
4. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar
5. Testler
6. Ürünlerin Markalanması

E. Sıvılaştırılmış Gaz Taşıyan Gemiler ve Gaz veya Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemiler İçin Çelikler 3-37

1. Kapsam
2. Malzeme istekleri

F. Paslanmaz Çelikler 3-39

1. Kapsam
2. Çeliklerin Seçimi
3. Teslim Koşulları ve Isıl İşlem
4. Boyutsal Toleranslar
5. Ürünlerin Genel Durumu
6. Malzeme Özellikleri ile İlgili İstekler
7. Testler

G. Kaplanmış Çelik Levhalar 3-41

1. Kapsam
2. Kaplama Yönteminin Uygunluğu
3. Uygun Malzemeler
4. Üretim Yöntemi ve Teslim Koşulları
5. Boyutlar ve Toleranslar
6. Yüzey Düzgünlüğü
7. Hataların Onarımı
8. Malzeme Özellikleri ile İlgili İstekler
9. Testler
10. Markalama

H. Kalınlık Doğrultusundaki Minimum İstekleri Sağlayan Çelikler 3-44

1. Kapsam
3. Kimyasal Bileşim
4. Test Prosedürü
5. Testin Yenilenme Prosedürü
6. Ultrasonik Testler
7. Markalama
8. Sertifikalandırma

I. Kaynaklı Konstrüksiyonlar için Alaşımsız Yapı Çelikleri 3-48

1. Kapsam
2. Uygun Çelikler
3. Teslim Koşulları ve Isıl İşlem
4. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar
5. Testler ve Testlerin Kapsamı

J. Konteyner Gemilerinde Çok Kalın Çelik Levhaların Kullanımıyla ilgili Gereklilikler 3-48

1. TL-EH47 Çelik Levhalarının Uygulanması
2. Konteyner Gemilerinde Çok Kalın Çelik Levhaların Kullanılması için Gereklilikler

K. Tekne Yapım Çeliklerinin Üretim Onayı 3-57
Ek 1 3-58
Ek 2 3-59
A2.1 “Kapsam
A2.2.Onay testleri
Ek 3 3-60
A3.1.Kapsam
A3.2.Onay Başvurusu
A3.3.Onay Testleri
A3.4.Sonuçlar
A3.5.Onay ve Sertifikalandırma
A3.6.Onayın Yenilenmesi
Ek 4 3-62
A4.1.Kapsam
A4.2 Test Prosedürleri
A4.3 Belirli bir Sıcaklıkta Kca’nın Belirlenmesi ve Değerlendirme
Ek 5 3-64
A5.1.Uygulama Kapsamı
A5.2.Semboller ve Anlamları
A5.3.Test Donanımı
A5.4.Test Numuneleri
A5.5.Test Yöntemi
A5.6.Test Sonrası Ölçümler ve Testin Geçerliliğinin Değerlendirilmesi
A5.7.“Durdurma” veya “Yayılma”’nın Değerlendirilmesi
A5.8.T_{test}, T_{arrest} ve CAT’in Belirlenmesi
A5.9.Raporlama
A5.10.Testlerin Malzeme Niteliklerinin Belirlenmesinde Kullanılması
Ek A 3-74
Ek B 3-85
Ek C 3-88
Ek D 3-90
Ek 6 3-99
A6.1 Kapsam
A6.2 Onay başvurusu
A6.3.Genel
A6.4 Onay Testleri
A6.5 Sonuçlar
A6.6 Onay

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu bölümdeki istekler; tekne konstrüksiyonunda, kazanlarda, basınçlı kaplarda ve makina parçalarında kullanımı öngörülen sıcak haddelenmiş çelik levhalara, profillere ve çubuklara uygulanır.

1.2 Bu bölümün ilerideki kısımlarında ulusal veya uluslararası standartlara uygun olarak üretilmiş çelikler, bu kuralların minimum isteklerini sağladığı takdirde kullanılabilir.

2. Üretim

2.1 Üretim yöntemi

2.1.1 Çelikler; bazik oksijen, elektrik fırını veya Siemens-Martin yöntemine göre üretilecektir. Diğer yöntemlerin kullanımı **TL** tarafından onaylanabilir.

2.1.2 Her bir kalite için kullanılan oksijen giderme (deoksidasyon) uygulaması, Tablo 3.3 ve 3.4'deki ilgili isteklere uygun olacaktır.

2.1.3 Her bir kalite için kullanılan haddeleme uygulaması, Tablo 3.6 ve 3.7'daki ilgili teslim koşullarına uygun olacaktır.

2.2 Tanımlar

İlgili haddeleme prosedürlerine ait tanımlar aşağıda verilmiştir.

2.2.1 Haddelendiği gibi, AR

Bu yöntemde, ayrıca ısıl işleme tabi tutulmaksızın, haddelendiği gibi soğutulması söz konusudur. Haddeleme ve tamamlama sıcaklıkları, östenit rekristalizasyon bölgesinde tipik olup normalizasyon sıcaklığının üzerindedir. Bu yöntemle üretilen çeliklerin mukavemet ve dayanım özellikleri, haddelendikten sonra ısıl işleme tabi tutulan veya gelişmiş yöntemlerle üretilen çeliklerden genelde daha düşüktür.

2.2.2 Normalizasyon, N

Normalizasyon yönteminde, haddelenmiş çeliğin belirli bir süre, kritik sıcaklık Ac3'ün üzerine ve östenit rekristalizasyon bölgesinin alt ucuna kadar ısıtılması ve hava ile soğutulması söz konusudur. Bu yöntem, haddelenmiş çeliğin tane boyutlarını küçülterek mekanik özelliklerini iyileştirir ve mikro yapıyı homojenize eder.

2.2.3 Kontrollü haddeleme, CR (Normalize edici haddeleme, NR)

Genelde, normalizasyon ile elde edilene eşdeğer malzeme özellikleri sağlayan, normalizasyon sıcaklığı aralığında, havada soğuyarak, son şekil vermenin sağlandığı bir haddeleme yöntemidir.

2.2.4 Su verme ve temperleme, QT

Su verme, çeliğin Ac3'ün üzerindeki uygun bir sıcaklığa kadar ısıtılarak belirli bir süre tutulduğu ve daha sonra mikro yapıyı sertleştirmek amacıyla uygun bir soğutucu madde ile soğutulduğu bir ısıl işlemi içerir. Su vermeyi izleyen temperleme, mikro yapıyı iyileştirmek suretiyle dayanım özelliklerini arttırmak ve su verme nedeniyle oluşan artık gerilmeyi azaltmak üzere, çeliğin Ac1'i geçmeyen uygun bir sıcaklığa kadar tekrar ısıtılması ve bu sıcaklıkta belirli bir süre tutulması prosesidir.

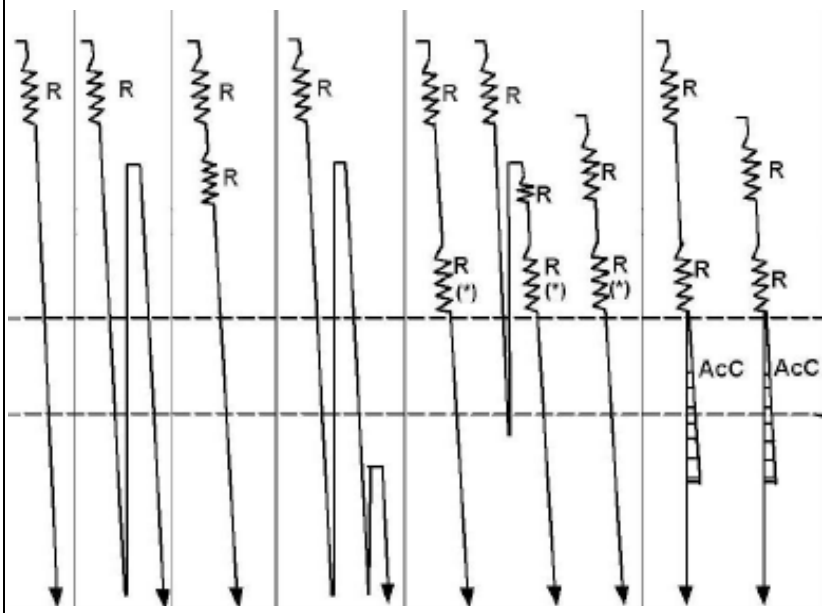
2.2.5 Termo-Mekanik Haddeleme, TM (Termo-Mekanik Kontrollü Proses, TMCP)

Bu prosedür, gerek çeliğin sıcaklığının, gerekse yüzeysel azalmaların özenle kontrolünü içerir. Genel olarak, yüzeysel azalmaların büyük bir kısmı, Ar3 sıcaklığının yakınında yapılır ve iki fazlı sıcaklık bölgesinde haddelemeyi gerektirir.

Kontrollü haddelemeden (normalize edici haddeleme) farklı olarak, TM (TMCP) ile elde edilen özellikler, daha sonraki normalizasyon veya diğer ısıl işlemlerle arttırılamaz.

TM haddelemenin tamamlanmasından sonra hızlandırılmış soğutma işlemi, **TL**'nun özel onayı ile kabul edilebilir. Aynı husus, TM haddelemenin tamamlanmasından sonra yapılacak temperleme için de geçerlidir. Tablo 3.1'e bakınız.

Tablo 3.1 Termo-Mekanik ve Dönüşümsel Proseslerin Şematik Diyagramları

Yapı	Sıcaklık	ProsesTipi				
		Geleneksel Proses				Termo-Mekanik Proses
		AR	N	CR(NR)	QT	TM
Rekristalize Östenit	Normal Kütük Isıtma Sıcaklığı					
	Normalizasyon veya Su verme Sıcaklığı					
Rekristalize edilmemiş Östenit	Ar_3 veya Ac_3					
Östenit + Ferrit						
	Ar_1 veya Ac_1					
Ferrit+Perlit veya Ferrit+Bainit						
	Temperleme					

R
R
R

3. Onay

3.1 Tüm malzemeler, teslim edilen tip ve kalite yönünden **TL** tarafından onaylı üretim yerlerinde üretilecektir. Her kalite çeliğin şekil verilmeye ve kaynağa uygunluğu, çelik tesisindeki ilk onay testleri sırasında kanıtlanacaktır. Çelik üretim tesisinin onayında Ek A'da verilen prosedür takip edilmelidir. 50 kJ/cm üzeri yüksek ısı girdisi ile kaynak yapılması amaçlanan çelikler için üretici onayında Ek B'de verilen prosedür takip edilmelidir. Korozyona dayanıklı işareti alması amaçlanan çelikler için, üretici onayında, ek olarak, Ek C'de verilen prosedür takip edilmelidir.

3.2 Üretimde, üretim spesifikasyonlarında yer alan etkin proses ve üretim kontrolü yönergelerine uyulması üreticinin sorumluluğundadır. Olası ürün kalitesi düşüklüğüne yol açan kontrol kusurları oluştuğunda, üretici bunun nedenlerini belirleyecek ve tekrarını önleyici karşı önlemleri alacaktır. Ayrıca. Ayrıntılı inceleme raporu sörveyöre verilecektir. Kullanıma sunulması için, etkilenen her parça sörveyörün uygun bulacağı şekilde test edilecektir.

TL'nun kararına bağlı olarak, sunulan diğer ürünlerin test sıklığı, kalite güvencesi yönünden arttırılabilir.

3.3 Çeliğin haddelendiği üretim yerlerinde üretilmediği hallerde; hadde yerindeki sörveyöre, üretildiği yöntemi, temin eden üreticiyi, üretildiği döküm numarasını ve pota analizini belirten bir sertifika verilecektir. Sörveyörün çeliğin üretildiği mahallere girmesine izin verilecektir.

Not:

1. *Kullanıcılar, yorulma yüklemesi olduğunda yüksek mukavemetli çeliklerin kaynak birleştirmelerindeki yorulmadan dolayı efektif yorulma mukavemetinin, normal mukavemetli çeliklerin kaynaklı birleştirmelerindekinden büyük olamayabileceğine dikkat etmelidriler.*

2. *Termo-mekanik haddeleme işlemi ile üretilen çeliklerde, gerilme gidermesi , şekil verme için ek ısıl işlem veya yüksek ısı kaynak işlemi n mekanik yapılmadan önce özelliklerinde azalma olasılığına göz önünde tutulmalıdır*

4. Teslim Koşulları

4.1 Tüm ürünler, haddelenmiş halde teslime izin verilen haller dışında, aşağıdaki kurallarda belirtilen tarzda ısıl işlem uygulanmış olarak teslim edilecektir. Bu, örneğin; ürünün sıcak şekil verilmiş durumu olabilir

4.2 Eğer malzeme uygunsa, ürünler normalize edici haddelenmiş (kontrollü haddeleme) veya termo-mekanik haddelenmiş durumda teslim edilebilir. Bu durum, işlemin üreticinin işyerinde **TL**'nun kontrol ve onayına bağlıdır.

5. Ürünlerin Genel Özellikleri

5.1 Tüm ürünler düzgün haddelenmiş yüzeye sahip olacak ve katmerleşme, çatlak, döküm boşluğu, kabuklaşma ve yaralanma gibi malzemenin işlenebilirlik ve kullanım amacına etki edebilecek hatalardan arınmış olacaktır.

5.2 Aksi alıcı tarafından şart koşulmamışsa veya **TL**'nca belirlenmemişse, sıcak haddelenmiş levhalar, geniş lamalar ve profillerin yüzey karakteristikleri için EN 10163'de belirtilen teslim koşulları esas alınacaktır.

5.3 Aksi belirtilmedikçe veya aksine anlaşma sağlanmadıkça yüzey hataları, minimum kalınlık için izin verilen toleranslar dahilinde kalmak üzere, taşlama suretiyle giderilebilir. Taşlama nedeniyle oluşan çukurluklar ile ürün yüzeyi arasında yumuşak bir geçiş sağlanacaktır.

6. Çelik Levhaların ve Geniş Lamaların Kalınlık Toleransları

6.1 Kapsam

6.1.1 Buradaki istekler; B'de (IACS UR W11) belirtilenlere göre normal ve yüksek mukavemetli tekne yapım çeliklerini, C'de (IACS UR W16) kaynaklı konstrüksiyonlar için yüksek mukavametli çelikleri ve makina parçaları yapım çeliklerini içeren, kalınlıkları 5 mm. ve üzerinde olan çelik levhaların ve geniş lamaların (bundan böyle ürün veya ürünler olarak adlandırılacaktır) kalınlık tolearnslarına uygulanır.

5 mm'nin altındaki ürünlerin kalınlık toleransları ulusal ve uluslararası standartlara uygun olmalıdır (örneğin; ISO 7452 B Sınıfı). Ancak eksi tolerans 0,3 mm'yi aşmayacaktır.

Not :
Uzunluk, genişlik, düzgünlük ve üst kalınlık toleransları ulusal veya uluslararası standartlardan alınabilir.

6.1.2 Buradaki istekler, **TL**'nun kararına tabi olan kaldırma donanımlarının yapımında kullanılan ürünlere uygulanmaz.

6.1.3 Buradaki istekler, kazan, basınçlı kap ve bağımsız tank (örneğin, sıvılaştırılmış gaz veya kimyasal madde taşıma tankları) yapımında kullanılan ürünlere uygulanmaz.

6.1.4 6.4 ve 6.5'de belirtilen istekler uygulanmayacaksa 6.3'ün yerine ISO 7452-2013 Sınıf C veya ulusal veya uluslararası standartlarda eşdeğeri uygulanır.

Ek olarak eğer ISO 7452-2013 Sınıf C uygulanacaksa çelik fabrikasının, üretilen ana levhaların belirtilen nominal kalınlıkta veya üzerinde olduğunu belirlemek için uygun ölçüm sayısı ve ölçüm dağılımı olduğunu göstererek **TL**'na kanıtlaması gerekmektedir.

6.2 Sorumluluk

6.2.1 Ürünlerin gereken toleranslar içinde kalmasının doğrulanması ve sürekliliğinin sağlanması üreticinin sorumluluğu altındadır. Sörveyör, bazı ölçümlerin kendi gözetimi altında yapılmasını isteyebilir.

6.2.2 Teslim edilen ürünlerin üretimde kullanılmasından önce, uygun yüzey koşulları ile istifi ve korunması üreticinin sorumluluğu altındadır.

6.3 Kalınlık toleransları

6.3.1 Bir ürünün kalınlık toleransı aşağıdaki şekilde tanımlanır:

- Eksi tolerans, nominal kalınlığın altındaki, kabul edilebilir aralığın alt sınırıdır.

- Artı tolerans, nominal kalınlığın üzerindeki, kabul edilebilir aralığın üst sınırıdır.

Not :
Nominal kalınlık, teklif ve sipariş sırasında alıcı tarafından belirtilir.

6.3.2 Normal ve yüksek mukavemetli tekne yapım çeliklerinin ve kaynaklı konstrüksiyonlar için yüksek mukavemetli çeliklerin eksi kalınlık toleransları, nominal kalınlıktan bağımsız olarak 0,3 mm'dir.

6.3.3 Makina elemanları yapımı ile ilgili ürünler için eksi kalınlık toleransları Tablo 3.2'ye uygun olacaktır.

Tablo 3.2 Makina elemanları yapımı ile ilgili ürünler için nominal kalınlık eksi toleransları

Nominal kalınlık (t) [mm]	Nominal kalınlık eksi toleransı [mm]
3 ≤ t < 5	-0,3
5 ≤ t < 8	-0,4
8 ≤ t < 15	-0,5
15 ≤ t < 25	-0,6
25 ≤ t < 40	-0,7
40 ≤ t < 80	-0,9
80 ≤ t < 150	-1,1
150 ≤ t < 250	-1,2

6.3.4 Nominal kalınlık toleransları, taşlanarak onarılan alanlar için geçerli değildir. Tanınmış bir standart uyarınca daha kapsamlı şartlar **TL** veya müşteri tarafından dikkate alınmadıkça, onarılan alanlar için IACS UR W11 7.4.1 gerekliliklerı uygulanacaktır.

6.3.5 Nominal kalınlıkların artı toleransları, **TL** veya müşteri aksini istemedikçe tanınmış bir ulusal veya uluslararası standarda uygun olacaktır.

6.4 Ortalama kalınlık

6.4.1 Ürünlerin ortalama kalınlığı, 6.5'deki isteklere göre yapılan ölçümlerin aritmetik ortalaması olarak tanımlanır.

6.4.2 Normal ve yüksek mukavemetli tekne yapım çeliklerinin (IACS UR W11) veya kaynaklı konstrüksiyonlar için yüksek mukavemetli çeliklerin (IACS UR W16) ortalama kalınlığı, nominal kalınlıktan az olamaz.

6.5 Kalınlık ölçümleri

6.5.1 Kalınlık ölçümü, ürünlerin 6.6'da belirtilen bölgelerinde yapılacaktır.

6.5.2 Kalınlık ölçümleri, otomatik yöntemler veya elle ölçüm yöntemleri kullanılarak yapılabilir.

6.5.3 Ölçümlerin prosedürleri ve kayıtları sörveyörün incelemesine hazır bulundurulacak ve talep halinde kopyaları verilecektir.

6.6 Kalınlık ölçüm yerleri

6.6.1 Uygulamanın kapsamı

Bu madde, ürünün kalınlık toleransı ve ortalama kalınlığı ile ilgili kalınlık ölçüm yerlerine uygulanır.

6.6.2 Ölçüm yerleri

Kalınlık ölçümleri için, Şekil 3.1'de gösterilen hat 1, hat 2 ve hat 3 arasından en az 2 hat ve seçilen her bir hat üzerinde, Şekil 3.1a'da gösterilen en az üç nokta alınacaktır. Eğer her bir hat üzerinde 3'den fazla nokta alınırsa, bu noktaların sayısı her hat üzerinde eşit olacaktır.

Not :
Ürün sonradan üretici tarafından kesilecek bile olsa, bir kütük veya ingottan direk olarak haddelenen ürüne ölçüm yerleri işaretlenir. Sonradan kesilen ürüne göre orjinal ölçüm yerlerine örnekler Şekil 3.1b'de gösterilmiştir. Örneklerin tüm kesime senaryolarını göstermediği unutulmamalıdır.

Otomatik yöntemlerde, kenarlardaki ölçüm noktaları, ürünün enine veya boyuna kenarlarından en az 10 mm, en çok 300 mm mesafede yer alacaktır.

Elle ölçüm yöntemlerinde, kenarlardaki ölçüm noktaları, ürünün enine veya boyuna kenarlarından en az 10 mm, en çok 100 mm mesafede yer alacaktır.

6.6.3 Hataların giderilmesi için kazıntı ve taşlamadan dolayı oluşan yerel çukurluklar, müsaade edilen toleransları aşmaması koşulu ile göz önüne alınmaz.

6.6.4 Profiller ve çubuklar için standartlarda belirtilen boyutlar ve boyutsal toleranslar geçerlidir.

7. Yüzey Hatalarının Giderilmesi

7.1 Yüzey hatalarının taşlama ile giderilmesi

Onarılması gereken hatalar taşlama ile giderilebilir. Onarılan alanlar, levhanın bitişik yüzeyine düzgün bir geçiş sağlanacak şekilde yapılacaktır.

Sörveyör, hataların tamamen giderilmiş olduğunun doğrulanması için uygun bir tahribatsız test yönteminin uygulanmasını isteyebilir.

7.2 Yüzey hatalarının kaynak ile giderilmesi

7.1'de belirtilen şekilde giderilemeyen yüzey hataları, sörveyörün izni ve gözetiminde yapılması koşuluyla, yontma veya taşlamayı takiben kaynakla onarılabilir.

8. Test Malzemesi ve Testler

8.1 Genel

8.1.1 Tüm ürünler, demet veya birimler halinde, son teslim koşullarında testlere tabi tutulacaktır.

8.1.2 Örnek alma

Test parçalarının hazırlanması için gerekli olan örnekler, aşağıda belirtilen yerlerden kesilecektir:

8.1.2.1 İngot kalıplarda döküm durumunda, ingotun üst kısmına karşılık gelen levha veya profilin ucundan.

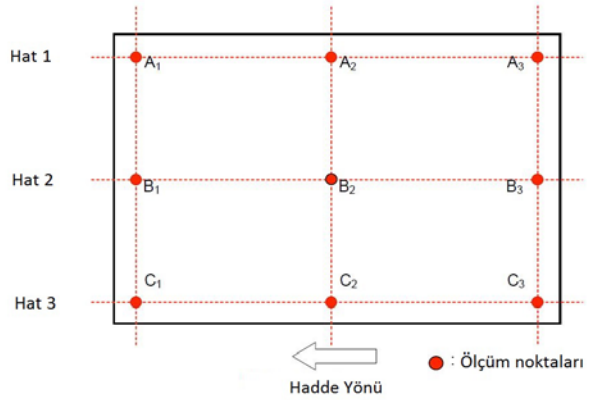
8.1.2.2 Sürekli dökümle üretilen kütük veya çubuklardan haddelenen ürünlerde, levha veya profilin herhangi bir ucundan.

8.1.2.3 Rulo halinde üretilen levhalar için, kangalın her iki ucundan.

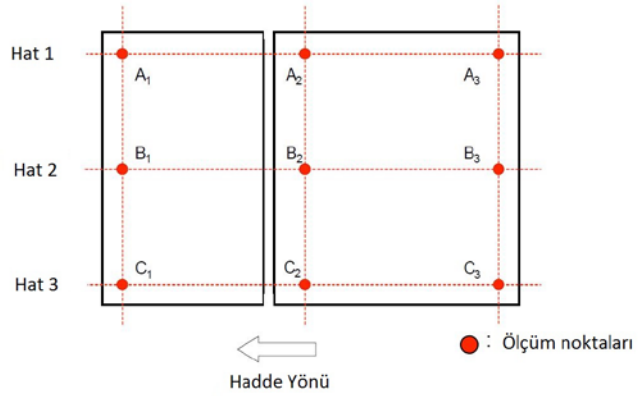
8.1.2.4 Aksine anlaşmaya varılmadıkça, test parçaları aşağıda belirtilen yerlerden alınacaktır:

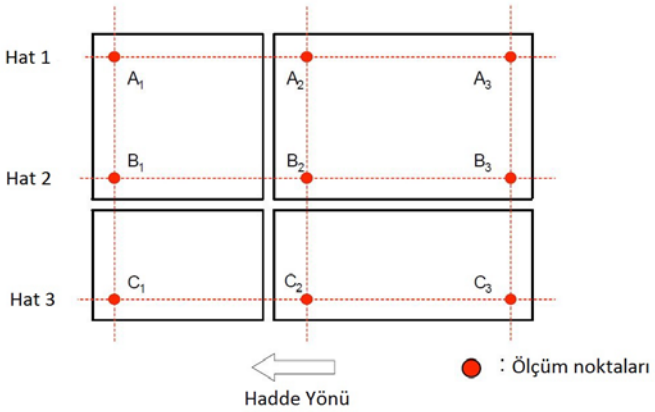
8.1.2.4.1 Genişliği ≥ 600 mm. olan levhalar ve lamalar

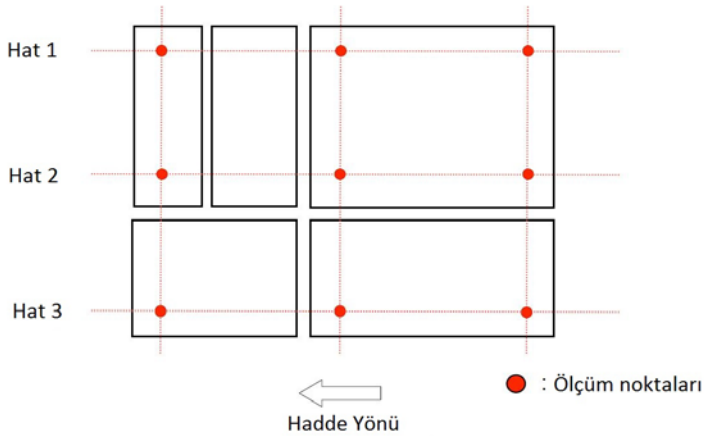
Test parçaları, ürünün bir ucundan, haddeleme doğrultusundaki eksen ile haddelenen ürünün kenarı arasındaki mesafenin yaklaşık olarak ortasından alınacaktır (Şekil 3.2'ye bakınız). Aksine anlaşmaya varılmadıkça, çekme test numuneleri, boyuna ekseni, son haddeleme doğrultusuna dik olarak hazırlanacaktır.



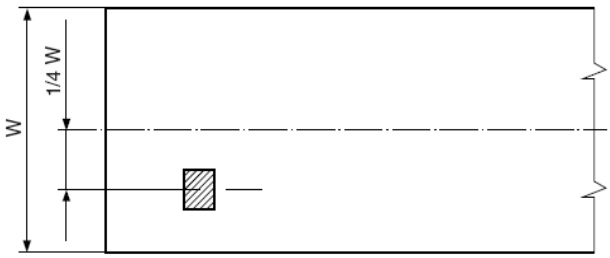
Şekil 3.1a Orjinal çelik levhalar için kalınlık ölçüm noktalarının yerleri







Şekil 3.1b Kesilmiş çelik ürünler için kalınlık ölçüm noktalarının yerleri

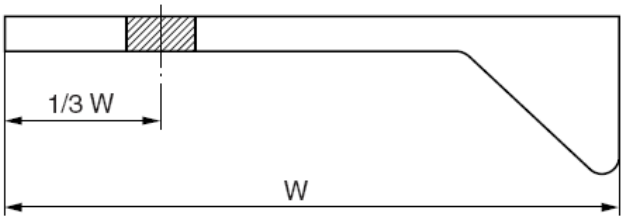


Şekil 3.2 Levhalar ve lamalar

8.1.2.4.2 Genişliği < 600 mm olan lamalar, balblı lamalar ve diğer profiller

Test parçaları, ürünün boyuna kenarından itibaren genişliğin 1/3'ü mesafesinden (Şekil 3.3, 3.4, 3.5 ve 3.6'ya bakınız) veya küçük profillerde bu konumun mümkün olduğunca yakınından alınacaktır.

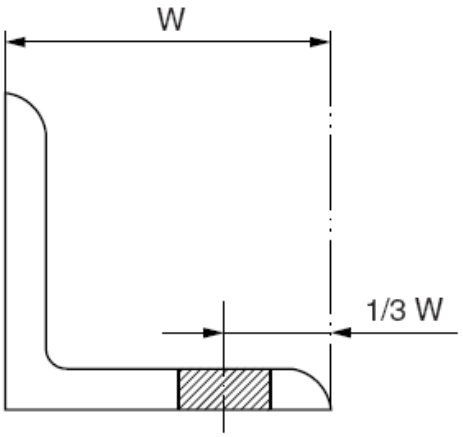
U profiller, I profiller veya balblı profillerde, test parçaları alternatif olarak, gövde merkez hattı veya ekseninden itibaren gövde yüksekliğinin yaklaşık olarak ¼'ü mesafesinden alınabilir (Bakınız Şekil 3.5). Çekme test numuneleri, boyuna ekseni, son haddeleme doğrultusuna dik veya paralel olarak hazırlanabilir.



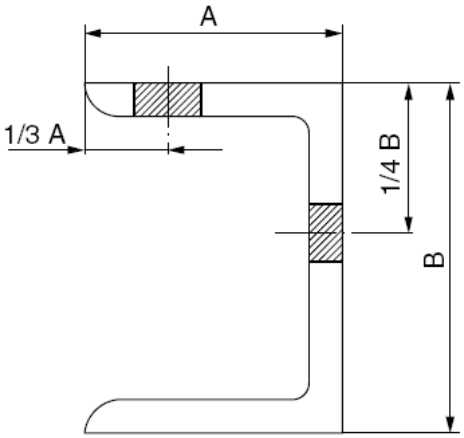
Şekil 3.3 Balblı lamalar

8.1.2.4.3 Çubuklar ve benzeri diğer ürünler

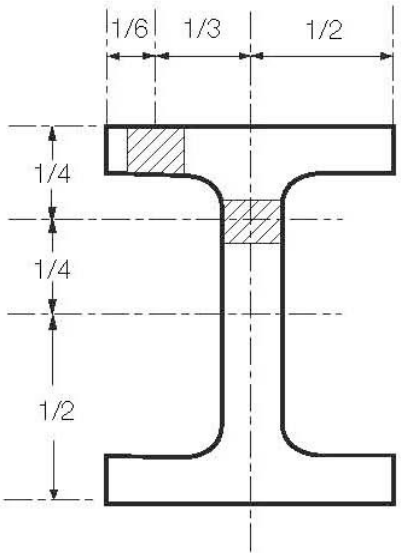
Test parçaları, boyuna eksenleri haddeleme doğrultusuna paralel ve aşağıda belirtilen konumun mümkün olduğunca yakınında yer alacak şekilde alınacaktır:



Şekil 3.4 Köşebentler



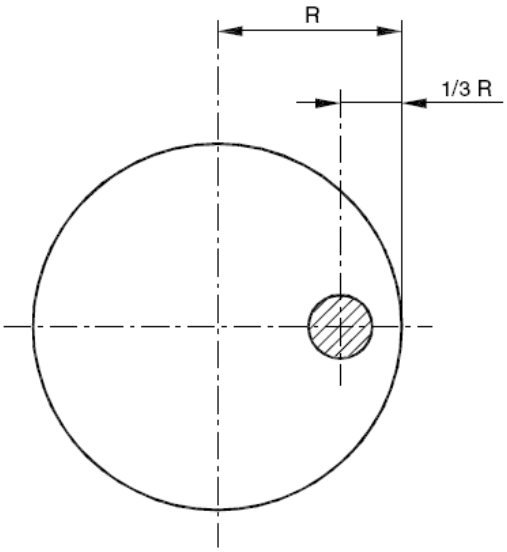
Şekil 3.5 Profiller



Şekil 3.6 H-Profili

- Dairesel olmayan kesitler için, köşeden itibaren köşegenin 1/6'sı mesafesinden,

- Dairesel kesitler için yüzeyden itibaren çapın 1/6'sı mesafesinden (Şekil 3.7'ya bakınız).



Şekil 3.7 Çubuklar

8.1.3 Test numunelerinin hazırlanması

Test numuneleri, test parçalarından, asal eksenleri haddeleme doğrultusuna paralel (boyuna test) veya dik (enine test) olacak şekilde kesilecektir. Test numunelerinin hazırlanması ve bunların test edilmesi ile ilgili prosedürler için Bölüm 2'ye bakınız.

8.1.4 Çekme testi

Çekme testinin sonuçları ürünle ilgili tablolarda belirtilen değerlere uygun olacaktır.

Eğer çekme testi sırasında belirgin bir R_{eH} akma gerilmesi mevcut değilse, alternatif olarak $R_{p0.2}$ % 0,2 uzama gerilmesi alınabilir.

8.1.5 Çentik darbe testi

Ortalama değer, ürünle ilgili tablolarda belirtilen minimum ortalama değere uygun olacaktır. Minimum ortalama değerin % 70'inden az olmamak koşuluyla, sadece bir değer gerekli ortalamanın altında olabilir.

8.1.6 Testin yenilenmesi prosedürü

Ayrıntılar için Bölüm 1'e bakınız.

Çekme testinin yenilenmesi prosedürü için Bölüm 2, B.3'e, Charpy V-çentik darbe testinin yenilenmesi prosedürü için Bölüm 2,D.1.5'e bakınız.

9. Ürünlerin Markalanması

9.1 9.2'de belirtilen küçük boyutlu ürünler dışındaki tüm ürünler, aşağıdaki hususları kapsamak üzere en az bir yerden, iyi görünecek şekilde üretici tarafından markalanır:

- Çelik kalitesi;

- Üretici markası;

- Eriyik numarası, üretim seri numarası;

- Test numunesi numarası (gerektiğinde).

Sac levha ve profiller zımba ile markalanacaktır. Hassas yüzeyli veya et kalınlığı ≤10 mm. olan ürünler; boya, hafif basınç veya lastik mühür gibi değişik yollarla markalanabilir. Sörveyörle anlaşma sağlandığı takdirde, anlamı sertifikada belirtilen kod numarası da markalanabilir.

9.2 Metre ağırlığı 25 kg. veya daha az olan ve demetlenmiş halde bulunan profiller ve çubukların, 9.1'de belirtilen markaları etiket üzerine yapılabilir.

9.3 Tekil olarak test edilmiş hadde ürünlerinin (levhaların), daha küçük boydaki parçalara ayrılması halinde, her parça üzerine, o parçanın orjinal hadde ürünü (levha) ile bağlantısını belirten markalama yapılır.

10. Sertifikalandırma

10.1 Sörveyöre kendi tarafından test edilen tüm malzemenin test sertifikaları veya sevk listesi en az üç kopya olarak verilecektir. Gerektiğinde belgeler her çelik kalitesi veya cinsi için ayrı ayrı hazırlanacaktır. Belgeler en az aşağıdaki ayrıntıları içerecektir:

- Müşteri ve sipariş numarası;

- Biliniyorsa gemi inşa ve proje numarası;

- Madde numarası ve miktarlar;

- Ürünlerin boyutları ve gösterimi;
- Çelik kalitesi, cinsi ve markasının tanımı;
- Çelik üretim prosesi;
- Eriyik numarası;
- Kimyasal bileşimi;
- Haddelenmiş durumda değilse teslim durumu;
- Ürünü tanıtım markası;
- Varsa test numunesi numarası.

Kullanılan test yöntemlerinin ayrıntılarını da içermek üzere ultrasonik muayeneler, kristallerarası korozyona direnç testleri gibi üretici tarafından yapılan özel testlerin sonuçları da sertifikada belirtilecektir.

10.2 Üretici, test sertifikalarını veya sevk listelerini karşılıklı imzalamadan önce malzemenin kabul edilmiş bir yöntemle üretildiğini ve **TL**'nun Malzeme Kuralları'na göre test edildiğini ve bu kurallardaki istekleri yerine getirdiğini doğrulayan yazılı bir belge vermelidir. Türk Loydu (**TL**)'nun adı test sertifikalarında bulunmalıdır. Her test sertifikasına veya sevk listesine üreticinin adı ile birlikte basılması veya mühürlenmesi ve bunun üretici adına belirlenen işyeri personeli tarafından onaylanması halinde, aşağıdaki açıklama formu yeterlidir:

"Bu belge ile malzemenin kabul edilmiş bir yöntemle üretildiğini ve Türk Loydu'nun Malzeme Kurallarına göre test edildiğini ve bu kurallardaki istekleri yerine getirdiğini doğrularız."

10.3 Eğer çelik aynı üretici tarafından üretilmemiş ve haddelenmemiş ise sörveyöre, çelik üreticisinin asgari olarak eriyik numarasını ve kimyasal bileşimini belirten bir sertifika verilmelidir.

B. Normal ve Yüksek Mukavemetli Tekne Yapım Çelikleri

1. Kapsam

1.1 Buradaki istekler, tekne yapımında kullanılan, kaynak edilebilir sıcak haddelenmiş normal ve yüksek mukavemetli çelik levha, geniş lama, profil ve çubuklara uygulanır.

1.2 Buradaki istekler, aşağıda kalınlıkları verilen çelik ürünlere uygulanır:

- Levhalar ve geniş lamalar için:
  100 mm. kalınlığa kadar bütün kaliteler
- Profiller ve çubuklar için:
  50 mm. kalınlığa kadar bütün kaliteler.

Daha kalın ürünler için, teknik şartların değerlendirilmesi sonucu, bazı özel durumlarda, isteklerden sapmalara izin verilebilir veya sadece gerekler göz önüne alınarak ek isteklerde bulunulabilir.

1.3 Normal mukavemetli çelikler, çentik darbe test isteklerine göre dört kaliteye ayrılırlar. Yüksek mukavemetli çelikler ise, darbe test sıcaklığına göre her biri üç kaliteden (315, 355 ve 390 N/mm^2) oluşan akma sınırı ile belirlenen dört mukavemet grubuna ayrılırlar.

1.4 Kimyasal bileşimi, oksijen giderme yöntemi, teslim şartları ve mekanik özellikleri farklılık gösteren çelikler, **TL**'nun özel onayı ile kabul edilebilir. Bu tip çeliklere özel bir işaret verilir.

1.5 Bu gereklilikler; SOLAS Konvansiyonu, Kısım II-1, Bölüm A-1, Kural 3-11; MSC.289 (87) (Corrosion protection of cargo oil tanks of crude oil tankers)'de belirtildiği şekilde, kargo yakıt tanklarında korozyon direnci için alternatif olarak kullanılan normal ve yüksek mukavemetli korozyona dayanıklı çelikler için de uygulanır. Bu alt bölümde belirtildiği şekilde korozyona dayanıklı çelikler; tekne gövdesindeki kargo yakıt tanklarının dip ve üs kısmında, diğer ilgili tekne inşa çeliği, yapısal mukavemet ve konstrüksiyon gerekliliklerine ek olarak, MSC.289 (87)'de belirtilen gereklilikleri karşılaması bakımından korozyon direnci test edilen ve onaylanan çeliklerdir. Bu çeliklerin; SOLAS Konvansiyonu, Kısım II-1, Bölüm A-1, Kural 3-11; MSC.289 (87)'de belirtilen alanlar dışında teknenin diğer bölgelerinde korozyon dayanımı amacıyla

kullanılması amaçlanmamıştır. Bu gereklilikler, levha, geniş alın ve profillerde kullanılan, maksimum 50 mm kalınlığa kadar tüm çelik kalitelerine uygulanır.

2. Onay

A.3'e bakınız.

3. Üretim Yöntemi

A.2'ye bakınız.

4. Kimyasal Bileşim

4.1 Her dökümün her eriyiğinden alınan örneklerin kimyasal bileşimi, üretici tarafından yeterli cihazlar ve tecrübeli personelle donatılmış laboratuarlarda belirlenecektir. Kimyasal bileşim Tablo 3.3 ve 3.4'de belirtilen isteklere uygun olmalıdır.

Kalınlığı 50 mm. den daha fazla olan levhalar ve geniş lamalar için istenilen kimyasal bileşimden çok küçük sapmalara **TL**, anlaşma yolu ile izin verilebilir.

4.2 Üreticilerin bildirdiği analizler, sörveyörün isteği üzerine rastgele yapılan kontrollere dayanarak kabul edilebilir.

4.3 TM haddelenmiş çelikler için aşağıdaki özel kurallar geçerlidir:

4.3.1 Karbon eşdeğeri aşağıda verilen formül kullanılarak hesaplanacak ve Tablo 3.4'deki isteklere uygun olacaktır:

4.3.2 **TL** uygun görürse, kaynak edilebilirliğe karar verebilmek için karbon eşdeğeri yerine aşağıdaki formül kullanılabilir.

Bu durumda, P_{cm} değeri için **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

$$P_{cm} = C + \frac{S_i}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} +$$

$$\frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B \; [\%]$$

5. Teslim Koşulları

Tüm malzemeler, Tablo 3.6 ve 3.7'deki isteklere uygun olan koşullarda teslim edilecektir.

6. Mekanik Özellikler

6.1 Çekme testinde, ya üst akma sınırı R_{eH} veya %0,2 uzama sınırı $R_{p0,2}$ saptanır ve bu değerlerden akma sınırı (R_e) için belirtilen minimum değere eşit veya ondan fazla ise malzemenin istekleri sağladığı kabul edilir.

6.2 Çekme testlerinden elde edilen değerler Tablo 3.8 ve 3.9'daki belirtilen istekleri karşılamalıdır.

6.3 Boyuna ve enine doğrultuda alınmış Charpy-V çentik darbe test numuneleri için minimum ortalama enerji değeri belirtilir (IACS UR W11 12.2'ye de bakınız). Genelde, boyuna test numunesi hazırlanır ve test edilir. Alıcı veya **TL**'nun isteği halinde, özel uygulama hali için, enine test numuneleri alınır. Enine test numunelerina ait istekler, her durumda üretici tarafından garanti edilmelidir.

Tablolardaki değerler 10x10 mm. lik standart test numunesi içindir. 10 mm. den az levha kalınlıkları için, **TL** ile anlaşmaya varılarak, çentik darbe testinden vazgeçilebilir veya aşağıda belirtilen azaltılmış istekler ve küçük ölçülü test numuneleri kullanılabilir:

10x7,5 mm.lik test numunesi: Tablo'da belirtilen enerjinin 5/6'sı

10x5 mm.lik test numunesi: Tablo'da belirtilen enerjinin 2/3'ü

6.4 Üç darbe test numunesinin meydana getirdiği bir setten elde edilen ortalama değer Tablo 3.8 ve 3.9'da belirtilen değerlere uymalıdır. Bu değerlerden sadece biri, %70'inden daha az olmamak koşulu ile, ortalama değerin altında olabilir.

6.5 Genel olarak ürün kalınlığı 6 mm. den küçük ise, çentik darbe testleri istenmez.

Tablo 3.3 Normal mukavemetli çelikler için kimyasal bileşim ve oksijen giderme yöntemi

Kalite	TL-A	TL-B	TL-D	TL-E
Oksijen giderme yöntemi	t≤50 mm. için sakinleştirilmemiş çelik hariç **(1)** diğer yöntemler	t≤50 mm. için sakinleştirilmemiş çelik hariç diğer yöntemler	t≤25 mm. için sakinleştirilmiş	Sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş
	t>50 mm. için sakinleştirilmiş	t>50 mm. için sakinleştirilmiş	t>25 mm. için tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	
Kimyasal bileşim (%) (pota analizi)**(4),(7),(8)**	(Karbon + 1/6 manganez) % 0,40'ı aşmamalıdır			
$C_{max.}$	0.21 **(2)**	0.21	0.21	0.18
Mn_{min}	2.5xC	0.80 **(3)**	0.60	0.70
$Si_{max.}$	0.50	0.35	0.35	0.35
$P_{max.}$	0.035	0.035	0.035	0.035
$S_{max.}$	0.035	0.035	0.035	0.035
Al (asitte çözülebilir)$_{min}$	-	-	0.015 **(5) (6)**	0.015 **(6)**

t = Malzeme kalınlığı

(1) *12,5 mm. kalınlığa kadar olan **TL**-A kalite profiller için, **TL**'nun özel onayı ile sakinleştirilmemiş çelikler kabul edilebilir.*

(2) *Profiller için en çok %0,23*

(3) ***TL**-B kalite çeliklerde çentik darbe testi yapıldığında manganez oranı %0,60'a indirilebilir.*

(4) *Herhangi bir kalitedeki çelik, termo-mekanik kontrollü işlem uygulanmış olarak teslim edildiğinde, belirtilen kimyasal bileşimden sapmalara **TL** tarafından izin verilebilir veya istenilebilir.*

(5) *25 mm. kalınlığın üstündeki **TL**-D kalite çelik için*

(6) ***TL**-E kalite ve kalınlığı 25 mm. üzerinde **TL**-D kalite için asitle çözeltilebilir kısmı yerine toplam alüminyumun miktarı belirlenebilir. Bu durumda toplam alüminyumun miktarı %0,020'den az olmamalıdır.**TL** alüminyum için bir üst sınır isteyebilir.**TL**'nun özel onayıyla, tane inceltici diğer elementlere izin verilebilir.*

(7) *Eriyikte, aşağıdaki elementler maksimum değerleri geçmemelidir:*

- *Cu : 0.30%*
- *Cr : 0.20%*
- *Ni : 0.40%*
- *Mo : 0.08%*

(8) *Üretim yöntemi diğer başka elementlerin katılmasını gerektiriyorsa, bunların miktarları belirtilecektir.*

Tablo 3.4 Yüksek mukavemetli çeliklerin kimyasal bileşimi ve oksijen giderme yöntemi

Kalite (1)	**TL-A 32, TL-D 32, TL-E 32 TL-A 36, TL-D 36, TL-E 36 TL-A 40, TL-D 40, TL-E 40**	**TL-F 32 TL-F 36 TL-F 40**
Oksijen giderme yöntemi	**Sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş**	
Kimyasal bileşim (%) **(5),(7)** (Pota analizi)		
$C_{max.}$	0.18	0.16
Mn	0.90 – 1.60 **(2)**	0.90 – 1.60
$Si_{max.}$	0.50	0.50
$P_{max.}$	0.035	0.025
$S_{max.}$	0.035	0.025
Al (Asitte çözülebilir)$_{min}$	0.015 **(3) (4)**	0.015 **(3) (4)**
Nb	0.02-0.05 **(4)** } Toplam 0.12 maks.	0.02-0.05 **(4)** } Toplam 0.12 maks.
V	05-0. 10 **(4)**	0.05-0.10 **(4)**
$Ti_{max.}$	0.02	0.02
$Cu_{max.}$	0.35	0.35
$Cr_{max.}$	0.20	0.20
$Ni_{max.}$	0.40	0.80
$Mo_{max.}$	0.08	0.08
$N_{max.}$	—	0.009 (0.012; Al varsa)
Karbon eşdeğeri **(6)**		

(1) *Kalite işaretinde "H" harfi kullanılabilir, örneğin; TL-AH 36.*

(2) *12,5 mm.. kalınlığa kadar minimum manganez miktarı %70'e indirilebilir.*

(3) *Asitle çözeltilebilir kısmı yerine toplam alüminyum miktarı belirlenebilir. Bu durumda alüminyum toplam miktarı %0,020'den az olmamalıdır.*

(4) *Çelik; alüminyum, Niyobyum, Vanadyum veya diğer tane inceltici elementleri, tekil veya bileşim olarak içermelidir. Tekil olarak kullanımda istenilen minimum değerler geçerlidir. Elementlerin bileşimi halinde minimum tekil değerler uygulanmaz.*

(5) *Yüksek mukavemetli bir çelik, termo-mekanik kontrollü işlem uygulanmış olarak teslim edildiğinde, belirtilen kimyasal bileşiminden sapmalara **TL** tarafından izin verilebilir veya istenebilir.*

(6) *Gerektiği takdirde, karbon eşdeğeri, eriyik analizi kullanılarak aşağıdaki formülle hesaplanır ve Tablo 3.5 isteklerine uygun olmalıdır:*

$$C_{Eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} [\%]$$

Bu formül, karbon-manganez tipine göre değerlendirilebilen çeliklere uygulanır ve çeliğin kaynak edilebilirliği hakkında genel bir değer verir.

(7) *Üretim yöntemi diğer başka elementlerin katılmasını gerektiriyorsa, bunların miktarları belirtilecektir.*

Tablo 3.5 Ürün kalınlığı 100 mm.ye kadar TM haddelenmiş yüksek mukavemetli gemi yapım çeliklerinin karbon eşdeğeri

Kalite	Karbon eşdeğeri (%) maks. (1)	
	Ürün kalınlığı (t) [mm]	
	t ≤ 50	50 < t ≤100
TL-A 32, TL-D 32, TL-E 32, TL-F 32	0.36	0.38
TL-A 36, TL-D 36, TL-E 36, TL-F 36	0.38	0.40
TL-A 40, TL-D 40, TL-E 40, TL-F 40	0.40	0.42

(1) *Özel hallerde daha küçük karbon eşdeğeri üzerinde anlaşmaya varılması, üretici ile tersaneye bırakılmıştır.*

Tablo 3.6 Normal mukavemetli çeliklerin teslim koşulları

Kalite	Kalınlık [mm]		Teslim koşulları
TL-A	≤50		Her durumda
	>50	≤100	Normalize edilmiş, kontrollü haddelenmiş veya TM-haddelenmiş **(1)**
TL-B	≤50		Her durumda
	>50	≤100	Normalize edilmiş, kontrollü haddelenmiş veya TM-haddelenmiş **(1)**
TL-D	≤35		Her durumda
	>35	≤100	Normalize edilmiş, kontrollü haddelenmiş veya TM-haddelenmiş **(2)**
TL-E	≤100		Normalize edilmiş veya TM-haddelenmiş **(2)**

(1) *Bu teslim koşulları ve çentik darbe testi istekleri Tablo 3.10'da özetlenmiştir.*

(2) *TL-A ve TL-B kalitesindeki levhalar **TL**'nun özel onayı ile hadde durumunda teslim edilebilir.*

(3) *TL-D kalite profiller, çentik darbe testinden olumlu sonuçlar sağlanabildiği takdirde **TL**'nun özel onayı ile haddelenmiş halde teslim edilebilir. Benzer olarak TL-E kalitesindeki profiller haddelenmiş halde veya kontrollü haddelenmiş olarak teslim edilebilir. Bunun için çentik darde testinin kapsamı B.14.2.2 ve B.14.3.3'e göre belirlenir.*

Tablo 3.7 Yüksek mukavemetli çeliklerin teslim koşulları

Kalite	Kullanılan tane inceltici elementler	Kalınlık t [mm]	Teslim koşulları
TL-A 32 TL-A 36	Nb ve/veya V	≤ 12,5	Her durumda
		12,5 < t ≤100	Normalize edilmiş, kontrollü haddelenmiş veya TM-haddelenmiş **(3)**
	Yalnız Al veya Ti ve Al	≤ 20	Her durumda
		20 < t ≤35	Her durumda, ama TL'nun özel onayı ile haddelenmiş halde **(2)**
		35 < t ≤100	Normalize edilmiş, kontrollü haddelenmiş veya TM-haddelenmiş **(3)**
TL-A 40	Herhangi biri	≤ 12,5	Her durumda
		12,5 < t ≤50	Normalize edilmiş, kontrollü haddelenmiş veya TM-haddelenmiş
		50 < t ≤100	Normalize edilmiş, TM haddelenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş
TL-D 32 TL-D 36	Nb ve/veya V	≤ 12,5	Her durumda
		12,5 < t ≤100	Normalize edilmiş, kontrollü haddelenmiş veya TM-haddelenmiş **(3)**
	Yalnız Al veya Ti ve Al	≤ 20	Her durumda
		20 < t ≤25	Her durumda, ama TL'nun özel onayı ile haddelenmiş halde **(2)**
		25 < t ≤100	Normalize edilmiş, kontrollü haddelenmiş veya TM-haddelenmiş **(3)**
TL-D 40	Herhangi biri	≤ 50	Normalize edilmiş, kontrollü haddelenmiş veya TM-haddelenmiş
		50 < t ≤100	Normalize edilmiş, TM haddelenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş
TL-E 32 TL-E 36	Herhangi biri	≤ 50	Normalize edilmiş veya TM haddelenmiş **(3)**
		50 < t ≤100	Normalize edilmiş, TM haddelenmiş
TL-E 40	Herhangi biri	≤ 50	Normalize edilmiş, TM haddelenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş
		≤ 100	Normalize edilmiş, TM haddelenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş
TL-F 32 TL-F 36 TL-F 40	Herhangi biri	≤ 50	Normalize edilmiş, TM haddelenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş **(4)**
		50 < t ≤ 100	Normalize edilmiş, TM haddelenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş

(1) *Bu teslim koşulları ve çentik darbe testi istekleri Tablo 3.11'de özetlenmiştir.*

(2) *Çentik darbe testinin kapsamı B.14.2.2'de belirtilmiştir.*

(3) *TL-A 32, TL-A 36, TL-D 32 ve TL-D 36 kalitesindeki profiller çentik darbe testinden olumlu sonuçlar sağlanabildiği takdirde **TL**'nun özel onayı ile haddelenmiş halde teslim edilebilir. Benzer olarak TL-E 32 ve TL-E 36 kalitesindeki profiller haddelenmiş halde veya kontrollü haddelenmiş olarak teslim edilebilir. Bunun için çentik darbe testinin kapsamı B.14.2.2 ve B.14.3.3'e göre belirlenir.*

(4) *Kalınlığı ≤ 50 mm. olan TL-F 32 ve TL-F 36 kalitedeki profiller **TL**'nun özel onayı ile haddelenmiş halde veya kontrollü haddelenmiş olarak teslim edilebilir. Bunun için çentik darbe testinin kapsamı B.14.3.3'e göre belirlenir.*

Tablo 3.8 Normal mukavemetli çeliklerin mekanik özellikleri

Kalite	Akma sınırı R_{eH} [N/mm²] min.	Çekme mukavemeti R_m [N/mm²]	Kopma uzaması $L_0 = 5{,}65 \cdot \sqrt{S_0}$'da A [%] min.	Çentik darbe testi						
				Test sıcaklığı [C°]	Ortalama darbe enerjisi (KV) [J] min.					
					t ≤ 50 mm.		50 < t ≤ 70 mm.		70 < t ≤ 150 mm.	
					Boyuna (3)	Enine (3)	Boyuna (3)	Enine (3)	Boyuna (3)	Enine (3)
TL-A	235	400-520 (1)	22 (2)	+20	-	-	34 (5)	24 (5)	41 (5)	27 (5)
TL-B				0	27 (4)	20 (4)	34	24	41	27
TL-D				-20	27	20	34	24	41	27
TL-E				-40	27	20	34	24	41	27

t = ürün kalınlığı [mm]

(1) *TL-A kalitedeki profillerin tüm kalınlıkları için, çekme mukavemetinin üst sınırı, **TL**'nun onayı ile aşılabilir.*

(2) *Genişiliği 25 mm, ölçü uzunluğu 200 mm ve kalınlığı ürün kalınlığında olan düz çekme test numunelerinin kopma uzaması, aşağıdaki minimum değerlere uygun olacaktır:*

Kalınlık t [mm]	≤ 5	> 5 ≤ 10	> 10 ≤ 15	> 15 ≤ 20	> 20 ≤ 25	> 25 ≤ 30	> 30 ≤ 40	> 40 ≤ 50
Kopma uzaması [%]	14	16	17	18	19	20	21	22

(3) *B,6.3'e bakınız.*

(4) *Kalınlığı 25 mm veya daha az olan, TL-B kalite çelikler için çentik darbe testleri, genelde, gerekli değildir.*

(5) *Kalınlığı 50 mm'nin üzerinde olan TL-A kalitesindeki ürünlerde, malzemenin taneleri inceltilmiş ve normalize edilmiş ise, çentik darbe testi gerekli değildir. **TL**'nun kararına bağlı olarak, TM haddelenmiş çeliklerde çentik darbe testi yapılmayabilir.*

Tablo 3.9 Yüksek mukavemetli çeliklerin mekanik özellikleri

Kalite	Akma sınırı R_{eH} [N/mm²] min.	Çekme mukavemeti R_m [N/mm²]	Kopma uzaması $L_0 = 5{,}65 \cdot \sqrt{S_0}$'da A_5 [%] min.	Çentik darbe testi						
				Test sıcaklığı [C°]	Ortalama darbe enerjisi (KV) [J] min.					
					t ≤ 50 mm.		50 < t ≤ 70 mm.		70 < t ≤ 100 mm.	
					Boyuna (2)	Enine (2)	Boyuna (2)	Enine (2)	Boyuna (2)	Enine (2)
TL-A 32	315	440-570	22 (1)	0	31(3)	22(3)	38	26	46	31
TL-D 32				-20	31	22	38	26	46	31
TL-E 32				-40	31	22	38	26	46	31
TL-F 32				-60	31	22	38	26	46	31
TL-A 36	355	490-630	21 (1)	0	34(3)	24(3)	41	27	50	34
TL-D 36				-20	34	24	41	27	50	34
TL-E 36				-40	34	24	41	27	50	34
TL-F 36				-60	34	24	41	27	50	34
TL-A 40	390	510-660	20 (1)	0	41	27	46	31	55	37
TL-D 40				-20	41	27	46	31	55	37
TL-E 40				-40	41	27	46	31	55	37
TL-F 40				-60	41	27	46	31	55	37

t = Ürün kalınlığı

(1) *Genişiliği 25 mm, ölçü uzunluğu 200 mm ve kalınlığı ürün kalınlığında olan düz çekme test numunelerinin kopma uzaması, aşağıdaki minimum değerlere uygun olacaktır:*

Kalınlık t [mm]		≤ 5	> 5 ≤ 10	> 10 ≤ 15	> 15 ≤ 20	> 20 ≤ 25	> 25 ≤ 30	> 30 ≤ 40	> 40 ≤ 50
Kopma uzaması [%]	TL-A 32,-D 32,-E 32,-F 32	14	16	17	18	19	20	21	22
	TL-A 36,-D 36,-E 36,-F 36	13	15	16	17	18	19	20	21
	TL-A 40,-D 40,-E 40,-F 40	12	14	15	16	17	18	19	20

(2) *B,6.3'e bakınız.*

(3) *TL-A 32 and TL-A 36 çelik kaliteleri için, rastgele yapılan kontrol testlerinden olumlu sonuç alınması koşuluyla, kabul amaçlı darbe testleri sayısında azaltım yapılmasına, **TL** ile özel olarak anlaşmaya varılarak izin verilebilir.*

7. Yüzey Kalitesi

7.1 Çelikte, malzemenin amaçlanan uygulamada kullanımı için problem oluşturacak yüzey hatalarından arındırılmış olmalıdır.

Bu Bölümde aksi belirtilmedikçe, ürünün yüzey kalitesi EN 10163, Kısım 1,2 ve 3 gibi tanınmış bir standarda veya **TL** tarafından eşdeğeliliği kabul edilen bir standarda uygun olacaktır.

7.2 Yüzey kalitesi ile ilgili isteklere uygunluğun sağlanması sorumluluğu, gerekli üretim önlemlerini alması ve teslimden önce ürünü kontrol etmesi gereken üreticiye aittir. Ancak, bu aşamada, haddeleme ve ısıl işlem izleri, yüzey düzgünsüzlükleri ve kusurlarını gizleyebilir. Eğer, daha sonraki tufal giderme işleminde malzeme kusurlu bulunursa, **TL** malzemenin onarılmasını isteyebilir veya malzemeyi reddedebilir.

7.2.1 Yüzey kalitesi muayene yöntemi, müşteri ile üretici arasında anlaşmaya varılan ve **TL** tarafından kabul edilen, tanınmış ulusal veya uluslar arası datndartlara uygun olacaktır.

7.2.2 Üretici ve müşterinin anlaşması halinde, buradaki isteklerin üzerindeki yüzey kalitesinde sipariş verilebilir.

7.3 Kabul kriterleri

7.3.1 Düzgünsüzlükler

Örneğin, pitingler, hadde tufali, oyuklar, hadde izleri, çizikler ve yivler gibi üretim yönteminin doğal sonucu olduğu kabul edilen zararlı nitelikteki düzgünsüzlüklere; EN 10163-2 Class A'daki izin verilen maksimum sınırların veya **TL** tarafından kabul edilen eşdeğer standartlarda belirtilen sınırların aşılmaması ve kalan kısımlardaki levha veya geniş lama kalınlığının IACS UR W13'de belirtilen izin verilen ortalama eksi kalınlık toleransı içinde kalması koşuluyla, adetlerine bakılmaksızın izin verilir.

Belirtilen sınırlar içinde kalan kusurlardan etkilenen alan, ilgili yüzeyin % 15'ini geçmeyecektir.

7.3.2 Kusurlar

EN 10163-2 Class A'daki sınırları veya **TL** tarafından kabul edilen tanınmış eşdeğer bir standarttaki izin verilen maksimum sınırları geçen derinliğe sahip düzgünsüzlüklerden etkilenen alanlar, adedtlerine bakılmaksızın onarılacaktır.

Levhanın yüzeyinde ve/veya kenarında gözle görünür çatlaklar, zararlı yüzey kusurları, kabuklar (metal olmayan malzeme katmanları), kum izleri, tabakalaşmalar ve keskin kenarlı kıvrılmalar kusur olarak nitelendirilir.

Bu kusurlar, ürünün kullanılmasını olumsuz etkileyebilir ve adetlerine bakılmasızsın reddeilmesi veya onarılması gerekir.

7.4 Onarım

7.4.1 Taşlama ile onarım

Hatalar**,** aşağıdaki koşullarla taşlama ile giderilebilir:

(a) Nominal ürün kalınlığı, hangisi küçükse, % 7 veya 3 mm'den fazla azalmamalıdır,

(b) Her bir taşlama alanı 0,25 m^2 'yi geçmemelidir ve

(c) Toplam taşlama alanı, ilgili toplam yüzeyin % 2'sini aşmamalıdır.

(d) Birbirlerinden olan mesafesi ortalama genişliklerinden daha yakın olan taşlama alanları tek bir alan olarak kabul edilecektir.

(e) Her iki yüzeyde birbirinin ters tarafında yer alan taşlama alanları, ürün kalınlığını 7.4.1.(a)'da belirtilen sınır değerlerden daha fazla azaltmamalıdır.

Kusurlar veya kabul edilmeyen düzgünsüzlükler, taşlama ile tamamen giderilecek ve kalan kısımlardaki levha veya geniş lama kalınlığı IACS UR W13'de belirtilen izin verilen ortalama eksi kalınlık toleransı sınırları içinde kalacaktır..

Taşlama alanı ile ürün yüzeyi arasında yumuşak bir geçiş sağlanacaktır. Kusurların tamamen giderilmiş olduğu, manyetik parçacık veya girici sıvı testleriyle doğrulanacaktır.

7.4.2 Kaynakla onarım

Kaynakla onarım prosedürleri ve yöntemi **TL**'na

bildirilecek ve **TL** tarafından onaylanacaktır. Kabul edilemeyen düzgünsüzlükler, çatlaklar, kabuklar veya kıvrılmalar gibi kusurların onarımı manyetik parçacık veya girici sıvı testlerine tabi tutulacaktır.

7.4.1'de belirtilen şekilde taşlama ile giderilemeyen lokal kusurlar, **TL**'nun izniyle, aşağıdaki koşullarla, kaynakla doldurma suretiyle onarılabilir:

(a) Her bir tekil kaynakla doldurma alanı 0,125 m^2 'yi ve tüm alanların toplamı, ilgili yüzeyin % 2'sini aşmayacaktır.

(b) Kaynakla doldurulan iki alan arasındaki mesafe, bu alanların ortalama genişliklerinden daha az olmayacaktır.

(c) Kaynak ağız hazırlığı, ürün kalınlığını, nominal kalınlığın % 80'inden daha fazla azaltmamalıdır. Derinliği % 80 sınırını aşan nadir kusurlar, sörveyörin izni ile özel olarak değerlendirilebilir.

(d) Kaynakla onarım derinliği 3 mm'yi aşıyorsa, **TL** tarafından ultrasonik muayene (UT) talep edilebilir. Gerekirse, UT, onaylı prosedüre göre yapılacaktır.

(e) Tüm onarımlar, ilgili çelik kalitesine uygun, onaylı yöntemler kullanılarak ve eğitilmiş kaynakçılar tarafından yapılacaktır. Elektrodlar düşük hidrojenli tipte olmalı, üreticinin isteklerine göre kurutulmalı ve kaynak öncesi ve sırasında yeniden nemlenmeye karşı korunmalıdır.

7.5 Buradaki yüzey kalitesi ve koşulları istekleri, üreticinin uygunluk standardına tabi olan çubuk veya boru şeklinde olan ürünlere uygulanmaz.

8. İç sağlamlık

8.1 Eğer levhalar ve geniş lamalar, ultrasonik muayeneli olarak sipariş edilmişse, bu muayene **TL**'nun onaylayacağı, kabul edilen bir standarda uygun olacaktır.

8.2 İç sağlamlığın doğrulanması üreticinin sorumluluğundadır. İç sağlamlığın **TL** sörveyörü tarafından kabulü, üreticinin bu sorululuğunu ortadan kaldırmaz.

9. Toleranslar

Aksine anlaşmaya varılmadıkça veya özel olarak aksine bir gereksinim olmadıkça, A,6'da belirtilen kalınlık toleransları uygulanır (IACS UR W13 "Çelik Levhalar Ve Geniş Lamalar için Kalınlık Toleransları"na bakınız).

10. Malzemelerin Belirlenmesi

10.1 Çelik üreticisi, ingotların, kütüklerin ve tamamlanmış ürünlerin orijinal döküme kadar geriye doğru izlenmesini sağlayan bir sistem uygulayacaktır.

10.2 Sörveyöre gerektiğinde geriye doğru izleme yapabilmesi için tüm olanaklar sağlanacaktır.

11. Testler ve Muayeneler

11.1 Muayene olanakları

Üretici, onaylı prosedürlere uyulduğunun kanıtlanması, test malzemelerinin seçimi, kuralların gerektirdiği testlere katılım ve test donanımının hassasiyetinin doğrulanması için, gerekli tüm olanakları ve işyerinin ilgili kısımlarına girmesini sağlayacaktır.

11.2 Test prosedürü

Öngörülen testler ve muayeneler, ürünün tesliminden önce, üretim yerinde yapılacaktır. Test numuneleri ve prosedürleri Bölüm 2'de verilen bilgilere uygun olacaktır. **TL** ile aksine anlaşmaya varılmadıkça, test numuneleri sörveyör tarafından seçilecek, markalanacak ve sörveyörün gözetiminde teste tabi tutulacaktır.

11.3 Kalınlık doğrultusundaki çekme testi

Kalınlığı 15 – 150 mm arasında olan levhalar ve geniş lamalar, kalınlık doğrultusundaki isteklere göre sipariş edilmişse, kalınlık doğrultusundaki çekme testleri H'ye göre yapılacaktır (IACS UR W14 "Kalınlık Doğrultusundaki Özellikleri Kanıtlanmış Çelik Levhalar ve Geniş Lamalar"a bakınız).

11.4 Boyutlar

Boyutların doğrulanmasının sorumluluğu çelik üreticisine aittir. **TL** Sörveyörünün kabulu, üreticinin bu sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

12. Test malzemesi

12.1 Tanımlar

(a) "Parça" terimi, levha, profil veya çubuğun tekil bir kütük, ham çubuk veya ingottan doğrudan haddelendiği bir hadde ürününü ifade eder.

(b) "Demet" terimi, grup olarak kabul testine tabi tutulacak benzer parçaları ifade eder.

12.2 Test Parçaları

(a) Kabul testlerine demet olarak tabi tutulacak tüm malzemeler aynı ürün formunda (örneğin; levhalar, lamalar, profiller, vb.), aynı dökümden ve aynı teslim koşulunda olacaktır.

(b) Test parçaları malzemeyi tam olarak temsil edecek ve mümkünse, ısıl işlem tamamlanana kadar malzemeden kesilmeyecektir.

(c) The parçaları hiçbir surette ayrı olarak ısıl işleme tabi tutulmayacaktır.

(d) Test parçaları A, 8.1.2.4'e göre alınacaktır.

13. Mekanik Test Numuneleri

13.1 Çekme Test Numuneleri

Çekme test numunelerinin boyutları Bölüm 2'de belirtilenlere göre seçilecektir. Genel olarak, levhaların, geniş lamaların ve profillerin düz çekme test numuneleri için ürün kalınlığının tamamı test kalınlığı olarak seçilmelidir. Kalınlığı 40 mm'den fazla olan ürünlerde veya çubuklar ve benzeri ürünlerde dairesel kesitli test numuneleri kullanılabilir. Bu test numunelerine alternatif olarak, küçük çubuklar ve profillerde, uygun boyda tam kesitli parçalar test edilebilir.

13.2 Çentik darbe test numunesi

Çentik darbe test numunesi, Charpy V test numunesi formuna uygun olacak ve test numunesinin uzun tarafı haddeleme yüzeyinin 2 mm altında kalacak şekilde alınacaktır. Test numuneleri, eksenleri Tablo 3.8 ve 3.9'de gösterildiği şekilde ana haddeleme doğrultusunun boyuna veya enine yönünde olacaktır. Çentik, test numunesinin haddeleme yüzeyine dik olacak şekilde açılacaktır. Çentiğin yeri, alevle veya mekanik olarak kesilmiş bir kenarından en az 25 mm mesafede olacaktır. Ürün kalınlığı 40 mm'den fazla ise, çentik darbe test numuneleri, boyuna eksenleri ürün kalınlığının ¼'ünde olacak şekilde alınacaktır.

14. Test NumunelerininSayısı

14.1 Çekme Test Sayısı

TL ile özel olarak anlaşmaya varılmadıkça, test demetinden alınan bir parçadan bir çekme test numunesi çıkarılacaktır (aynı eriyikten maksimum 50 t). Tamamlanmış malzeme ağırlığı 50 tondan fazla ise, her bir 50 tonluk veya artan ürün için ek bir test numunesi alınacaktır. Aynı eriyikten üretilen ürünün kalınlığı veya çapındaki her 10 mm'lik fazlalık için ek test numuneleri alınır.

14.2 Çentik darbe test sayısı (TL-E, TL-E 32, TL-E 36, TL-E 40, TL-F 32, TL-F 36 ve TL-F 40 kaliteleri hariç), Tablo 3.9 ve 3.10'a bakınız

14.2.1 **TL** ile özel olarak anlaşmaya varılmadıkça her test demetinden (aynı eriyikten maksimum 50 t), alınan bir parçadan en az 3 Charpy V-çentik darbe test numunesi seti çıkarılacaktır. Tamamlanmış malzeme ağırlığı 50 tondan fazla ise, her bir 50 tonluk veya artan ürün için ek bir test numunesi seti alınacaktır. Kalınlığı 50 mm'den fazla TL-A kalite çelik hariç olmak üzere, çelik levhaların kontrollü haddelenmiş olarak teslim edildiği hallerde test demetleri en fazla 25 ton ve artan kısmı olarak alınacaktır.

14.2.2 Kalınlığı 50 mm'den fazla TL-A 40 ve TL-D 40 kalite, normalize edilmiş veya TM haddelenmiş çelik levhalar için, her bir 50 tonluk veya artan ürün için bir çentik darbe test numunesi seti alınacaktır. QT durumunda olanlar için, ısıl işleme tabi tutulmuş her boydan bir çentik darbe test numunesi seti alınacaktır.

14.2.3 **TL**'nun özel onayı ile, malzeme haddelenmiş halde teslim ediliyorsa, her bir 25 tondan veya artan kısımdan bir test numunesi seti alınarak çentik darbe test sıklığı arttırılır. Aynı husus, kalınlığı 50 mm'den fazla haddelenmiş halde teslim edilen TL-A kalitesindeki levhalar için de geçerlidir. Bu durumda her bir 50 ton veya artan kısımdan 3 çentik darbe test numunesi seti çıkarılır.

14.2.4 Test numunesi çıkarılması için seçilen parça, test demetinin en kalın parçası olacaktır.

14.3 Çentik darbe testlerinin sayısı (TL-E, TL-E 32, TL-E 36, TL-E 40, TL-F 32, TL-F 36 ve TL-F 40 kaliteleri için), Tablo 3.9 ve 3.10'a bakınız

14.3.1 Normalize edilmiş veya TM-haddelenmiş durumda teslin edilen levhalar için, her hadde boyundan bir test numunesi seti çıkarılacaktır. Su verilmiş ve temperlenmiş levhalarda, her ısıl işlem boyundan bir test numunesi seti çıkarılacaktır.

14.3.2 Profillerde, her 25 tonluk test demetinden veya artan kısmından bir darbe test numunesi seti çıkarılacaktır.

14.3.3 **TL**'nun özel onayı ile, TL-E 40 ve TL-F 40 kalitesi dışındaki profiller haddelenmiş veya kontrollü haddelenmiş durumda teslim ediliyorsa, her test demetinin her 15 tonluk veya artan kısmından bir test numunesi seti alınacaktır.

14.3.4 14.3.2 ve 14.3.3'e göre elde edilen test numuneleri her test demetinin en kalın parçalarından çıkarılacaktır.

15. Testlerin Yenilenme Prosedürü

15.1 14.1'e göre seçilen ilk parçada yapılan çekme testi sonuçları istekleri karşılamıyorsa, çekme testinin yenilenme prosedürü Bölüm 2'ye uygun olacaktır.

15.2 Yukarıda belirtilen ilave testlerin biri veya her ikisinin sonuçları olumsuz ise, parça reddedilecektir, ancak aynı demetin geri kalan malzemeleri, demetin benzer şekilde seçilen iki parçasının testinin olumlu sonuçlanması koşuluyla, kabul edilebilir. Bu iki parçanın testlerinden elde edilen sonuçlar da olumsuz olursa, malzeme demeti reddedilecektir.

15.3 Charpy V-çentik darbe testlerinin yenilenmesi istekleri Bölüm 2'ye uygun olacaktır.

15.4 Yukarıda belirtilen ilave Charpy V-çentik darbe testlerinden elde edilen, demeti temsil eden ilk parçanın sonuçları olumsuz ise, bu parça reddedilecek, ancak aynı demetin geri kalan malzemeleri, demetin geri kalan iki parçasının testinin olumlu sonuçlanması koşuluyla, kabul edilebilir . Bu iki parçanın testlerinden elde edilen sonuçlar da olumsuz olursa, malzeme demeti reddedilecektir.

Bu ilave testler için seçilen parçaları, demetin en kalın parçası olacaktır.

15.5 Eğer herhangi bir test numunesi; hatalı hazırlama, görünür kusurlar veya (çekme tesinde) ilgili ölçü boyu için izin verilen aralık dışında çatlama nedeniyle olumsuz sonuç verirse, kusurlu test numunesi, sörveyörün kararına bağlı olarak, dikkate alınmayabilir ve aynı tipte ilave bir test numunesiyle değiştirilebilir.

15.6 Çelik üreticisinin isteğine bağlı olarak, bir malzeme demeti reddedildiğinde, demetin geri kalan parçaları yeniden teste tabi tutulabilir ve olumlu sonuç veren parçalar kabul edilebilir.

15.7 Çelik üreticisinin isteğine bağlı olarak, reddedilen malzemeler ısıl işlemden veya yeniden yapılan ısıl işlemden sonra yeniden veya farklı bir çelik kalitesi olarak teste tabi tutulabilir ve gerekli testlerin olumlu sonuç vermesi halinde kabul edilebilir.

15.8 Sonraki işleme veya üretim aşamalarında kusurlu bulunan malzemeler, daha önce olumlu sonuç veren testlere ve/veya sertifikalandırmaya bakılmaksızın reddedilebilir.

16. Markalama

16.1 Her ürüne, üretici tarafından en az bir yerinden **TL** damgası ile aşağıdaki özellikler markalanacaktır:

- Her çeliğin kalitesini belirleyen marka (örneğin; TL-A, TL-A 36 gibi),

Tablo 3.10 Normal mukavemetli çeliklerin gerekli teslim koşulları ve çentik darbe test sayısı

Kalite	Oksijen giderme yöntemi	Ürün	Teslim koşulları (1) (2) (Çentik darbe testi için test demetleri) Kalınlık t [mm]				
			12,5	25	35	50	150
TL-A	Sakinleştirilmemiş	Profiller	A (-)	Uygulanmaz			
	t ≤ 50 mm. için sakinleştirmeme dışındaki tüm yöntemler	Levhalar	A (-)				N(-) TM(-) **(3)** CR(50), AR*(50)
	t > 50 mm.için sakinleştirilmiş	Profiller	A (-)				Uygulanmaz
TL-B	t ≤ 50 mm. için sakinleştirmeme dışındaki tüm yöntemler	Levhalar	A (-)		A (50)		N (50) TM (50) CR(25),AR*(25)
	t > 50 mm.için sakinleştirilmiş	Profiller	A (-)		A (50)		Uygulanmaz
TL-D	Sakinleştirilmiş	Levhalar, profiller	A (50)		Uygulanmaz		
	Tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	Levhalar	A (50)			N (50) CR(50) TM (50)	N (50) TM (50) CR(25)
		Profiller	A (50)			N (50) CR(50) TM (50) AR*(25)	Uygulanmaz
TL-E	Tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	Levhalar	N (her parça) TM (her parça)				
		Profiller	N (25) TM (25) AR*(15),CR*(15)				Uygulanmaz

(1) *Teslim koşulları:*

A : her yöntem

N : normalize edilmiş

CR : kontrollü haddelenmiş

TM : termo-mekanik haddelenmiş

AR : **TL**'nun özel onayı ile haddelenmiş halde*

CR : **TL**'nun özel onayı ile kontrollü haddelenmiş halde*

(2) *Darbe testleri sayısı:*

Parantez içinde ( ) belirtilen ağırlıktaki her test demetinden veya artan kısmından bir darbe test numunesi seti alınacaktır. (-) işareti, çentik darbe testinin gerekmediğini gösterir.

(3) *Tablo 3.8 (5)'e bakınız.*

Tablo 3.11 Yüksek mukavemetli çeliklerin gerekli teslim koşulları ve çentik darbe test sayısı

Kalite	Oksijen giderme yöntemi	Tane inceltici element	Ürün	Teslim koşulları (1) (2) (Çentik darbe testi için test demetleri) Kalınlık t [mm]						
				10	12,5	20	25	35	50	100
TL-A 32 TL-A 36	Tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	Nb ve/veya V	Levhalar	A (50)	N (50) CR (50), TM (50)					N (50), CR (50) TM (50)
			Profiller	A (50)	N (50), CR (50), TM (50) AR* (25)					Uygulanmaz
		Yalnız Al veya Ti ile	Levhalar	A(50)		AR*(25)		Uygulanmaz		
						N (50), CR (50), TM (50)				N (50), CR (25), TM (50)
			Profiller	A(50)	N (50),CR (50), TM (50),AR* (25)					Uygulanmaz
TL-A 40	Tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	Tümü	Levhalar	A (50)	N (50),CR (50) TM (50)					N (50), TM (50) QT (ısıl işleme tabi tutulan her boy)
			Profiller	A (50)	N (50),CR (50) TM (50)					Uygulanmaz
TL-D 32 TL-D 36	Tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	Nb ve/veya V	Levhalar	A (50)	N (50),CR (50), TM (50)					N (50), CR (25), TM (50)
			Profiller	A (50)	N (50), CR (50), TM (50) AR* (25)					Uygulanmaz
		Yalnız Al veya Ti ile	Levhalar	A(50)		AR*(25)	Uygulanmaz			
						N (50), CR (50), TM (50)				N (50), CR (25), TM (50)
			Profiller	A(50)		N (50),CR (50), TM (50),AR* (25)				Uygulanmaz
TL-D 40	Tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	Tümü	Levhalar	N (50), CR (50) TM (50)						N (50), TM (50) QT (ısıl işleme tabi tutulan her boy)
			Profiller	N (50), CR (50) TM (50)						Uygulanmaz
TL-E 32 TL-E 36	Tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	Tümü	Levhalar	N (her parça) TM (her parça)						
			Profiller	N (25) TM (25) AR*(15), CR*(15)						Uygulanmaz

Tablo 3.11 Yüksek mukavemetli çeliklerin gerekli teslim koşulları ve çentik darbe test sayısı (devam)

Kalite	Oksijen giderme yöntemi	Tane inceltici element	Ürün	Teslim koşulları (1) (2) (Çentik darbe testi için test demetleri) Kalınlık t [mm] 10 12,5 20 25 35 50 100	
TL-E 40	Tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	Tümü	Levhalar	N (her parça) TM (her parça) QT (ısıl işleme tabi tutulan her boy)	
			Profiller	N (25) TM (25) QT (25)	Uygulanmaz
TL-F 32 TL-F 36	Tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	Tümü	Levhalar	N (her parça) TM (her parça) QT (ısıl işleme tabi tutulan her boy)	
			Profiller	N (25),TM (25) QT (25), CR*(15)	Uygulanmaz
TL-F 40	Tamamen sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş	Tümü	Levhalar	N (her parça) TM (her parça) QT (ısıl işleme tabi tutulan her boy)	
			Profiller	N (25) TM (25) QT (25)	Uygulanmaz

(1) *Teslim koşulları:*

A : Her yöntem
N : Normalize edilmiş
CR : Kontrollü haddelenmiş
TM : Termo-mekanik haddelenmiş
QT : Su verilmiş ve temperlenmiş
AR : **TL**'nun özel onayı ile haddelenmiş halde*
CR : **TL**'nun özel onayı ile kontrollü haddelenmiş halde*

(2) *Darbe testleri sayısı:*

Parantez içinde ( ) belirtilen ağırlıktaki her test demetinden veya artan kısmından bir darbe test numunesi seti alınacaktır
*TL-A 32 ve TL-A 36 çeliklerde, rastgele seçilen test numunelerinin kontrol testleri başarılı sonuç vermişse ve **TL** tarafından özel olarak izin verilmişse, darbe test sayısı azaltılabilir..*

- **TL**'nca özel olarak onaylanan ve burada belirtilen isteklere göre farklılıklar gösteren çeliklerin (1.4'ebakınız), yukarıda belirtilen markalarının sonuna "S" harfi konulmalıdır (örneğin; TL-A 36S, TL-ES gibi),

- Termo-mekanik kontrolü işleme tabi tutulmuş olarak teslim edilen malzemelerin markalarının sonuna "TM" harfleri eklenir (örneğin; TL-E 36 TM gibi),

- Çelik üreticisini belirleyen isim veya baş harfler,

- Parçayı belirleyen eriyik numarası veya diğer numaralar,

- Müşteri tarafından istenildiği takdirde, sipariş numarası veya diğer belirleyici markalar.

16.2 Korozyona dayanıklı çelikler gerekliliklerine uyan çelik levhalar, korozyon işaretinin çelik kalitesi birleşik tanım işaretine eklenmesi vasıtası ile tanımlanacaktır.

Korozyona dayanıklı çelikler, uygulama alanına göre aşağıdaki şekilde tanımlanacaktır:

- Mukavemet güvertesi alt yüzeyi ve etrafı;**RCU**
- İç dip kaplamasının üst yüzeyi ve etrafındaki yapılar; **RCB**
- Hem mukavemet güvertesi hem de iç dip kaplaması; **RCW**

Tanımlama örneği:

A36 TM RCB Z35

16.3 Ürün maddeye kabartma yolu ile yazılan üretici adı ve amblemi dışında kalan ve yukarıda belirtilen özellikler boya ile veya başka bir markalama şekli ile kolaylıkla görülebilecek tarzda işaretlenir.

16.4 Tekil ağırlıkları küçük olan ürünler paket halinde veya güvenli bir şekilde bağlanarak sargı halinde birleştirilmişse, **TL**'nun izni ile markalama, paketin en üstündeki parçaya veya sargıya bağlı olan dayanıklı bir askıya yapılır.

16.5 **TL** damgasını taşıyan herhangi bir malzeme test isteklerini sağlamıyorsa, **TL** damgası üretici tarafından kaldırılacaktır.

17. Dokümantasyon

17.1 Kabul edilen ürünler için, üretici tarafından sörveyöre, üretici test sertifikaları veya sevk belgeleri en az üç kopya olarak verilecektir. TL her çelik kalitesi için belgeleri ayrı olarak isteyebilir. Belgeler tanım, boyutlar, vb. bilgilerine ek olarak en az aşağıdaki ayrıntıları içerecektir:

- Sipariş numarası ve biliniyorsa, malzemenin kullanılacağı geminin inşa numarası,
- Varsa, test numunesi numarası dahil, döküm ve parçayı belirleyici işaret,,
- Çelik üreticisinin işareti,
- Çeliğin kalite işareti,
- Pota analizi (Tablo 3.3 ve 3.4'de belirtilen elementler yönünden),
- Korozyona dayanıklı çelik tanımlamasına sahip çelikler için eklenen ya da artan korozyon dayanımı amaçlı olarak kontrol edilen her elementin ağırlık yüzdesi
- Haddelenmiş halde teslim dışındaki teslim koşulları (yani, normalize edilmiş, kontrollü haddelenmiş veya termo mekanik haddelenmiş),
- 12,5 mm kalınlığa kadar TL-A kalitesindeki profillerin sakinleştirilmemiş çelikten yapılmış olduğu hakkında bilgi,
- Test sonuçları.

17.2 Test kabul sertifikasını veya sevk belgelerini sörveyöre imzalatmadan önce üretici, çeliğin kabul edilmiş bir yöntemle üretildiğini ve istenilen testlerin sörveyörün ve **TL**'nca tanınmış bir temsilcisinin gözetiminde başarı ile yapıldığını doğrulayan yazılı bir belge vermelidir. Bunun için aşağıda belirtildiği gibi, sertifikada veya sevk belgesinde, mühürlü veya basılı olarak testlerin kabul edildiği üreticinin temsilcisi tarafından doğrulanması yeterlidir."Bu belge ile malzemenin kabul edilmiş bir yöntemle üretildiğini ve **TL**'nun kurallarına göre test edildiğini ve bu kurallardaki istekleri yerine getirdiğini doğrularız."

C. Kaynaklı Konstrüksiyonlar için Yüksek Mukavemetli Çelikler

1. Kapsam

1.1 Buradaki kurallar, deniz ve açık deniz yapılarında kullanılan, sıcak haddelenmiş, ince taneli, kaynak edilebilir yüksek mukavemetli yapım çeliklerine uygulanır. Buradaki istekler, gereklilikleri B.'de verilmiş olan ve ticari gemilerin yapımında kullanımı amaçlanan çeliklere uygulanmaz.

1.2 Bu kuralların kapsamına giren çelikler; 420, 460, 500, 550, 620, 690, 890 ve 960 N/mm^2 akma mukavemeti ile belirtilen gruplara ayrılırlar. Her akma mukavemeti grubu, çentik darbe test sıcaklığına göre A, D, E ve F kalitelerine ayrılır. Akma mukavemeti grubu 890 ve 960 N/mm^2 F kalitesi için uygulanmaz.

Kalitelere ait tam liste aşağıda verilmiştir:

TL-AH420	TL-DH420	TL-EH420	TL-FH420
TL-AH460	TL-DH460	TL-EH460	TL-FH460
TL-AH500	TL-DH500	TL-EH500	TL-FH500
TL-AH550	TL-DH550	TL-EH550	TL-FH550
TL-AH620	TL-DH620	TL-EH620	TL-FH620
TL-AH690	TL-DH690	TL-EH690	TL-FH690
TL-AH890	TL-DH890	TL-EH890	
TL-AH960	TL-DH960	TL-EH960	

1.3 Bu kapsama giren çelikler, Normalize edilmiş (N) / Normalize edici haddelenmiş (NR), Termo-mekanik kontrollü haddelenmiş (TM) veya Su verilmiş ve Temperlenmiş (QT) olarak teslim edilebilirler.

Not:
TM, hızlandırılmış soğutmalı veya soğutmasız ve doğrudan su vermeli veya su vermesiz olup daha sonra TM haddelenmeden sonra temperlenen genel teslim koşuludur.

1.4 Ürünler; levha, geniş lama, profil, çubuk ve dikişsiz boru şeklinde olabilir.

1.5. Tablo 3.14'de verilen maksimum kalınlıkların dışındaki kalınlıklardaki çelikler, **TL**'nun kararına bağlı olarak onaylanabilir.

1.6 **TL**'nun onayına bağlı olarak, kimyasal bileşimi, deoksidasyon yöntemi, teslim koşulu ve mekanik özellikleri farklı olan çelikler kabul edilebilir. Bu tür çeliklere farklı sembol verilecektir.

2. Onay

2.1 Klaslamaya tabi uygulamalarda, tüm çelikler, teslim edilen tip ve kalite yönünden **TL** tarafından onaylı üretim yerlerinde üretilecektir. Onay prosedürü Ek D'de verilmiştir.

2.2 Üretimde, üretim spesifikasyonlarında yer alan etkin kalite, proses ve üretim kontrolü yönergelerine uyulması üreticinin sorumluluğundadır. Üretim spesifikasyonları, ilk onay sırasında **TL**'na verilecektir.

2.3 Uygunsuzluklar oluştuğunda, üretici bunun nedenlerini belirleyecek ve tekrarını önleyici karşı önlemleri alacaktır. Uygunsuzluklar ve karşı önlemler dokümante edilecek ve **TL'**na bildirilecektir.

2.4 Yarı-mamul ürünlerin, nihai olarak haddelenmiş ve ısıl işleme tabi tutulmuş ürünlerin onaylı üretici tarafından üretilmediği hallerde, yarı-mamul ürünün üreticisinin de **TL** tarafından onaylanması gereklidir.

Not 1 :
Kullanıcılar, yorulma yüklemesi olduğunda yüksek mukavemetli çeliklerin kaynak birleştirmelerindeki yorulmadan dolayı efektif yorulma mukavemetinin, normal mukavemetli çeliklerin kaynaklı birleştirmelerindekinden büyük olamayabileceğine dikkat etmelidriler.
Not 2 :
Termo-mekanik haddeleme işlemi ile veya haddelemeden sonra su verme ve temperleme ile üretilen çeliklerde, gerilme gidermesi , şekil verme için ek ısıl işlem veya yüksek ısı kaynak işlemi yapılmadan önc emekanik özelliklerinde azalma olasılığına göz önünde tutulmalıdır.

3. Üretim Yöntemi

3.1 Çelik üretim yöntemi

3.1.1 Çelikler, bazik oksijen, bazik elektrik ark fırını veya **TL** tarafından onaylı diğer yöntemlere göre üretilecektir.

3.1.2 Aşağıda belirtilenler için vakumla gaz giderme yöntemi kullanılacaktır:

3.1.2.1 kalınlık yönündeki özellikleri iyileştirilmiş tüm çelikler, ve

3.1.2.2 H690, H890 ve H960 sınıfı tüm çelikler.

3.2 Deoksidasyon

3.2.1 Çelikler tamamen sakinleştirilecektir.

3.3 Tane büyüklüğü

3.3.1 Çelikler tane inceltme işlemine tabi tutulacak ve ince taneli yapıda olacaktır. Tane inceltme işlemi, üretim spesifikasyonunda detaylandırılacaktır.

Not:
ISO 643 veya alternatif test yöntemine göre mikrografik muayene ile hesaplanan ince tane yapısı eşdeğer indeksi ≥ 6 olmalıdır.

3.4 Azot kontrolü

3.4.1 Çelikler, üretim spesifikasyonunda belirtilen şekilde azot bağlayıcu elementleri içerecektir. Tablo 3.12'deki Not 4'e de bakınız.

4. Kimyasal Bileşim

4.1 Kimyasal bileşim, uygun şekilde donatılmış ve uzman kadrolara sahip bir laboratuarda, çelik üreticisi tarafından belirlenecektir. Örnek alma yöntemi, devamlı döküm durumunda, potadan, tandişten veya kalıptan ilk onay testi için alınanı takip edecektir. Analizler, üretim spesifikasyonuna göre yapılacaktır. Tablo 3.12'de listelenen tüm elementler bildirilecektir.

4.2 Alaşım elementleri, azot bağlayıcı elementler ve tane inceltici elementler ile kalan elementler, üretim spesifikasyonunda belirtildiği şekilde olacaktır.
Örneğin, çeliklerin sertliğinin iyileştirilmesi için bor ilave edildiğinde, maksimum bor oranı % 0,005'i aşmamaldır.
Analiz sonuçları raporlanacaktır.

4.3 Carbon eşdeğeri pota analizinden hesaplanacaktır. Maksimum değerler Tablo 3.13'de verilmiştir.

4.3.1 Tüm çelik kaliteleri için aşağıdaki IIW formülü kullanılabilir:

$$\mathbf{Ceq} = \mathbf{C} + \frac{\mathbf{Mn}}{\mathbf{6}} + \frac{\mathbf{Cr} + \mathbf{Mo} + \mathbf{V}}{\mathbf{5}} + \frac{\mathbf{Ni} + \mathbf{Cu}}{\mathbf{15}} \ (\%)$$

4.3.2 H460 ve daha yüksek çelik kaliteleri için, üreticinin kararına bağlı olarak Ceq yerine CET kullanılabilir ve aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir:

$$\mathbf{CET} = \mathbf{C} + \frac{(\mathbf{Mn} + \mathbf{Mo})}{\mathbf{10}} + \frac{(\mathbf{Cr} + \mathbf{Cu})}{\mathbf{20}} + \frac{\mathbf{Ni}}{\mathbf{40}} \ (\%)$$

4.3.3 Karbon oranı % 0,12'den fazla olmayan TM ve QT çeliklerde, üreticinin kararına bağlı olarak, kaynağa elverişlilik hakkında karar verebilmek için karbon eşdeğeri Ceq veya CET yerine P_{cm} soğuk çatlak hassasiyeti kullanılabilir ve aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$\mathbf{Pcm} = \mathbf{C} + \frac{\mathbf{Si}}{\mathbf{30}} + \frac{\mathbf{Mn}}{\mathbf{20}} + \frac{\mathbf{Cu}}{\mathbf{20}} + \frac{\mathbf{Ni}}{\mathbf{60}} + \frac{\mathbf{Cr}}{\mathbf{20}} + \frac{\mathbf{Mo}}{\mathbf{15}} + \frac{\mathbf{V}}{\mathbf{10}} + \mathbf{5B} \ (\%)$$

5. Teslim Koşulları – Haddeleme Yöntemi ve Isıl İşlem

5.1 Çelikler, **TL** onaylı yöntemlere göre teslim edilecektir. Bu yöntemler aşağıda verilmiştir:

- Normalize edilmiş (N) / Normalize edici haddelenmiş (NR),
- Termo-mekanik kontrollü haddelenmiş (TM) / hızlandırılmış soğutmalı (TM+AcC) / temperlemeyi takiben doğrudan su verilmiş (TM+DQ) veya
- Su verilmiş ve Temperlenmiş (QT)

Bu teslim koşulları ile ilgili tanımlar B.'de verilmiştir.

Not:
Temperlemeyi takiben doğrudan su verme, klasik su verme ve temperlemeye eşdeğer kabul edilir.

Tablo 3.12 Kimyasal bileşim

Teslim koşulu (1)	N/NR		TM		QT	
Çelik kalitesi / Kimyasal bileşim (2)	AH420 DH420 AH460 DH460	EH420 EH460	AH420 DH420 AH460 DH460 AH500 DH500 AH550 DH550 AH620 DH620 AH690 DH690 AH890	EH420 FH420 EH460 FH460 EH500 FH500 EH550 FH550 EH620 FH620 EH690 FH690 DH890 EH890	AH420 DH420 AH460 DH460 AH500 DH500 AH550 DH550 AH620 DH620 AH690 DH690 AH890 AH960	EH420 FH420 EH460 FH460 EH500 FH500 EH550 FH550 EH620 FH620 EH690 FH690 DH890 EH890 DH960 EH960
Karbon % max	0,20	0,18	0,16	0,14	0,18	
Manganez %	1,0 ÷ 1,70		1,0 ÷ 1,70		1,70	
Silisyum % maks	0,60		0,60		0,80	
Fosfor % maks **(3)**	0,030	0,025	0,025	0,020	0,025	0,020
Kükürt % maks **(3)**	0,025	0,020	0,015	0,010	0,015	0,010
$Alüminyum_{total}$ % min **(4)**	0,02		0,02		0,018	
Niyobyum % maks **(5)**	0,05		0,05		0,06	
Vanadyum % mak **(5)**	0,20		0,12		0,12	
Titan % maks **(5)**	0,05		0,05		0,05	
Nikel % maks **(6)**	0,80		2,00 (6)		2,00 (6)	
Bakır % maks	0,55		0,55		0,50	
Krom % maks **(5)**	0,30		0,50		1,50	
Molibden % maks **(5)**	0,10		0,50		0,70	
Azot % maks	0,025		0,025		0,015	
Oksijen ppm maks **(7)**	Uygulanmaz		Uygulanmaz	50	Uygulanmaz	30

Notlar:

(1) *Teslim koşullarının tanımı için madde 5.1'e bakınız.*

(2) *Kimyasal bileşim pota analizi ile belirlenecek ve onaylı üretim spesifikasyonuna uygun olacaktır.*

(3) *Profiller için P ve S oranı, tabloda verilen değerden % 0,005 fazla olabilir.*

(4) *Toplam alüminyum / Azot oranı en az 2:! Olacaktır. Diğer Azot bağlayıcı elementler kullanıldığında, minimum Al değeri ve Al/N oranı uygulanmaz.*

(5) *QT çelikleri için toplam Nb+V+Ti ≤ % 0,26 ve Mo+Cr ≤ % 0.65 uygulanmaz.*

(6) ***TL**'nun kararına bağlı olarak, daha yüksek Ni oranı kabul edilebilir.*

(7) *Maksimum Oksijen miktarı isteği, sadece DH890; EH890; DH960 ve EH960 için uygulanır..*

Tablo 3.13 Maksimum *Ceq*, *CET ve P*cm değerleri

Çelik kalitesi ve teslim koşulu	Karbon eşdeğeri							
	Ceq						CET	Pcm
	Levhalar			Profiller	Çubuklar	Borular	Tümü	Tümü
	t ≤ 50 [mm]	50 < t ≤ 100 [mm]	100 < t ≤ 250 [mm]	t ≤ 50 [mm]	t ≤ 250 veya d≤ 250 [mm]	t ≤ 65 [mm]	Tümü	Tümü
H420N/NR	0.46	0.48	0.52	0.47	0.53	0.47	N.A	N.A
H420TM	0.43	0.45	0.47	0.44	N.A	N.A	N.A	N.A
H420QT	0.45	0.47	0.49	N.A	N.A	0.46	N.A	N.A
H460N/NR	0.50	0.52	0.54	0.51	0.55	0.51	0.25	N.A
H460TM	0.45	0.47	0.48	0.46	N.A	N.A	0.30	0.23
H460QT	0.47	0.48	0.50	N.A	N.A	0.48	0.32	0.24
H500TM	0.46	0.48	0.50	N.A	N.A	N.A	0.32	0.24
H500QT	0.48	0.50	0.54	N.A	N.A	0.50	0.34	0.25
H550TM	0.48	0.50	0.54	N.A	N.A	N.A	0.34	0.25
H550QT	0.56	0.60	0.64	N.A	N.A	0.56	0.36	0.28
H620TM	0.50	0.52	N.A	N.A	N.A	N.A	0.34	0.26
H620QT	0.56	0.60	0.64	N.A	N.A	0.58	0.38	0.30
H690TM	0.56	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	0.36	0.30
H690QT	0.64	0.66	0.70	N.A	N.A	0.68	0.40	0.33
H890TM	0.60	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	0.38	0.28
H890QT	0.68	0.75	N.A	N.A	N.A	N.A	0.40	N.A
H960QT	0.75	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	0.40	N.A

Not : *N.A. = Uygulanmaz*

Tablo 3.14 Maksimum kalınlık sınırları

Teslim koşulu	Maksimum kalınlık [mm]			
	Levhalar	Profiller	Çubuklar	Borular
N	250 **(2)**	50	250	65
NR	150		**(1)**	
TM	150	50	Uygulanmaz	Uygulanmaz
QT	150 **(2)**	50	Uygulanmaz	50

Notlar:

(1) *NR yöntemine göre üretilen profillerin, çubukların ve boruların maksimum kalınlık sınırları N yöntemine göre üretilenlerden daha azdır ve **TL**'nin kararına tabidir.*

(2) *Kalınlığı 250 mm'den büyük N çeliklerinin ve kalınlığı 150 mm'den büyük QT çeliklerinin onayı, **TL**'nun özel değerlendirmesine tabidir.*

5.2 Haddeleme redüksiyon oranı

5.2.1 Yassı kütüklerin, kütüklerin, kaba kütüklerin veya ingotların haddeleme redüksiyon oranı, onay sırasında aksine anlaşmaya varılmadıkça, 3:1'den daha az olmamalıdır.

5.3 Onaylanacak kalınlık sınırları

5.3.1 Sürekli doküm yönteminden elde edilen yassı kütüklerin, kütüklerin veya kaba kütüklerin maksimum kalınlığı üreticinin sorumluluğunda olacaktır.

5.3.2 Özel teslim koşullarının uygulandığı levhaların, profillerin, çubukların ve boruların maksimum kalınlığı Tablo 3.14'de gösterilmiştir.

6. Mekanik Özellikler

Mekanik özelliklerin belirlenmesi ile ilgili test numuneleri ve test yöntemleri madde B. ve Bölüm 2'ye uygun olacaktır.

6.1 Çekme testi

6.1.1 Çekme test numunelerinin boyuna doğrultuda alındığı, profiller, çubuklar, borular ve genişlikleri ≤ 600 mm olan geniş lamalar dışında, test numuneleri boyuna eksenleri ana haddeleme doğrultusuna dik (enine) olacak tarzda alınacaktır.

6.1.2 Tam kalınlıklı yassı test numuneleri hazırlanacaktır. Test numuneleri, haddeleme tufali en az bir tarafta olacak tarzda hazırlanacaktır. Tam kalınlıklı numunelerin kullanımı durumunda test makinasının kapasitesi aşılıyorsa, tam kalınlığı veya haddelenmiş bir yüzeyi içeren yarım ürün kalınlığını temsil eden, boyutları küçültülmüş yassı test numuneleri kullanılacaktır. Alternatif olarak, işenmiş dairesel kesitli test numuneleri kullanılabilir. Test numunesi, yüzeyden itibaren ürün kalınlığının t/4'ünde ve ilave olarak 100 mm'nin üzerindeki kalınlıklar için ürün kalınlığının t/2'sinde veya bu konumun mümkün olduğunca yakınında yer almalıdır.

6.1.3 Testlerin sonuçları Tablo 3.15'in ilgili isteklerini sağlayacaktır. Boyuna testler için anlaşmaya varılan levhalar ve geniş lamalar dışındaki ürün formlarında, kopma uzaması değerleri, Tablo 3.15'de enine testler için belirtilenlerin % 2 birim üzerinde olacaktır.

6.2 Çentik darbe testi

6.2.1 Genişlikleri ≥ 600 mm olan geniş lamalar ve levhalarda çentik darbe test numunelerinin boyuna eksenleri, ana haddeleme doğrultusuna dik alınacak ve sonuçlar Tablo 3.15'in enine testler için istenilenlere uygun olacaktır. Diğer ürün formlarında, darbe testleri boyuna doğrultuda olacak, testlerin sonuçları Tablo 3.15'in boyuna testler için istenilenlere uygun olacaktır.

6.2.2 Yüzeyin altındaki test numuneleri, bir tarafı haddeleme yüzeyinin en fazla 2 mm altından alınacaktır, ancak kalınlığı 50 mm'den fazla olan malzemelerde darbe test numuneleri, ürün yüzeyinden itibaren t/4 ve t/2 kalınlık mesafesinde alınacaktır.

6.2.3 Nominal kalınlığın 6 mm'den az olduğu durumlarda, normalde darbe testine gerek yoktur.

6.3 Test numunelerinin sayısı

6.3.1 Çekme test numuneleri, B:'de tanımlanan şekilde, 25 ton'dan az veya eşit, aynı dökümden, aynı teslim koşulunda ve aynı kalınlıkta olan her bir demetten rastgele seçilecektir.

6.3.2 Darbe testi

6.3.2.1 N/NR veya TM koşulundaki çelik levhalar için test numunesi her parçadan alınacaktır.

6.3.2.2 QT koşulundaki çelikler için test numunesi ayrı olarak ısıl işleme tabi tutulan her parçadan alınacaktır.

6.3.2.3 Profiller, çubuklar ve borular için test numunesi, her bir 25 tonluk demetten veya artan demetten alınacaktır.

Not 1:

Nihai malzemenin miktarı 25 ton'dan fazla ise, her 25 ton ve/veya artan kısmı için bir takım test numunesi gereklidir (örneğin 60 ton'luk bir parti için 3 levhanın test edilmesi gerekir).

Not 2:

*Sürekl ısıl işleme tabi tutulan ürünler için test numunelerinin üretici tarafından gerekli görülen ve **TL** ile mutabık kalınan sayısı ve konumuna özel olarak dikkat edilecektir.*

Tablo 3.15 Tüm çelik kaliteleri için ortam sıcaklığındaki çekme özellikleri

Mekanik özellikler / Çelik kalitesi ve teslim koşulu		Minimum akma mukavemeti R_{eH} (1) [N/mm²] Nominal kalınlık [mm] (4)			Azami çekme mukavemeti R_m [N/mm²] Nominal kalınlık [mm] (4)		Minimum kopma uzaması [%] $L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$ (2)		Charpy V-çentik darbe testi		
		≥ 3 ≤ 50	> 50 ≤ 100	> 100 ≤ 250	≥ 3 ≤ 100	> 100 ≤ 250	T	L (3)	Test sıcak. [°C]	Minimum enerji [Joules] T	L
H420N/NR H420TM H420QT	A D E F	420	390	365	520~680	470~650	19	21	0 -20 -40 -60	28	42
H460N/NR H460TM H460QT	A D E F	460	430	390	540~720	500~710	17	19	0 -20 -40 -60	31	46
H500TM H500QT	A D E F	500	480	440	590~770	540~720	17	19	0 -20 -40 -60	33	50
H550TM H550QT	A D E F	550	530	490	640~820	590~770	16	18	0 -20 -40 -60	37	55
H620TM H620QT	A D E F	620	580	560	700~890	650~830	15	17	0 -20 -40 -60	41	62
H690TM H690QT	A D E F	690	650	630	770~940	710~900	14	16	0 -20 -40 -60	46	69
H890TM H890QT	A D E	890	830	uygulanmaz	940~1100	uygulanmaz	11	13	0 -20 -40	46	69
H960QT	A D E	960	uygulanmaz	uygulanmaz	980~1150	uygulanmaz	10	12	0 -20 -40	46	69

Notlar:

(1) *Çekme testinde, üst akma gerilmesi (R_{eH}) veya R_{eH} belirlenemiyorsa, % 0,2 uzama gerilmesi ($R_{p0,2}$) belirlenecek ve be değerler, akma mukavemetinin belirlenen minimum değerine eşitse veya fazla ise, malzemenin istenilenleri karşıladığı kabul edilecektir.*

(2) *Genişliği 25 mm ve ölçü boyu 200 mm olan tam kalınlıklı yassı çekme test numunelerinin kopma uzaması Tablo 3.16'da verilen minimum isteklere uygun olacaktır.*

(3) *Çekme test numunesinin nihai haddeleme doğrultusuna paralel olduğu hallerde, test sonuçları, boyuna doğrultu (L) için istenilenlere uygun olacaktır.*

(4) *Açık deniz platformlarındaki sehpalar, vb. gibi levha ve profil uygulamalarında, dizaynın gereği olarak, çekme özelliklerinin kalınlık doğrultusunda mevcut olması isteniyorsa, kalınlığı arttırmak suretiyle, minimum çekme özelliklerinin azaltılmasına izin verilmez.*

Tablo 3.16 25 mm genişliğinde ve 200 mm ölçü boyundaki test numunelerinin kullanımında minimum kopma uzaması değerleri (1)

Mukavemet düzeyi	Kalınlık [mm]						
	≤ 10	> 10 ≤ 15	> 15 ≤ 20	> 20 ≤ 25	> 25 ≤ 40	> 40 ≤ 50	> 50 ≤ 70
H420	11	13	14	15	16	17	18
H460	11	12	13	14	15	16	17
H500	10	11	12	13	14	15	16
H550	10	11	12	13	14	15	16
H620	9	11	12	12	13	14	15
H690	9 **(2)**	10 **(2)**	11 **(2)**	11	12	13	14

Notlar:

(1) *Tablodaki minimum uzama değerleri, enine doğrultudaki test numuneleri için geçerlidir. H890 ve 960 numuneleri ile bu tabloya dahil olmayan numuneler of $L_o=5.65\sqrt{S_o}$ ölçü boyu ile uyumlu test numuneleri olacaktır.*

(2) *Kalınlığı ≤ 20 mm olan H690 levhalar için, yassı test numunesi yerine, Bölüm 2'de verilen yuvarlak test numunesi kullanılabilir. Enine doğrultudaki test numunesi için minimum uzama % 14 olacaktır.*

6.4 İzlenebilirlik

Mekanik testlerle ilgili olarak, test malzemesinin, numunelerin, test prosedürlerinin ve test donanımının izlenebilirliği B.'ye göre olacaktır.

6.5 Testlerin yenilenme prosedürü

Çekme testlerinin ve çentik darbe testlerinin yenilenme prosedürü Bölüm 2'ye göre olacaktır.

6.6 Kalınlık doğrultusundaki çekme testi

6.6.1 Kalınlıkları doğrultusundaki özellikleri iyileştirilmiş çelikler için, H. "Kalınlık doğrultusundaki minimum istekleri sağlayan çelikler"'e göre kalınlık doğrultusu çekme testleri yapılcaktır.

6.6.2 **TL**'nun kararına bağlı olarak, kalınlık doğrultusundaki çekme mukavemetinin, belirlenen minimum çekme mukavemetinin en az % 80'i olması gerekebilir.

7. Toleranslar

Aksine anlaşmaya varılmadıkça veya özelllikle istenilmedikçe, kalınlık toleransları için A,6. "Çelik Levhaların ve Geniş Lamaların Kalınlık Toleransları" uygulanır.

8. Yüzey Kalitesi

8.1 Tüm malzemeler, çatlaklardan, önemli yüzey çatlaklarından, önemli laminasyonlardan ve benzeri kusurlardan arınmış olacaktır.

8.2 Yüzey kalitesi muayene yöntemi, müşteri ile üretici arasında mutabık kalınacak ulusal veya uluslararsaı tanınmış bir standarda göre olacaktır.

8.2.1 Kaynakla onarım prosedürleri ve onarımın raporlama **TL** tarafından onaylanacaktır.

8.2.2 Taşlama ile onarım yapılmışsa, taşlanan alanın altında kalan levha kalınlığı, izin verilen eksi toleransın içinde kalmalıdır.

8.3 Nihai yüzey işlemleri B:'deki ilgili isteklere uygun olacaktır.

8.4 Yüzey muayenesi sorumluluğu üreticiye aittir. Daha sonra kusurlu bulunan malzemenin, **TL** Sörveyörünce kabul edilmiş olması, üreticinin bu sorumluluğunu ortadan kaldırmaz

9. Dahili Kusursuzluk

9.1 Dahili kusursuzluğun doğrulanması sorumluluğu üreticiye aittir. Malzemenin, **TL** Sörveyörünce kabul edilmiş olması, üreticinin bu sorumluluğunu ortadan kaldırmaz.

9.2 Ultrasonik muayene

9.2.1 **TL** tarafından gerekli görülürse, B.'deki dahili kusursuzluk isteklerine göre ultrasonik muayene yapılacaktır. Bu muayene onaylı bir standarda göre yapılacaktır.

10. Gerilme Giderici Isıl İşem ve Diğer Isıl İşlemler

10.1 Isıl işlemle ilgili olarak Ek D'de verilen prosedüre göre onaylı çelikler, yorulma ömrünü ve işleme için boyutsal kararlılığı arttırarak, gevrek kırılma riskini azaltmak amacıyla, soğuk şekil vermeden sonra, kaynak sonrası ısıl işlem ve gerilme giderici ısıl işlem gibi gerilme giderici ısıl işleme elverişlidir.

Not:
Ürünlerin, uygun olmayan kaynak-sonrası ısıl işleme veya ısıtma sıcaklığının ve maruz kalma süresinin, üreticinin verdiği sınırları aştığı, alevle düzeltme, tekrar haddeleme, vb. gibi ısı girdisi olan proseslere tabi tutulduğu hallerde, mekanik mukavemetinde ve tokluk özelliklerinde bozulmalar olabilir.

11. Muayene Olanakları

11.1 Testler, test sonuçlarının öngörülen isteklere uygun olduğunun doğrulanması için, Sörveyör veya yetkili temsilcisi gözetiminde yapılacaktır.

11.2 Üretici, onaylı prosedürlere uyulduğunun kanıtlanması, test malzemelerinin seçimi, buradaki kuralların gerektirdiği testlere katılım, test donanımının hassasiyetinin, muayene donanımının kalibrasyonunun doğrulanması ve malzemelerin izlenebilirliği için, gerekli tüm olanakları ve işyerinin ilgili kısımlarına girmesini sağlayacaktır.

12. Malzemelerin Belirlenmesi

12.1 Çelik üreticisi, ingotların, yassı kütüklerin kütüklerin veya kaba kütüklerin ve tamamlanmış ürünlerin orijinal döküme kadar geriye doğru izlenmesini sağlayan bir sistem uygulayacaktır.

Sörveyöre gerektiğinde geriye doğru izleme yapabilmesi için tüm olanaklar sağlanacaktır.

13. İşaretleme

13.1 Her tamamlanmış parçaya, üretici tarafından en az bir yerinden aşağıdaki özellikler işaretlenecektir:

13.1.1 **TL**'nun belirleyici işareti,

13.1.2 Çelik kalitesinin belirleyen tümleşik işaret (örneğin TL-EH620),

13.1.3 Çelik üreticisini belirleyen isim veya baş harfler,

13.1.4 Döküm numarası/eriyik numarası, levha numarası veya eşdeğeri belirleyici işaretler,

13.1.5 Teslim koşulu (N/NR, TM/TM+AcC/TM+DQ veya Q&T)

Tüm işaretler, boya ile veya başka bir markalama şekli ile kolaylıkla görülebilecek tarzda işaretlenir. **TL**'nca özel olarak onaylanan ve burada belirtilen isteklere göre farklılıklar gösteren çeliklerin yukarıda belirtilen markalarının sonuna "S" harfi konulmalıdır (örneğin; TL-EH620S),

14. Testlerin Dokümantasyonu

14.1 Kabul edilen ürünler için, üretici tarafından sörveyöre, üretici test sertifikaları veya sevk belgeleri iki kopya olarak verilecektir. Belgeler tanım, boyutlar, vb. bilgilerine ek olarak en az aşağıdaki ayrıntıları içerecektir:

a) Sipariş numarası,

b) Döküm ve parçayı belirleyici işaret,,

c) Çelik üreticisinin işareti,

d) Çeliğin kalite işareti,

e) Kimyasal analiz, Ceq, CET veya Pcm değerleri

f) Isıl işlem sıcaklığı da belirtilerek teslim koşulu

g) Mekanik özelliklerin test sonuçları, test izlenebilirlik dokümanları

h) Yüzey kalitesi ve muayene sonuçları

i) Varsa, UT sonuçları.

14.2 Test sertifikaları sörveyör tarafından imzalanmadan önce çelik üreticisi, çeliğin onaylı bir yöntemle üretildiğini ve Sörveyör veya yetkili temsilcisi gözetiminde gerekli testlere tabi tutulduğunu ve sonuçların uygun bulunduğunu doğrulayan yazılı bir belge vermelidir.

Her test sertifikasında, çelik üreticisinin adı ve üreticinin yetkili temsilcisi tarafından imzalı olarak aşağıda belirtilen deklarasyonun mühürlü veya basılı olarak yer alması kabul edilecektir.

"Bu belge ile malzemenin kabul edilmiş bir yöntemle üretildiğini ve **TL**'nun kurallarına göre test edildiğini ve bu kurallardaki istekleri yerine getirdiğini doğrularız."

D. Kazanlar ve Basınçlı Kaplar İçin Çelikler

1. Kapsam

Bu kurallar, kazanlar, basınçlı kaplar ve proses teçhizatının üretiminde kullanılacak sıcaklığa dayanıklı ferritik çeliklerden yapılan yassı ürünlere uygulanır.

2. İzin Verilen Çelik Kaliteleri

Aşağıda belirtilen malzemelerin kullanılmasına izin verilir:

2.1 EN 10028 Kısım 2'ye göre yüksek sıcaklığa dayanıklı alaşımlı veya alaşımsız basınçlı kap çeliklerinden yapılan yassı ürünler.

2.2 EN 10028 Kısım 3'e göre kaynağa elverişli, normalize edilmiş taneleri inceltilmiş basınçlı kap çeliklerinden yapılan yassı ürünler.

2.3 Tablo 3.15 ve 3.16'ya göre basınçlı kaplar için **TL** çeliklerinden yapılan yassı ürünler. Yüksek sıcaklıklardaki % 0,2 uzamadaki gerilme için Tablo 3.17 uygulanır.

2.4 Öngörülen kullanma amacına uygun ve özellikleri **TL** tarafından ilk defa kanıtlanmış diğer çeliklerden yapılan yassı ürünler. Bunlar için aşağıdaki istekler sağlanmalıdır:

2.4.1 Kopma uzaması (A), **TL**'nun raporunda saptanan çelik kalitesinin belirlediği minimum değerde olmalıdır. Fakat %16'dan az olamaz.

2.4.2 Çentik darbe enerjisi, en az EN 10028 Kısım 2'de ve Kısım 3'de aynı mukavemette levhalar için verilen istekleri karşılayacaktır (Tablo 3.15'e bakınız).

Gövde halkaları ve aynalarda kullanılan levhalarda üretici, ve çelik kullanıcısı tarafından tamamlanmış durumda istenilen değerlerin sağlanabilmesine özen gösterilmelidir.

2.4.3 Kaynağa uygunluğun kanıtlanması üretici tarafından yapılacaktır. Ön ısıtma, kaynak sonrasındaki sıcaklık kontrolü ve kaynaktan sonraki ısıl işlemler üretici tarafından yapılacaktır.

Yüksek sıcaklıktaki akma sınırı ve gerektiğinde yüksek sıcaklıkta uzun süreli kopma mukavemeti özellikleri, EN 10028-2'den farklı ise üretici tarafından kanıtlanacaktır; Tablo 3.17'ye bakınız.

2.5 Gövde halkaları ve aynalarda kullanılan levhalar için aşağıdaki ek istekler uygulanır:

Kaynaklı kazan dramlarının yapıldığı, levha kalınlığı ≥50 mm. ve oda sıcaklığındaki akma sınırı ≥310 N/mm^2 olan çeliklerde, tamamlanmış kısımlar için yapılan testlerde çentik darbe enerjisi ±0°C'da 31 J olacaktır. Bu enerji değeri Charpy V test numuneleri (enine) ile yapılan 3 tekil testten alınan ortalama değerdir. Burada hiç bir tekil değer ortalama değer olarak belirtilen 31 J'un %15 altına düşmemelidir. Çentik darbe enerjisi için verilen değer ±0°C'da minimum istektir. Buna ek olarak her bir tekil çelik, kendi karakteristik darbe enerjisini göstermelidir.

2.6 Alev borularında kullanılan levhalarda yeterli şekil verme özelliğini (20°C'da kopma uzaması (A) ≥ %20) göstermelidir.

3. Teslim Şartları ve Isıl İşlem

Ürünler, ek sıcak işlemlerin uygulanması söz konusu olmadıkça, standartlarda ve/veya uzman raporlarında

belirtilen ısıl işlem uygulanmış durumda teslim edilecektir.

4. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar

A.6 uygulanacaktır. Teknik nedenlerle düşük eksi tolerans istendiği taktirde, bu husus siparişte belirtilmelidir

5. Testler

Aşağıdaki testler yapılacaktır.

5.1 Kimyasal bileşim testi

Üretici, her eriyiğin kimyasal bileşimini belirleyecek ve bununla ilgili bir sertifika düzenleyecektir.

Tablo 3.15 TL basınçlı kap çeliklerinden yapılan yassı ürünlerin mekanik ve teknolojik özellikleri (1)

Çelik kalitesi	Normal teslim koşulu	R_{eH} ve $R_{p0,2}$ akma sınırı [N/mm^2] min.	Çekme mukavemeti R_m [N/mm^2]	Kopma uzaması A [%] min.	Çentik darbe enerjisi	
					Test sıcaklığı [°C]	KV [J] min. enine
TL-P235 W	N	235	360 ÷ 480	25	0	34
TL-P265 W	N	265	410 ÷ 530	23	0	34
TL-P295 W	N	295	460 ÷ 580	22	0	34
TL-P355 W	N	355	510 ÷ 650	21	0	34
(1) *N = Normalize edilmiş*						

Tablo 3.16 TL basınçlı kap çeliklerinin kimyasal bileşimi

Çelik kalitesi	Kimyasal bileşim [%]							
	C	Si	Mn	P	S	$A\ell_{top}$	Cr	Mo
Tümü	≤ 0,23	≤ 0,55	0,60 - 1,70	≤ 0,025	≤ 0,015	≥ 0,020	≤ 0,30	≤ 0,08

Tablo 3.17 TL basınçlı kap çeliklerinden yapılan yassı ürünler için yüksek sıcaklıklardaki % 0,2 uzama sınırı

Çelik kalitesi	$R_{p0,2}$ – Akma sınırı [N/mm^2] min.							
	Sıcaklık [°C]							
	50	100	150	200	250	300	350	400
TL-P235 W	227	214	198	182	167	153	142	133
TL-P265 W	256	241	223	205	188	173	160	150
TL-P295 W	285	268	249	228	209	192	178	167
TL-P355 W	343	323	299	275	252	232	214	202

5.2 Çekme testi

Mekanik özellikler çekme testi ile doğrulanacaktır. Test numuneleri, ürünün haddeleme doğrultusuna dik olarak aşağıdaki miktarlarda alınacaktır:

5.2.1 Levhalarda test numuneleri aşağıdaki gibi alınır:

- Kalınlığı ≤ 50 mm. olan alaşımsız çelik levhalarda: her haddelenmiş boyun bir ucundan bir test numunesi,

- Kalınlığı > 50 mm. olan alaşımsız çelik levhalarda: haddelenmiş uzunluğu ≤15 m. ise, bir ucundan bir test numunesi, haddelenmiş uzunluğu > 15 m. ise her iki ucundan birer test numunesi,

- Alaşımlı çeliklerde:
  haddelenmiş uzunluğu ≤7 m. ise bir ucundan bir test numunesi,

- haddelenmiş uzunluğu > 7 m. ise her iki ucundan birer test numunesi.

5.2.2 Sıcak haddelenmiş şeritlerden üretilen levhalarda her rulonun dış ucundan en az bir test numunesi alınır.

5.3 Yüksek sıcaklıklardaki çekme testi

Yüksek sıcaklıklardaki % 0,2 uzamadaki gerilme doğrulanacaktır. Her sıcaklıkta bir yüksek sıcaklıkta çekme testi yapılacaktır. Ayrıca belirtilmemişse test sıcaklığı 300 °C olmalıdır.

5.4 Çentik darbe testi

Kalınlığı ≥ 6 mm. olan tüm ürünlere, 0 °C test sıcaklığında, Charpy-V çentik darbe test numunesi kullanılarak, çentik darbe test uygulanır. Test numuneleri haddeleme doğrultusuna dik alınacaktır. Gerekli test numunesi seti (her biri 3 numuneden oluşan) sayısı, çekme parçaları için 5.2'de belirtilen yöntemle saptanır.

Yassı ürünler için test sıcaklıkları EN 10025 ‘e uygun olarak standartta verilmiştir. 2.4^de belirtilen diğer çelikler için test sıcaklığı **TL** tarafından belirlenecektir.

5.5 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Tüm ürünlerin yüzey düzgünlüğü ve boyutları, üretici tarafından kontrol edilecektir. Ürünler ayrıca son kontrol için sörveyöre sunulacak ve mümkün olduğunca ürünlerin alt kısımları da kontrol edilecektir.

6. Ürünlerin Markalanması

Üretici, ürünleri öngörülen şekilde (EN 10028-1’e bakınız) markalayacaktır. Demet halinde sipariş edilmeyen levhalarda markalama, alt ucundan bakıldığında, karakterler dik olacak şekilde ve dolayısıyla haddeleme doğrultusunu belirtecek tarzda alt ucundan 200-400 mm. uzaklığa uygulanır.

E. Sıvılaştırılmış Gaz Taşıyan Gemiler ve Gaz veya Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemiler İçin Çelikler

1. Kapsam

1.1 Bu alt-bölümde, Cilt C, Kısım 10 – Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri ya da Cilt D, Kısım 78 - Gaz ya da Diğer Düşük Parlama Noktalı Yakıt Kullanan Gemilerin Klaslanması İçin Kurallar’da belirtilenlere ek gereklilikler verilmiştir.

1.2 Üretim, testler, muayene ve dokümantasyon, **TL**’nun genel uygulamalarına göre olacaktır.

2. Malzeme istekleri

0°C’ın altında olmayan dizayn sıcaklığı için Kısım C, Kısım 10 Tablo 6.1 veya Kısım D, Kısım 78 Tablo 7.1'e ek olarak aşağıdakiler geçerlidir.

Tablo 3.18 Dizayn sıcaklığı 0°C'den daha düşük olmayan kargo tanklarında, yakıt tanklarında ve proses basınçlı kaplarında kullanılan levhalar, borular (dikişsiz ve dikişli), profiller ve dövme parçalar

CHARPY V-ÇENTİK DARBE TESTİ		
Test sıcaklığı	Kalınlık t [mm]	Test sıcaklığı [°C]
	40 < t ≤ 50 **(1)**	-20 **(2)**
	40 < t ≤ 50 **(1)**	- 30 **(3)**

Notlar :

(1) *IACS UR W11 veya W16'da belirtilen haddelenmiş çelikler hariç, t>40mm olan ürünler için orta kalınlıkta ilave bir darbe testi seti gereklidir.*

(2) *C tipi bağımsız tanklar ve proses basınçlı kaplar için geçerlidir. Ayrıca kaynak sonrası gerilim giderme ısıl işlemi yapılacaktır. Alternatif yaklaşıma (örn. Mühendislik Kritik Değerlendirmesi) dayalı kaynak sonrası gerilim giderme ısıl işlemine yönelik muafiyet, TL tarafından onaylanacak veya kabul edilmiş standartlara uygun olacaktır..*

(3) *C tipi dışındaki kargo tankı veya yakıt tankı için geçerlidir.*

Kısım C, Kısım 10 Tablo 6.2 veya Kısım D, Kısım 78 Tablo 7.2'ye ek olarak aşağıdakiler geçerlidir.

Tablo 3.19a Dizayn sıcaklığı 0°C altında ve kesinlikle -10°C'ye kadar olan kargo tanklarında, yakıt tanklarında, ikincil bariyerlerde ve proses basınçlı kaplarında kullanılan levhalar, profiller ve dövme parçalar

CHARPY V-ÇENTİK DARBE TESTİ		
Test sıcaklığı	**Kalınlık t [mm]**	**Test sıcaklığı [°C]**
	40 < t ≤ 50 **(1)**	Dizayn sıcaklığının 5°C altında veya –20°C, hangisi küçükse **(2)**
	40 < t ≤ 45 **(1)**	Dizayn sıcaklığının 25°C altında **(3)**
	45 < t ≤ 50 **(1)**	Dizayn sıcaklığının 30°C altında **(3)**

Notlar :

(1) *IACS UR W11 veya W16'da belirtilen haddelenmiş çelikler hariç, t>40mm olan ürünler için orta kalınlıkta ilave bir darbe testi seti gereklidir.*

(2) *C tipi bağımsız tanklar ve proses basınçlı kaplar için geçerlidir. Ayrıca kaynak sonrası gerilim giderme ısıl işlemi yapılacaktır. Alternatif yaklaşıma (örn. Mühendislik Kritik Değerlendirmesi) dayalı kaynak sonrası gerilim giderme ısıl işlemine yönelik muafiyet, TL tarafından onaylanacak veya kabul edilmiş standartlara uygun olacaktır..*

(3) *C tipi dışındaki kargo tankı veya yakıt tankı için geçerlidir.*

Tablo 3.19b Dizayn sıcaklığı - 10 °C ile -55 °C arasında olan kargo tanklarında, yakıt tanklarında, ikincil bariyerlerde ve proses basınçlı kaplarında kullanılan levhalar, profiller ve dövme parçalar

CHARPY V-ÇENTİK DARBE TESTİ		
Test sıcaklığı	**Kalınlık t [mm]**	**Test sıcaklığı [°C]**
	40 < t ≤ 50 **(1)**	Dizayn sıcaklığının 5°C altında veya –20°C, hangisi küçükse **(2)**
	40 < t ≤ 45 **(1)**	Dizayn sıcaklığının 25°C altında **(3)**
	45 < t ≤ 50 **(1)**	Dizayn sıcaklığının 30°C altında **(3)**

Notlar :

(1) *IACS UR W11 veya W16'da belirtilen haddelenmiş çelikler hariç, t>40mm olan ürünler için orta kalınlıkta ilave bir darbe testi seti gereklidir.*

(2) *Cilt C, Kısım 10 madde 6.6.2.2, kaynak sonrası gerilim giderme ısıl işlemine ilişkin olarak uygulanacaktır. Alternatif yaklaşıma (örn. Mühendislik Kritik Değerlendirmesi) dayalı kaynak sonrası gerilim giderme ısıl işlemine yönelik muafiyet, TL tarafından onaylanacak veya kabul edilmiş standartlara uygun olacaktır..*

(3) *C tipi dışındaki kargo tankı veya yakıt tankı için geçerlidir.*

Kısım C, Kısım 10 Tablo 6.3 veya Kısım D, Kısım 78 Tablo 7.3'e ek olarak aşağıdakiler geçerlidir.

Tablo 3.20 Dizayn sıcaklığı - 55 °C ile -165 °C arasında olan kargo tanklarında, yakıt tanklarında, ikincil bariyerlerde ve proses basınçlı kaplarında kullanılan levhalar, profiller ve dövme parçalar

CHARPY V-ÇENTİK DARBE TESTİ	
Malzeme kalınlığı	Test sıcaklığı
40 < t ≤ 45 mm **(1)**	Dizayn sıcaklığının 25°C altında
45 < t ≤ 50 mm **(1)**	Dizayn sıcaklığının 30°C altında

(1) *IACS UR W11 veya W16'da belirtilen haddelenmiş çelikler hariç, t>40mm olan ürünler için orta kalınlıkta ilave bir darbe testi seti gereklidir.*

F. Paslanmaz Çelikler

1. Kapsam

Bu kurallar, kimyasal tankerlerin kargo tanklarının, basınçlı kapların ve diğer kapların yapımında kullanılacak ve taşınması istenen kargo ve işletme maddesine karşı kimyasal dayanıklılığı olan paslanmaz çelikten üretilen yassı ürünlere, profillere ve çelik çubuklara ve de deniz suyuna dayanıklı olması gereken dümen şaftı kovanlarına, iğneciklere, pervane şaftlarına vb. ne uygulanır.

2. Çeliklerin Seçimi

2.1 Çelikler, taşınacak veya depolanacak ürünlerin cinsleri hakkında bilgiyi içeren işletmecinin ürün listesine uygun olarak seçilir.

2.2 Çelikler, bundan başka, daha sonra yapılacak üretim işlemi, örneğin; kaynak, göz önüne alınarak ilgili kargo ve işletme maddesine karşı istenilen kimyasal dayanıklılığı sağlayacak şekilde seçilir

2.3 2.1 ve 2.2 göz önüne alınarak, ürünlerin **TL** tarafından incelenmiş bir spesifikasyona göre teslimi gerekmiyorsa, örneğin; EN 10088 göre uygun paslanmaz çelikler seçilebilir.

2.4 **TL**, göz önüne alınan çelik çeşitleri için bir onay testi isteme hakkını saklı tutar.

3. Teslim Koşulları ve Isıl İşlem

Tüm ürünler, malzemeye uygun ısıl işlem yapılmış durumda teslim edilecektir. Buna göre ferritik çelikler tavlanmış veya su verilmiş ve temperlenmiş; östenitik ve östenitik ferritik çelikler çözeltide tavlanmış ve su verilmiş olacaktır.

4. Boyutsal Toleranslar

Siparişte başka türlü belirtilmemişse levhalar A.6'ya göre teslim edilecektir. Diğer ürünler için ilgili standartlardaki değerler geçerlidir.

5. Ürünlerin Genel Durumu

Bu konuda A.5'deki hususlar geçerlidir. Yüzeysel hatalar genelde yalnız taşlama ile giderilir. Burada hiç bir noktada müsaade edilen eksi tolerans aşılmamalıdır.

6. Malzeme Özellikleri ile İlgili İstekler

6.1 Kimyasal bileşim

6.1.1 Kimyasal bileşim için, standartlarda ve **TL** tarafından onaylı spesifikasyonlarda belirtilen sınır değerler uygulanacaktır.

6.1.2 Kaynaktan sonra ısıl işlem yapılmayan kaynaklı konstrüksiyonlar için, kristallerarası korozyona dayanıklı çeliklerin kullanılmasına müsaade edilir. Örneğin; Ti veya Nb ile stabilize edilmiş östenitik çelikler veya karbon miktarı C ≤ %0,03 olan çelikler.

6.2 Mekanik özellikler

Mekanik özellikler için standartlarda veya onaylı spesifikasyonlarda belirtilen istekler, testlerle kanıtlanmalıdır.

6.3 Çentik darbe enerjisi

Standartlarda veya onaylı spesifikasyonlarda belirtilen gerekli değerler sağlanmalıdır.

7. Testler

Aşağıda belirtilen testler yapılacaktır:

7.1 Kimyasal bileşim testi

Üretici her eriyik için, kimyasal bileşimi belirleyecek ve konu ile ilgili sertifikayı düzenleyecektir.

7.2 Kristallerarası korozyona karşı direnç testi

Tüm ürünlerin kristallerarası korozyona karşı dirençleri test edilecektir. Bu amaçla her eriyikten, en az 2'şer adet test numunesi alınır. Testler bu konudaki bilinen standartlara (EN ISO 3651-2) göre aşağıdaki koşullarda yapılacaktır:

- Stabilize çelikler ve karbon miktarı ≤ %0,03 olan çelikler: hassaslaştırılmış olarak (700°C'da 30 dakika tavlanmış ve su verilmiş),

- Tüm diğer çelikler: teslim koşullarında.

7.3 Çekme testi

7.3.1 Her test demetinden en az bir çekme test numunesi alınacak ve teste tabi tutulacaktır. Test demeti aşağıdaki gibi alınacaktır:

- Kalınlığı > 20 mm. olan levhalarda: haddeleme boyu

- Kalınlığı ≤ 20 mm. olan levhalarda: Yaklaşık aynı kalınlıkta (maks. farklılık %20) toplam ağırlığı maksimum 30 t. olan maks. 40 haddelenmiş levha. Bunlar aynı eriyikten ve aynı ısıl işlem görmüş demetten alınmalıdır.

- Şeritlerde ve bunlardan kesilmiş levhalarda: rulonun başlangıç ve nihayetinden birer test numunesi.

- Diğer ürün formlarında: aynı eriyikten ve aynı ısıl işlem görmüş demetten alınmış aynı formdaki ürünler için 5000 kg.

7.3.2 Levhalarda ve genişliği ≥ 600 mm. den geniş levhalarda test numuneleri enine doğrultuda alınır. Diğer tüm ürünlerde test numuneleri enine ve boyuna doğrultuda olabilir.

7.4 Çentik darbe testi

7.4.1 **TL** tarafından başka türlü istenmemiş veya siparişte belirtilmemiş ise, aşağıdakiler için Charpy-V test numuneleri ile bir çentik darbe testi istenir:

- Kalınlığı > 20 mm. olan yassı ürünler.
- Kalınlığı veya çapı > 50 mm. olan çubuklar.
- Kalınlığı ≥ 6 mm. olan östenitik çelikten yapılan yassı ürünler.

7.4.2 Eğer ürünler -10°C'ın altındaki işletme sıcaklığında kullanılacaksa, çentik darbe testindeki test sıcaklığı için **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

7.5 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Tüm ürünlerin yüzey düzgünlüğü ve boyutları, üretici tarafından kontrol edilecektir. Ürünler ayrıca son kontrol için sörveyöre sunulacak ve yassı ürünlerde mümkünse alt kısımlar da kontrol edilecektir.

7.6 Doğru malzemenin kullanılması ile ilgili testler

Üretici, teslimden önce ürünü, doğru malzemenin kullanıldığını belirleyen uygun yöntemlerle test edecek ve bunu bir kabul sertifikası ile belgelendirecektir.

7.7 Diğer testler

Eğer özel olarak oyuk veya çatlak korozyonuna karşı direnç isteniyorsa, uygun korozyon testleri (örneğin; ASTM-G 48'e göre) yapılacaktır. Bunların kapsamı, her durum için ayrı ayrı **TL** tarafından saptanacaktır.

G. Kaplanmış Çelik Levhalar

1. Kapsam

Bu kurallar, kapların ve tankların üretiminde (örneğin; kimyasal tankerlerin tankları) kullanılan bir veya iki taraflı paslanmaz çelikle kaplanmış çelik levhalara uygulanır. Ayrıca bu kuralların, alüminyum veya bakır-nikel alaşımları gibi diğer malzemelerle kaplanmış çelik levhalara da uygulanması kabul edilebilir.

2. Kaplama Yönteminin Uygunluğu

Üretici, kaplanmış ürünün 8'deki istekleri yerine getirdiği ve ana malzemenin istenilen malzeme özelliklerini kaplandıktan sonra da koruduğu bir ilk uygunluk testi ile kanıtlamalıdır.

3. Uygun Malzemeler

B, ve D'ye göre uygun çelikler ana malzeme olarak kullanılır. F'de belirtilen paslanmaz çelikler ve bu amaç için **TL** tarafından onaylanmış diğer malzemeler kaplama malzemesi olarak kullanılabilir.

4. Üretim Yöntemi ve Teslim Koşulları

4.1 Kaplama haddeleme ile veya darbeli kaplama veya her iki yöntemin birlikte uygulanması suretiyle yapılabilir.

4.2 Östenitik malzemelerle kaplanmış levhalar normal olarak haddelenmiş olarak teslim edilirler. Özel durumlarda ısıl işlem gerekiyorsa, bu, ana metale uygulanmalıdır. Bununla beraber bu işlem, kaplama malzemesinin kimyasal dengesini ve birleşmesini etkilememelidir. Isıl işlemin tipi **TL**'na bildirilmelidir.

5. Boyutlar ve Toleranslar

5.1 Kaplama malzemesinin anma kalınlığı en az 2 mm. olmalıdır. Siparişte daha düşük toleranslar belirtilmedikçe, kaplama malzemesinin anma kalınlığına uygulanabilecek negatif toleranslar Tablo 3.22'de gösterilmiştir.

5.2 Ana malzemesinin toleransları için ilgili çelik cinsleri ve ürün formlarına ait geçerli istekler uygulanır.

Tablo 3.22 Kaplama malzemesinin kalınlığının eksi toleransları

Nominal kalınlık [mm]	Eksi tolerans [mm]
2.0 ≤ t < 2.5	-0.20
2.5 ≤ t < 3.0	-0.25
3.0 ≤ t < 3.5	-0.35
3.5 ≤ t < 4.0	-0.45
t ≥ 4.0	-0.50

6. Yüzey Düzgünlüğü

6.1 Kaplama malzemeleri, kullanma amacına uygun olarak düzgün yüzeye sahip olmalıdır. Yüzeyler, tabakalardan, artıklardan, temper izlerinden ve bunun gibi malzemeye uygulanacak üretim proseslerine, uygulama veya kimyasal dengeye etki edebilecek hatalardan arınmış olacaktır. Ana malzemenin yüzey düzgünlüğü A.5'e uygun olacaktır.

7.1'de belirtilen derin olmayan hatalar dışında kaplama malzemesindeki tüm hataların alanlarının toplamı, kaplama yüzeyinin alanının %20'sinden fazla olamaz.

7. Hataların Onarımı

7.1 Kaplama malzemesindeki baskı izi, yiv ve çizik gibi derin olmayan hatalar, 5'de belirtilen toleranslar dahilinde taşlama ile giderilecektir.

7.2 Müşterinin onarımını istediği belirli bölgeler hariç, 50 cm^2'ye kadar olan birleşme hatalarına genellikle izin verilir.

7.3 Birbirinden ayrık olan hataların alanının 1200 cm^2'den fazla olmaması ve toplamının kaplanmış yüzeye oranının %5'i aşmaması şartı ile, kaplama malzemesinde taşlama ile giderilemeyecek derin hatalar ve 50 cm^2'yi aşan birleşme hataları, kaynakla onarılabilir. Kaynak işlemi aşağıdaki kurallara uygun olarak yapılacaktır.

7.3.1 Tüm kaynaklar, **TL**'nca onaylanan teknikle, kalifiye kaynakçılar tarafından yapılmalıdır.

7.3.2 Tüm kaynaklar, kaplamanın karakteristiklerine etki edecek olan çatlak, yanma olukları, birleşme hataları, cüruf ve benzeri hatalardan arınmış olacaktır. Eğer kaynak işlemi, ana malzemede erime meydana getirirse, birbiri üzerine en az iki kaynak pasosu uygulanır.

7.3.3 Kaynaktan sonra, onarılan hatalı kısım, levha ile aynı düzeyde olacak tarzda taşlanır. Eğer prosedür testlerinde belirtilmişse veya siparişte istenmişse, kaynağın ardından ısıl işlem uygulanacaktır.

7.3.4 Son işlemden sonra, levhalar son muayeneler için sörveyöre sunulacak ve onarım işleminin de hatalardan arınmış olduğunun saptanması için uygun bir tahribatsız muayene yöntemi (örneğin; girici sıvı) kullanılacaktır.

7.3.5 Her onarım kaynağı için üretici, sörveyöre, hataların boyut ve yerini, kullanılan kaynak yönteminin ayrıntılarını, uygulanan ısıl işlemin cinsini ve muayenelerin sonuçlarını belirten bir rapor verecektir.

8. Malzeme Özellikleri ile İlgili İstekler

Kaplanmış çelikler aşağıda belirtilen istekleri karşılayacaktır.

8.1 Kopma uzaması

Kaplanmış çeliklerde, kaplama malzemesinin uzamasının ana malzemeden daha az olduğu durumda, çekme testinde kaplama malzemesinin kopma uzaması A_5 ana malzemeyi mekanik işleme ile ayırdıktan sonra en az %12 olmalıdır.

8.2 Kesme mukavemeti

Ana ve kaplama malzemeleri birbirleriyle, uygun üretim işlemlerinin uygulanmasında veya çalışma yükleri altında, kaplama malzemesinin ana malzemeden ayrılmamasını sağlayacak şekilde birleştirilmelidir. Siparişte başka türlü belirtilmemişse, test doğrultusundan bağımsız olarak kesme mukavemeti, kaplama malzemesinin çekme mukavemetinin < 280 N/mm^2 olduğu durumda, çekme mukavemetinin en az %50'si alınmalı ve diğer kaplama malzemelerinde 140 N/mm^2'nin altına düşmemelidir.

8.3 Birleşme

Birleşmiş yüzeyin toplam yüzeye oranı en az %95 olacak ve birleşmenin gerçekleşmediği ayrık kısımların alanı 50 cm^2'yi aşmayacaktır. Kaplanmış levhaların üretim işlemi sırasında (örneğin; aynaların üretiminde) veya kullanmada (örneğin; boru levhalarında) yüksek zorlamaların etkisi altında olması halinde, bunlar için alıcının daha ağır isteklerde bulunması gerekebilir.

8.4 Mekanik özellikler

Çekme testi uygulanan kaplanmış levhalar, en az aşağıdaki şartları sağlayacaktır.

$$\sigma_{PL} = \frac{\sigma_G \cdot S_G + \sigma_A \cdot S_A}{S_{PL}}$$

Burada;

σ = Çekme mukavemeti, akma sınırı veya %0,2 uzama sınırı minimum değeri [N/mm^2],

S = Anma kalınlığı [mm],

G = Ana malzeme,

A = Kaplama malzemesi,

PL = Kaplanmış levha.

Eğer çekme testi sonucunda, formülden hesaplanan değerden daha düşük bir değer elde edilirse, kaplama malzemesi mekanik yolla ana malzemeden kaldırılarak, alınacak test numunesi ile ana malzemenin istekleri karşılayıp karşılamadığı kontrol edilebilir.

Kullanılan ana malzemenin belirtilen kopma uzaması, kaplanmış test numunesi ile test edilerek doğrulanacaktır.

8.5 Teknolojik özellikler

Östenitik kaplama malzemesi ile kaplanmış levhalar, yan eğme testi uygulandığında, çapı test numunesi kalınlığının 4 katına eşit bir mandrel ile 180° eğildiğinde kaplama malzemesinde herhangi bir ayrılma ve çatlama başlangıcı meydana gelmemelidir.

Diğer kaplama malzemelerinde (örneğin; alüminyum), daha büyük çapta eğme mandreli kullanılması için anlaşmaya varılabilir.

8.6 Çentik darbe enerjisi

Ana malzemeye uygulanan istekler, kaplanmadan sonra da korunabilmelidir.

8.7 Kristallerarası korozyona karşı direnç

Östenitik veya östenitik-ferritik kaplama malzemeleri, ilgili çelik kalitelerinden istenenleri sağlamalıdır.

9. Testler

Test kapsamı, test numunelerinin sayısı ve yeri ana malzemeye göre belirlenir. Aşağıdaki testler yapılacaktır.

9.1 Kimyasal bileşim testi

Üretici, her eriyik için ana ve kaplama malzemelerinin kimyasal bileşimini belirleyecek ve ilgili sertifikayı düzenleyecektir.

9.2 Kristallerarası korozyona direnç testi

Östenitik kaplama malzemesi kullanıldığında, her test demeti için kristallerarası korozyon direnci doğrulanacaktır. Bu amaçla, aynı eriyikten alınan kaplama malzemesi ile aynı üretim periyodunda kaplanmış levhalar, test demetlerine göre gruplanabilir. Testlerde, kaplanmış taraf çekme gerilmesine maruz kalmalıdır.

9.3 Çekme testi

Çekme testi, her demetten, enine doğrultuda alınan test numunesiyla yapılır. Aksine bir anlaşma yoksa, kaplama malzemesi test numunesi üzerinde bırakılacaktır. Ölçü markaları ana malzeme tarafına uygulanacaktır.

9.4 Kesme testi

Her demetten, ekseni haddeleme doğrultusuna dik olan (enine) bir test numunesi alınacak ve kesme testi uygulanacaktır.

Testler, tanınmış standartlara (örneğin; ASTM A 264) göre yapılacaktır.

9.5 Yan eğme testi

Her demetten, ekseni haddeleme doğrultusuna dik olan (enine) bir test numunesi alınacak ve yan eğme testi uygulanacaktır.

9.6 Çentik darbe testi

Çentik darbe testi, ana malzeme için belirtilen durumlarda yapılır. Test numunesi sayısı, parçanın alınması ve test sıcaklığı ana malzemeye uygulanan şartlardaki gibi olacaktır.

9.7 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Tüm levhaların yüzey düzgünlüğü ve boyutları, üretici tarafından kontrol edilecek ve levhanın kenarlarında ve ortasındaki kaplama kalınlığı ölçülecektir. Bütün levhalar son kontrol için sörveyöre sunulacaktır.

9.8 Tahribatsız muayeneler

Ana malzeme ve kaplama malzemesi arasındaki birleşmeyi saptamak üzere, tüm levhaların yüzeylerinin ve kenarlarının üretici tarafından %100 ultrasonik muayeneleri yapılacaktır.

10. Markalama

Tüm levhalar, ana malzeme tarafından aşağıdaki şekilde markalanacaktır:

- Üretici markası,
- Çelik kalitesinin kısaltılmış işareti veya ana malzeme ve kaplama malzemesinin tanımı,
- Ana ve kaplama malzemesinin eriyik numarası,
- Ana ve kaplama malzemesinin kalınlığı,
- Test numunesi numarası.

H. Kalınlık Doğrultusundaki Minimum İstekleri Sağlayan Çelikler

1. Kapsam

Buradaki kurallar; B ve C'de belirtilenlere ilave olarak, kalınlığı 15 mm'ye eşit veya büyük olan ve kalınlık veya "Z" doğrultusundaki, (Şekil 3.8'e bakınız) minimum istekleri sağlaması öngörülen malzemelere uygulanır. Kalınlığı 15 mm'den az olan ürünler de, **TL**'nun kararına bağlı olarak bu kapsama dahil edilebilir.

"Z" kalite çelik olarak da bilinen bu malzemenin, yapım sırasındaki katmansal yırtılma olasılığını en aza indirmek için, kalınlık doğrultusunda zorlanmalara maruz yapı elemanlarında kullanımı tavsiye edilir. İki cins "Z" kalite çelik tanımlanmıştır; normal uygulamalar için Z25 ve daha ağır koşullar için Z35.
Kalınlık doğrultusundaki özellikler, kalınlık doğrultusundaki çekme testindeki kesit daralması değerleri ile karakterize edilir.

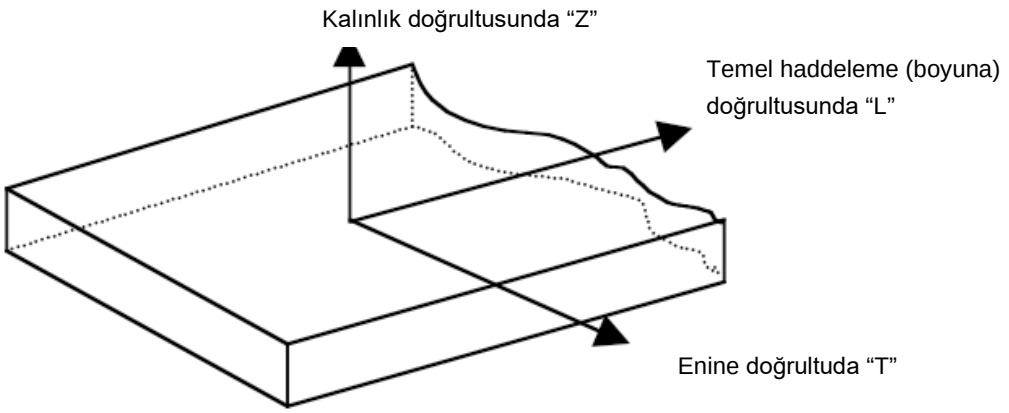
2. Üretim

Tüm malzemeler, "Z" kalite çelik üretimi için **TL** tarafından onaylı üretim yerlerinde üretilecektir.

Onay için Ek A'da verilen yönteme uyulacaktır. , ama kalsiyum kullanımı, vakum gaz giderme, Argon'la karıştırma ve aynı zamanda sürekli döküm sırasında merkez birikintisinin kontrolü gibi çelik üretim tekniklerindeki gelişmeler göz önünde bulundurulmalıdır.

3. Kimyasal Bileşim

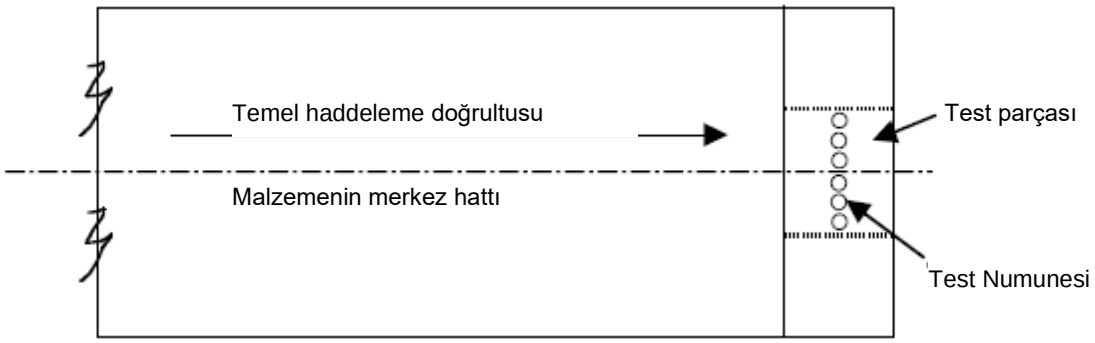
B ve C'de ilgili çelik özellikleri için belirtilen isteklere ilave olarak, pota analizi ile belirlenecek olan maksimum kükürt miktarı % 0,008 olacaktır.



Şekil 3.8 Test doğrultuları şeması

Tablo 3.23 Ürüne ve kükürt miktarına göre demet miktarları

Ürün	S>0.005%	S≤0,005%
Levhalar	Her parça (ana levha)	Aynı döküm, kalınlık ve ısıl işleme tabi tutulan üründen maksimum 50 t
Nominal kalınlığı ≤25 mm olan geniş lamalar	Aynı döküm, kalınlık ve ısıl işleme tabi tutulan üründen maksimum 10 t	
Nominal kalınlığı >25 mm olşan geniş lamalar	Aynı döküm, kalınlık ve ısıl işleme tabi tutulan üründen maksimum 20 t	



Şekil 3.9 Levha ve geniş lama parça alma yerleri

4. Test Prosedürü

B ve C'de ilgili çelik özellikleri için belirtilen isteklere ilave olarak, Test numunelerinin hazırlanması ve test prosedürleri aşağıda belirtilen şekilde olacaktır:

4.1 Test parçalarının alınması

Levhalar ve geniş lamalar için, demeti temsil eden her haddelenmiş parçanın bir ucundan, boyuna merkeze yakın bir yerden bir test parçası alınacaktır. Tablo 3.23 ve Şekil 3.9'a bakınız.

4.2 Çekme test numunelerinin sayısı

Test parçaları 6 test numunesinin çıkarılmasına yetecek büyüklükte olmalıdır. Test parçasından 3 test numunesi hazırlanacak, parçanın kalan kısmı olası yenileme testi için muhafaza edilecektir.

4.3 Çekme test numunesi

4.3.1 Aşağıda belirtilen ölçülere sahip silindirik çekme test numuneleri kullanılacaktır:

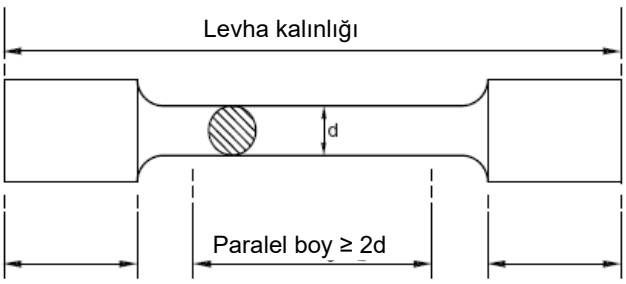
Çap:

- d = 6 mm, ürün kalınlığı 15 mm ile 25 mm arasında ise.
- d =10 mm, ürün kalınlığı 25 mm'den fazla ise.

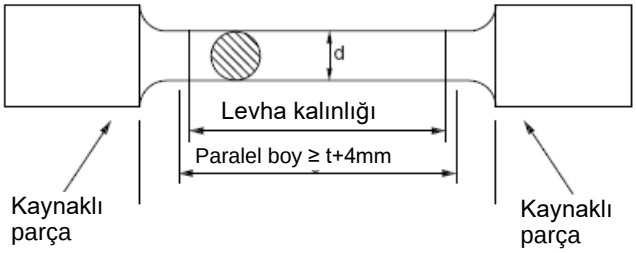
Paralel boy: en az 2 d.

Diğer ölçüler tanınmış standartlara göre olacaktır.

4.3.2 Test numunelerinin hazırlığı Şekil 3.10 ve 3.11'de gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Normal test numunesi



Şekil 3.11 Kaynaklı test numunesi

4.4 Çekme testi sonuçları

Eğer kaynakta veya ısıdan etkilenen bölgede çatlak oluşursa, test geçersiz kabul edilir ve yenilenmesi gerekir.

Kalınlık doğrultısında alınan en az 3 çekme test numunesinin kesit daralması için minimum ortalama değer, ilgili kalitelere göre Tablo 3.24'de verilmiştir. Sadece bir tekil değer minimum ortalama değerin altında olabilir, ancak ilgili kalite için verilen minimum tekil değerden az olamaz. Şekil 3.12'de bakınız.

Minimum tekil değerin altındaki bir değer, reddedilme nedenidir.

Tablo 3.24 Kabul edilebilir kesit daralması değerleri

Kalite	Z25	Z35
Minimum ortalama	%25	%35
Minimum tekil	%15	%25

5. Testin Yenilenme Prosedürü

Şekil 3.12'de testin yenilenmesine izin verilen 3 durum verilmektedir. Bu durumlarda, kalan test parçasından 3 adet ilave çekme test numunesi alınacaktır. 6 çekme testinin ortalaması, gerekli minimum ortalamanın üzerinde olacak, en fazla 2 sonuç minimum ortalamanın altında olabilecektir.

Testin yenilenmesinden sonra sonuç olumsuz olursa, parça ile temsil edilen demet reddedilir veya demet içindeki her parçanın test edilmesi gerekir.

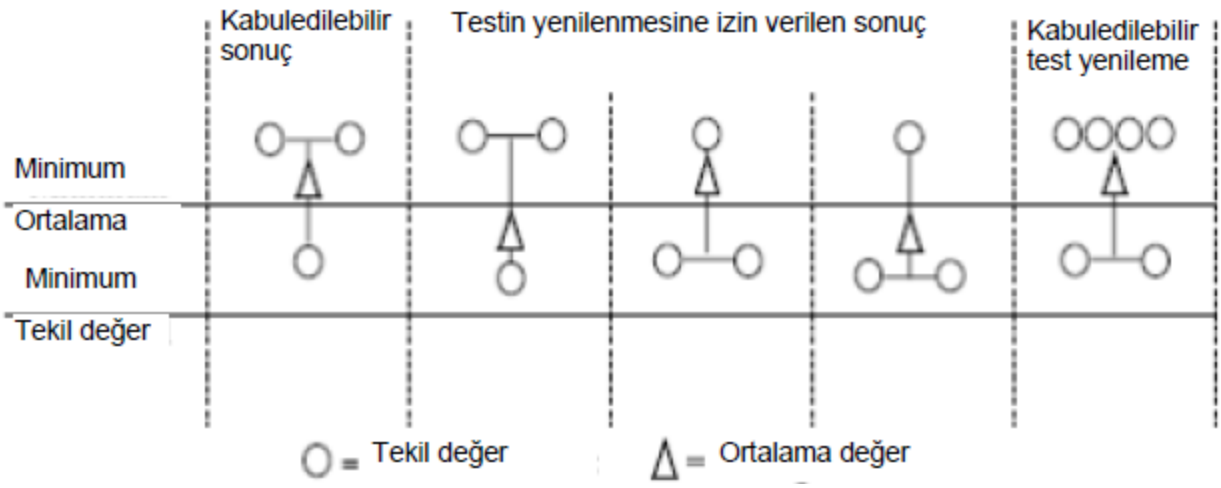
6. Ultrasonik Testler

Ultrasonik testler gerekli olup, bunlar EN 10160 Level S1/E1 veya ASTM A 578/A578M Level C'ye göre yapılacaktır..

Ultrasonik testler, son teslim koşulunda olan her parçada ve 4 MHz prob frekansında yapılmalıdır.

7. Markalama

Buradaki kurallara uygun olan ürünler, B veya C'deki ilgili çelik isteklerine ve ilave olarak malzeme kalitesine eklenen Z25 ya da Z35 işareti ile markalanacaktır, örneğin TL-E32 Z35.



Şekil 3.12 Kabul/red ve testin yenilenme kriterleri diyagramı

8. Sertifikalandırma

B veya C'de verilen ilgili çelik isteklerine ilave olarak, sertifikaya aşağıda belirtilen bilgilerin de dahil edilmesi gerekir:

Kalınlık doğrultusundaki kesit daralması (%) Z25 veya Z35 işaretli çelik kalitesi.

I. Kaynaklı Konstrüksiyonlar için Alaşımsız Yapı Çelikleri

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar minimum akma sınırı en fazla 355 N/mm^2 olan alaşımsız çelikten yapılan kaynaklı konstrüksiyonlarda (örneğin; makina veya tekne yapımında) kullanılacak yassı ürünler, çubuklar ve profillere uygulanır.

1.2 Şaftlar, rotlar, saplama ve cıvatalar ve diğer döner parçaların üretiminde kullanılan haddelenmiş çelik çubuklar için B geçerlidir.

2. Uygun Çelikler

İlgili standartlarda belirtilen istekleri sağlayan aşağıdaki çelikler kullanılabilir:

2.1 EN 10025, EN 10210 ve EN 10219'un aşağıdaki çeşitleri;

- S235'in tüm çeşitleri

Not:
EN 10025:1990+A1:1993'e göre S235 JR ve S235 JR G1 kaliteleri hariçtir.

- S275'in tüm çeşitleri,

- S355'in tüm çeşitleri.

2.2 EN 10025-3'ün kaynağa elverişli taneleri inceltilmiş çeliklerin aşağıdaki kaliteleri:

- S275 N, S275 NL, S355 N, S355 NL (normalize edilmiş veya normalize edici haddelenmiş)

EN 10025-4'ün aşağıdaki kaliteleri:

- S275 M, S275 ML, S355 M, S355 ML (termo-mekanik haddelenmiş).

2.3 Aşağıdaki minimum istekleri sağlayan, uygunluğu **TL** tarafından saptanmış diğer çelikler:

2.3.1 Eriyik analizinde kimyasal bileşimi (%) aşağıdaki sınır değerleri aşmayan çelikler.

C	Mn	Si	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo
0,22	1,70	0,55	0,040	0,040	0,30	0,20	0,40	0,08

Buna ek olarak taneleri inceltilmiş yapı çelikleri yeterli miktarda ince tane oluşturan elementleri içermelidir (örneğin; Al, Nb, V veya Ti).

2.3.2 Kopma uzaması A_5, boyuna test numunelerinde en az %20, enine test numunelerinde en az %18 olmalıdır.

2.3.3 Taneleri inceltilmiş yapı çeliklerinde, ISO V boyuna çentik darbe test numunelerinin aşağıda belirtilen test sıcaklıklarında çentik darbe enerjisi en az 27 jul (ortalama değer) olmalıdır:

-20°C normalize edilmiş, normalize edici haddelenmiş veya termo-mekanik haddelenmiş durumda teslim edilen ürünlerde;

0°C haddelenmiş durumda teslim edilen ürünlerde

3. Teslim Koşulları ve Isıl İşlem

Taneleri inceltilmiş yapı çeliklerinden yapılan, düz ürünler (levhalar ve lamalar), normalize edilmiş, normalize edici haddelenmiş veya termo mekanik haddelenmiş durumda teslim edilir. Diğer ürünler için siparişte başka türlü istenmemişse, standartlardaki veriler uygulanır.

4. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar

Burada A.6 aşağıdaki ekle birlikte uygulanır.

Levhalar, şeritler ve geniş lamalarda, anma kalınlığına uygulanan eksi toleranslar için siparişte başka türlü belirtilmemişse Tablo 3.2'de verilen değerler geçerlidir.

5. Testler ve Testlerin Kapsamı

Aşağıdaki testler uygulanacaktır:

5.1 Kimyasal bileşim testi

Üretici, her eriyikteki kimyasal bileşimini belirlemeli ve bununla ilgili bir sertifika hazırlamalıdır.

5.2 Çekme testi

5.2.1 Mekanik özellikler çekme testi ile doğrulanır.

Test numunesi alınması için; potaya uygun olarak aynı formda şekil verilmiş olan, kalınlıkları akma sınırına göre belirlenen saha içinde kalan ürünler; ağırlıkları 40 t'dan fazla olmayan test demetleri halinde birleştirilir. Test demeti içindeki en kalın parçadan bir test numunesi alınır. Bu halde genişlikleri ≥600 mm. olan levha ve geniş lamalarda haddeleme doğrultusuna dik olan (enine) ve diğer ürünlerde dik (enine) veya paralel test numunesi çıkarılır.

5.2.2 Eğer levhalar tekil olarak test ediliyorsa, bunlara ait istekler siparişte belirtilecektir.

5.3 Çentik darbe testi

Taneleri inceltilmiş çeliklerden yapılan ürünlerde Charpy-V boyuna çentik darbe test numuneleri ile standartlara göre veya 2.3.3'te verilen test sıcaklıklarına göre test edilir. Levhalarda, tekil olarak test edileceğine dair bir anlaşma yoksa, 5.2.1'e göre test demetinin en kalın parçasından bir test numunesi seti alınacaktır. Test, kalınlıkları ≥6 mm. olan ürünlerde yapılacaktır.

5.4 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Yüzey düzgünlüğü ve boyutlar üretici tarafından kontrol edilecektir. İstek halinde, ürünler son kontrol için sörveyöre sunulacaktır.

J. Konteyner Gemilerinde Çok Kalın Çelik Levhaların Kullanımıyla ilgili Gereklilikler

1. TL-EH47 Çelik Levhalarının Uygulanması

1.1. Kapsam

1.1.1 Genel

1.1.1.1 Bu alt bölüm IACS UR S33'de belirtilen, TL-EH47 ve gevreklik çatlağı durdurma çeliklerini tanımlar.

1.1.1.2 Bu alt bölümde aksi belirtilmedikçe, IACS UR W11 uygulanacaktır.

1.1.2 TL- EH47 çelikleri

1.1.2.1 TL- EH47 olarak gösterilen levhalar minimum akma sınırı 460 N/mm^2 olan levhaları tarif eder.

1.1.2.2 TL-EH47 çeliği konteyner gemilerinin üst güverteleri bölgesine (ambar mezarnası, ambar mezarnası üstü ve bunlara bağlı boyuna elemanlara) uygulanabilir. TL-EH47 çeliğinin diğer tekne yapılarına uygulanması özel olarak değerlendirilecektir.

1.1.2.3 Bu alt bölümde, konteyner gemilerinin üst güverte bölgelerinde kullanımı amaçlanan, kalınlığı 50 mm – 100 mm arasında olanTL- EH47 çelik levhalar ile ilgili istekler verilmektedir. Bu kalınlık aralığı dışındaki TL- EH47 çelik levhalar, **TL** tarafından özel olarak değerlendirilecektir

1.1.3 Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri

1.1.3.1 Gevreklik çatlağı işareti; IACS UR W11'de belirtilen TL- EH36 ve TL- EH 40 çelikleri ile bu alt bölümde tanımlanan ek gevreklik çatlağı durdurma isteklerini ve özelliklerini karşılayan, bu alt bölümde belirtilen TL - EH47 çeliklerine verilebilir.

1.1.3.2 Gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin uygulanması, konteyner gemilerinin üst güverte bölgesindeki boyuna yapı elemanlarını (ambar mezarnası, üst güverte, ambar mezarnası üstü ve bunlara bağlı boyuna elemanlar, vb.) kapsayan IACS UR S33 ile uyumlu olacaktır.

1.1.3.3 Gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin kalınlık aralığı, bu alt bölümdeki Tablo 3.27'de belirtildiği gibi, 50 mm-100 mm'dir.

1.2. Malzeme Özelikleri

1.2.1 TL- EH47 çelikleri

TL-EH47 çelikleri için malzeme özelikleri Tablo 3.25 ve Tablo 3.26'da belirtilmiştir..

1.2.2 Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri

1.2.2.1 Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri, gevreklik çatlağı durdurma tokluğu K_{ca} veya çatlak durdurma sıcaklığı (CAT) ile ölçülen, gevreklik çatlağı durdurma özellikli çelik levhalar olarak tanımlanır.

1.2.2.2 TL- EH36 ve TL- EH40 için IACS UR W11'de ve TL- EH47 için bu alt bölümdeki Tablo 3.26'daki gerekli mekanik özelliklere ilave olarak, gevreklik çatlağı

durdurma çelikleri, bu alt bölümdeki Tablo 3.27 ve Tablo 3.28'de belirtilen isteklere uygun olacaktır.

1.2.2.3 Ürünlerin Tablo 3.27'de belirtilen gevreklik çatlağı durdurma özellikleri, **TL** onaylı prosedüre göre değerlendirilecektir. **TL** ile aksine bir anlaşma yapılmadıkça, test numuneleri her bir parçadan alınacaktır (yani, IACS UR W11'de tanımlandığı üzere, "doğrudan levha olarak haddeleniyorsa, her kütük veya ingot'tan üretilen hadde ürünü").

1.3. Üretim Onay Sistemi

1.3.1 TL- EH47 çelikleri

TL- EH47 çeliklerinin üretim onay sistemi, bu bölümün Ek 2'sine göre olacaktır.

1.3.2 Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri

Gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin üretim onay sistemi, bu bölümün Ek 3'üne göre olacaktır.

1.4. Kaynak Prosedürü Vasıflandırma Testi

1.4.1 TL- EH47 çelikleri

1.4.1.1 Genel

Bu alt bölümde belirtilmeyen onaylanacak test parçaları, test yöntemleri ve kabul kriterleri, **TL** prosedürlerine göre olacaktır.

1.4.1.2 Onay kapsamı

Onay kapsamı, Kısım 3 Kaynak Bölüm 12.F'e uygun olacaktır.

1.4.1.3 Darbe testi

Darbe testi, Kısım 3 Kaynak Bölüm 12.F'e uygun olacaktır. -20°C'de 64 J değeri sağlanacaktır

1.4.1.4 Sertlik

Kısım 3 Kaynak Bölüm 12.F'de belirtilen HV10 değeri, 350'yi aşmayacaktır. Ölçüm noktaları, Kısım 3 Kaynak Bölüm 12.F'de istenilen noktalara ilave olarak, kalınlığın orta noktasını da kapsayacaktır.

1.4.1.5 Çekme testi

Enine çekme testndeki çekme mukavemeti, 570 N/mm^2'den az olmayacaktır.

1.4.1.6 Gevreklik kırılması başlama testi

Derin çentik testi veya CTOD testi gerekebilir.

Test yöntemi ve kabul kriterleri, **TL** tarafından onaylanacaktır.

Tablo 3.25 Gevreklik çatlağı durdurma özelliği olmayan TL- EH47 çelikleri için kimyasal bileşim ve deoksidasyon yöntemi

Kalite	**TL- EH 47**
Deoksidasyon yöntemi	Söndürülmüş ve ince tane işlemi görmüş
Kimyasal bileşim % (pota numuneleri) (6) (7)	
C maks.	0.18
Mn	0.90 – 2.00
Si maks.	0.55
P maks.	0.020
S maks.	0.020
Al (asitte çözünür min.)	0.015 (1) (2)
Nb	0.02 – 0.05 (2) (3)
V	0.05 – 0.10 (2) (3)
Ti maks.	0.02 (3)
Cu maks.	0.35
Cr maks.	0.25
Ni maks.	1.0
Mo maks.	0.08
C_{eq} maks.(4)	0.49
Pcm maks.(5)	0.22

Notlar:

1. *Asitte çözünür miktarı yerine toplam alüminyum miktarı belirlenebilir. Bu durumda, toplam alüminyum miktarı % 0,020'den az olmayacaktır.*
2. *Çelik, tek tek veya kombinasyonlar halinde alüminyum, niyobyum, vanadyum veya diğer tane inceltici elementler içerir. Tek tek kullanımı halinde, çelik belirtilen minimum miktarda tane inceltici element içerecektir. Kombinasyon halinde kullanımıdurumunda tane inceltici bir elementin belirtilen minimum miktarı uygulanmaz.*
3. *Toplam niyobyum, vanadyum ve titanyum miktarı % 0,12'yi aşmayacaktır.*
4. *C_{eq} karbon eşdeğeri pota analizinden, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanacaktır:*

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (\%)$$

5. *P_{cm} soğuk çatlak duyarlılığı değeri, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanacaktır:*

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B(\%)$$

6. *TL onayına tabi olarak, çelik üretim yönteminin gereği olarak, herhangibir diğer element ilavesi yapılmışsa, bunun miktarı, üretim muayene sertifikasında belirtilecektir.*
7. *TL onayına tabi olmak üzere, belirtilen kimyasal bileşimden farklılıklara izin verilebilir.*

Tablo 3.26 Gevreklik çatlağı durdurma özelliği olmayan TL- EH47 çelikleri için teslim koşulu, kalite ve mekanik özellikler (1)

Teslim koşulu	Kalite	Çekme testi			Darbe testi			
		Akma muk. (N/mm^2) min.	Çekme muk. (N/mm^2)	Uzama (%) min	Test sıc. (°C)	Ortalama darbe enerjisi (J) min.		
						50 < t ≤ 70	70 < t ≤ 85	85 < t ≤ 100
						boyuna	boyuna	boyuna
TMCP **(2)**	TL-EH47	460	570-720	17	-40°C	53	64	75

t: kalınlık (mm)

Notlar:

1. *Gevreklik çatlağı durdurma özellikli TL- EH47 çelikleri ile ilgili ilave istekler, bu alt bölümün 2.2 maddesinde verilmiştir.*
2. *Diğer teslim koşulları **TL** Prosedürleri'ne göre olacaktır*

Tablo 3.27 Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri için gevreklik çatlağı durdurma özellikleri istekleri

Çelik kalitesine ek işaret **(1)**	Kalınlık aralığı (mm)	Gevreklik çatlağı durdurma özellikleri **(2) (6)**	
		Gevreklik çatlağı durdurma tokluğu K_{ca} - 10°C ($N/mm^{3/2}$) 'da **(3)**	Çatlak durdurma sıcaklığı CAT (°C) **(4)**
BCA 1	50 < t ≤ 100	6,000 min.	-10 veya altı
BCA 2	80 < t ≤ 100 **(7)**	8,000 min.	**(5)**

t : kalınlık

Notlar:

1. *Çelik kalite işaretine "BCA1" veya "BCA2" ek işareti konulacaktır (örneğin; TL- EH40-BCA1,TL- EH47-BCA1, TL-EH47-BCA2, vb.).*
2. *Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri için, gevreklik çatlağı durdurma özellikleri, gevreklik çatlağı durdurma tokluğu K_{ca} veya çatlak durdurma sıcaklığı (CAT) ile doğrulanacaktır.*
3. *K_{ca}.değeri, bu bölümün Ek 4'ünde belirtilen gevreklik çatlağı durdurma testi ile elde edilecektir.*
4. *CAT değeri,bu bölümün Ek 5'inde belirtilen test yöntemi ile elde edilecektir.*
5. *Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri için, Kca=8,000 $N/mm^{3/2}$'ye karşılık gelen CAT kriteri **TL** tarafından onaylanacaktır.*
6. *Ürün testi için küçük ölçekli testler uygulandığı hallerde (demet testi), bu test yöntemleri, bu bölüm Ek 5'e göre **TL** tarafından onaylanacaktır.*
7. *Daha düşük kalınlıklar, **TL** kararına bağlı olarak, onaylanabilir.*

Tablo 3.28 Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri için kimyasal bileşim ve deoksidasyon yöntemi

Kalite	TL-EH36-BCA TL-EH40-BCA	TL- EH47-BCA
Deoksidasyon yöntemi	Söndürülmüş ve ince tane işlemi görmüş	
Kimyasal bileşim % (1)(7)(8) (pota numuneleri)		
C maks.	0.18	0.18
Mn	0.90-2.00	0.90-2.00
Si maks.	0.50	0.55
P maks.	0.020	0.020
S maks.	0.020	0.020
Al (asitte çözünür min.)	0.015 (2) (3)	0.015 (2) (3)
Nb	0.02-0.05 (3) (4)	0.02-0.05 (3) (4)
V	0.05-0.10 (3) (4)	0.05-0.10 (3) (4)
Ti maks.	0.02 (4)	0.02 (4)
Cu maks.	0.50	0.50
Cr maks.	0.25	0.50
Ni maks.	2.00	2.00
Mo maks.	0.08	0.08
Ceq maks.(5)	0.47 0.49	0.55
Pcm maks.(6)	-	0.24

Notlar:

1. *IACS UR W11 ve bu alt bölümdeki Tablo 3.25'de belirtilen kimyasal bileşimlere bakılmaksızın, gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin kimyasal bileşimi bu alt bölümdeki Tablo 3.28'e uygun olacaktır.*
2. *Asitte çözünür miktarı yerine toplam alüminyum miktarı belirlenebilir. Bu durumda, toplam alüminyum miktarı % 0,020'den az olmayacaktır.*
3. *Çelik, tek tek veya kombinasyonlar halinde alüminyum, niyobyum, vanadyum veya diğer tane inceltici elementler içerir. Tek tek kullanımı halinde, çelik belirtilen minimum miktarda tane inceltici element içerecektir. Kombinasyon halinde kullanımıdurumunda tane inceltici bir elementin belirtilen minimum miktarı uygulanmaz.*
4. *Toplam niyobyum, vanadyum ve titanyum miktarı % 0,12'yi aşmayacaktır.*
5. *C_{eq} karbon eşdeğeri pota analizinden, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanacaktır*

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (\%)$$

6. *P_{cm} soğuk çatlak duyarlılığı değeri, aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanacaktır:*

$$P_{cm} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B(\%)$$

7. ***TL** onayına tabi olarak, çelik üretim yönteminin gereği olarak, herhangibir diğer element ilavesi yapılmışsa, bunun miktarı, üretim muayene sertifikasında belirtilecektir.*
8. ***TL** onayına tabi olmak üzere, belirtilen kimyasal bileşimden farklılıklara izin verilebilir.*

1.4.2 Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri

1.4.2.1 Genel

50 kJ/cm'nin üzerindeki yüksek ısı girişli işlemler hariç olmak üzere, BCA çelikleri dışındaki çelikler için, Kaynak Prosedür Şartnamesinin (WPS) **TL** tarafından onaylanmış olduğu hallerde, bu alt bölüm Tablo 3.27'de belirtilen "BCA1" veya "BCA2" işareti verilen aynı kalitedeki çeliklerin aynı kaynak prosedürüne, adı geçen WPS uygulanır.

Aşağıdaki 4.2.2 maddesi dışında, bu alt bölüm Tablo 3.27'de belirtilen "BCA1" veya "BCA2" işareti hariç olmak üzere, gevreklik çatlağı durdurma çelikleri için kaynak prosedürü vasıflandırma testi istekleri, her çelik kalitesi ile ilgili isterlere göre olacaktır.

1.4.2.2 Sertlik

Gevreklik çatlağı durdurma özellikli TL- EH47 çelikler için, Kısım 3 Kaynak Bölüm 12.F'de belirtilen, HV10 değeri 380'i aşmayacaktır ve ölçüm noktaları, Kısım 3 Kaynak Bölüm 12.F'de istenilenlere ilave olarak, kalınlığın orta konumunu da içerecektir.

1.5. Üretim Kaynağı

1.5.1 TL- EH47 çelikleri

1.5.1.1 Kaynakçılar

TL- EH47 çeliklerde kaynak işlemleri yapan kaynakçılar , Kısım 3 Kaynak Bölüm 12.F'de belirtilen kaynakçı vasıflandırmasına sahip olacaktır.

1.5.1.2 Kısa kaynak dikişi

Punta ve tamir kaynağındaki kısa kaynak dikişi uzunluğu 50 mm'den az olmayacaktır.
P_{cm}'nin 0,19'a eşit veya küçük olduğu hallerde, TL'nun onayı ile 25 mm'lik kısa kaynak dikişi uzunluğu uygulanabilir.

1.5.1.3 Ön ısıtma

Hava sıcaklığının 5°C veya daha düşük olduğu hallerde, ön ısıtma 50°C veya üzerinde olacaktır.

P_{cm}'nin 0,19'a eşit veya küçük olduğu ve hava sıcaklığının 5°C'nin altında ancak 0°C'nin üstünde olduğu hallerde, TL'nun onayı ile alternatif ön ısıtma istekleri uygulanabilir.

1.5.1.4 Kaynak sarf malzemeleri

Bu alt bölümde belirtilmeyen onay prosedürleri, onaylanacak test parçaları, test yöntemleri ve kabul kriterleri, IACS UR W17'ye göre olacaktır.

TL- EH47 çelik levhaları ile ilgili kaynak sarf malzemelerinin özellikleri, Tablo 3.29'a uygun olacaktır.

Tablo 3.29 Kaynak sarf malzemeleri için erimiş metal testi mekanik özellikleri

Mekanik özellikler			Darbe testi	
Akma muk. (N/mm^2) min.	Çekme muk. (N/mm^2)	Uzama (%) min.	Test sıc. (°C)	Ortalama darbe enerjisi (J) min.
460	570-720	19	-20	64

Alın kaynaklı birleştirmeler için sarf malzemesi testleri Tablo 3.30'a göre olacaktır.

Tablo 3.30 Kaynak sarf malzemeleri için alın kaynaklı birleştirmelerin mekanik özellikleri

Çekme muk. (N/mm^2)	Eğme testi oranı: D/t	Charpy V-çentik darbe testi	
		Test sıc. (°C)	Ort. emilen enerji (J) min.
570-720	4	-20	64

1.5.1.5 Diğerleri

Nihai kaynak işlemi, zararlı kusurlar kalmayacak şekilde özel dikkat verilerek yapılacaktır.

Jig elemanları herhangibir kusur oluşmayacak şekilde tamamen sökülecek, aksi halde elemanlara yapılacak işlemler TL tarafından onaylanacaktır.

1.5.2 Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri

Gevreklik çatlağı durdurma çelikleri ile ilgili kaynak işlemleri (ilgili kaynakçıların vasıflandırılması, kısa kaynak dikişi, ön ısıtma, kaynak sarf malzemesinin seçimi, vb.) bu alt bölüm Tablo 3.27'de belirtilen "BCA1" veya "BCA2" işareti hariç olmak üzere, her çelik kalitesi ile ilgili isterlere göre olacaktır.

2. Konteyner Gemilerinde Çok Kalın Çelik Levhaların Kullanılması için Gereklilikler

2.1 Uygulama

2.1.1 Genel

2.1.1.1 Bu alt bölüm, sırasıyla 2.1.2 ve 2.1.3 maddelerinde açıklanan çelik kalitesi ve çelik kalınlığına sahip son derece kalın çelik plakaları içeren konteyner gemileri için zorunludur .

2.1.1.2 Bu kural boyuna elemanlarda kullanılan son derece kalın çelik levhaların gevrek kırılmasını önlemek için alınacak önlemleri tanımlar.

2.1.1.3 Bu kural, çatlakların başlamasını ve yayılmasını önlemek için konteyner gemilerinin aşırı kalın plakalarına uygulanacak aşağıdaki yöntemleri tanımlar:

- İnşa sırasında 2.2'de detaylandırılan Tahribatsız Muayene (NDT),

- Teslimattan sonra 2.3'te detaylandırılan periyodik NDT, - 2.4'te detaylandırılan kırılgan çatlak durdurma tasarımı.

2.2, 2.3 ve 2.4'te belirtilen önlemlerin uygulanması Ek 1'e göre olacaktır.

2.1.1.4 Bu kural, üst güverte bölgesindeki boyuna elemanlarda son derece kalın çelik levhaların kullanılması ile ilgili temel kavramlarını verir.

2.1.1.5 Bu alt bölümün uygulaması için, üst güverte bölgesi, üst güverte kaplaması, ambar mezarnası yan kaplaması, ambar mezarnası üst kaplaması ve bunlara bağlı boyuna elemanlar anlamına gelir.

2.1.2 Çelik kalitesi

2.1.2.1 Bu alt bölüm, üst güverte bölgesinde boyuna yapısal elemanlar için TL-EH36, TL-EH40 ve TL-EH47 çelik levhalarından herhangi birinin kullanıldığı durumlarda uygulanacaktır.

Not:
TL-EH36, TL-EH40 ve TL-EH47; IACS UR *W11* *ve* IACS UR *W31 'de tanımlanan: çeliğin belirtilen minimum akma sınırını sırasıyla 355, 390 ve 460 N/mm^2 olarak ifade etmektedir.*

2.1.2.2 TL-EH47 çelik levhalarının kalitesi, üst güverte sacı boyuna yapısal elemanlarda kullanılması durumunda, Tablo 3.26 (IACS UR W31)'de tanımlandığı gibi olacaktır.

2.1.3 Kalınlık

2.1.3.1 50mm'den kalın ve 100mm'den daha ince çelik levhalar için, 2.2, 2.3 ve 2.4 'te belirtilen gevrek kırılma başlangıcı ve yayılmasının önlenmesi için önlemler alınacaktır.

2.1.3.2 100mm'yi aşan kalınlıklardaki çelik levhalarda, gevrek kırılma başlangıcının ve yayılmasının önlenmesi için uygun önlemler **TL** tarafından her biri durum için özel olarak değerlendirilecektir.

2.1.4 Tekne yapısı (dizayn amaçlı)

2.1.4.1 Malzeme faktörü k

TL-EH36 ve TL-EH40 çeliklerin malzeme faktörleri sırasıyla 0.72 ve 0.68 alınacaktır.

Tekne kiriş mukavemet değerlendirmesi için TL-EH47 çeliğinin malzeme faktörü k=0.62 olarak alınacaktır.

2.1.4.2 Yorulma değerlendirmesi

Boyuna yapısal elemanların yorulma değerlendirmeleri **TL** tarafından her bir durum için ayrı ayrı yapılacaktır.

2.1.4.3 Yapısal dizaynın ayrıntıları

Teçhizat ve tekne bünyesi arasındaki bağlantı detaylarında olduğu gibi yapısal elemanlara kullanılan son derece kalın çelik levhalarının konstrüksiyon detaylarına özellikle önem verilecektir. Bağlantı detayları **TL** gereksinimleri ile uyumlu olacaklardır.

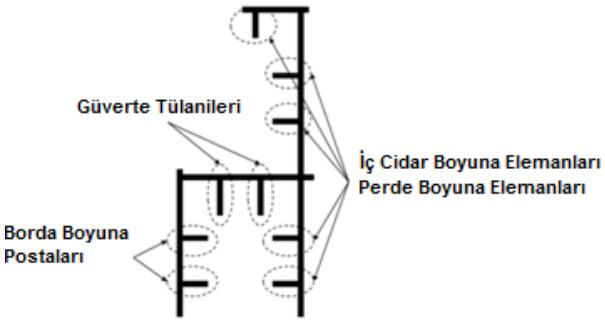
2.2 Üretim sırasında tahribatsız muayeneler (Ek 1 Önlem No 1)

EK 1'de üretim sırasında tahribatsız muayene (NDT) gerektiği durumlarda, NDT 2.2.1 ve 2.2.2'ye göre olacaktır. 2.4.3.1(e)'de belirtildiği gibi genişletilmiş NDT uygun standarta göre yapılacaktır.

2.2.1 Genel

2.2.1.1 IACS UR W33'e göre ultrasonik test (UT),kargo ambarı bölgesindeki tüm üst flençteki boyuna yapısal elemanların bloktan bloğa alın birleşimlerinde uygulanacaktır. Üst flenç boyuna yapısal elemanları; iç cidar/perdenin en üst sıralarını, şiyer sırasını, ana güverteyi, mezarna levhasını, mezarna üst levhasını ve bunlara bağlı tüm boyuna stifnerleri kapsar.

Bu elemanlar Şekil 3.14'te belirtilmiştir.



Şekil 3.14 Üst flenç boyuna yapısal elemanları

2.2.2 UT'nin kabul kriterleri

2.2.2.1 UT'nin kabul kriterleri, IACS UR W33'e göre olacaktır.

2.2.2.2 Kabul kriterleri, ilgili gevrek kırılma başlangıcı önleme prosedürü dikkate alınarak ayarlanabilir. Eğer bu IACS UR W33'den daha katı bulunursa UT prosedürü daha katı hassasiyete göre düzenlenecektir.

2.3. Teslimden sonra periyodik NDT (Ek 1 Önlem No.2)

Teslimden sonra periyodik NDT gerekiyorsa, NDT; 2.3.1, 2.3.2 ve 2.3.3'e göre olacaktır.

2.3.1 Genel

2.3.1.1 NDT prosedürü, IACS UR W33 paragraf 1.1'deki yeni inşa için uygulanabilirlik maddesine bakılmaksızın IACS UR W33'e göre olacaktır.

2.3.2 UT zamanlaması

2.3.2.1 UT yapıldığında, sörvey sıklığı **TL** gerekliliklerine göre olacaktır.

2.3.3 UT kabul kriterleri

2.3.3.1 UT yapıldığıda, UT'nin kabul kriterleri IACS UR W33 paragraf 1.1'deki yeni inşa için uygulanabilirlik maddesine bakılmaksızın IACS UR W33'e göre olacaktır.

2.4. Gevrek çatlak yakalama dizaynı (Ek 1 Önlem No.3, 4 ve 5)

2.4.1 Genel

2.4.1.1 2.4'te detayları verilen gevrek çatlak durdurma çeliği yöntemi; ek 1'in 3, 4 ve 5 numaralı önlemleri uygulandığında ve üst güvertenin çelik sınıfı malzemesi TL-EH40'tan yüksek olmadığında kullanılabilir.

2.4.1.2 Gevrek çatlak yayılmasını önlemek için alınacak tedbirler; kargo ambarı bölgesinde uygulanacaklardır. Gevrek çatlak yakalama dizaynı bu önlemlerin kullanıldığı dizayn anlamındadır.

2.4.1.3 Madde 2.4'te verilen önlemler genel olarak bloktan bloğa bağlantılarda uygulanır ancak çatlakların bu birleşimler dışında da oluşabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle uygun önlemler 2.4.2.1 (b) (ii)'de belirtilen durumlar için göz önünde bulundurulmalıdır.

2.4.1.4 Gevrek çatlak durdurma çeliği madde 1 (IACS UR W31) 'de tanımlanmıştır

2.4.2 Gevrek çatlak yakalama dizaynı için fonksiyonel gereklilikler

2.4.2.1 Gevrek çatlak yakalama dizaynıçatlağın yayılmasının uygun pozisyonda yakalamak ve tekne kirişinde daha büyük ölçekli kırılmayı önlemektir.

(a) Gevrek çatlak başlangıcı ve yayılması için en çok endişe duyulan yerler, ya ambar ağzı tarafı mezarnasında yada üst güverte kaplamasında olmak üzere bloktan bloğa alın kaynaklı eklemlerdir. Blok imalatında, derzlerin hizalandığı diğer konumlar da, alın kaynak bağlantıları boyunca çatlak başlatma ve yayılma için daha yüksek fırsat sunabilir.

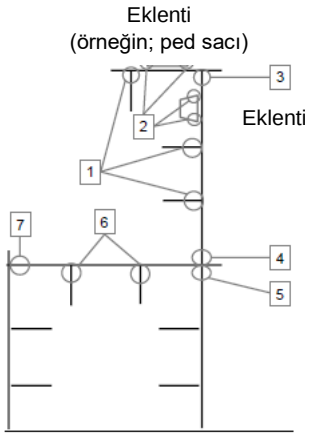
(b) Aşağıdaki durumların her ikisi de göz önünde bulundurulacaktır:

(i) Gevrek çatlak; alın birleşimi doğrultusunda devam ediyorsa, ve

(ii) Alın birleştirmeleri içinde gevrek çatlak başlaması ve kaynaktan ayrılarak levhaya ilerlemesi veya gevrek çatlağının başka bir kaynakta başlaması (diğer kaynakların tanımı için alttaki şekle bakınız) ve levhaya nüfuz etmesi.

***. “Diğer kaynak” aşağıdakileri içerir (bakınız Şekil 3.15)

1. Üst levhası ve boyuna elemanlar dahil olarak ambar mezarnası yan sacı arasındaki iç köşe kaynağı;
2. Üst levhası ve boyuna elemanlar dahil olarak ambar mezarnazı yan sacı ve eklentiler (yani ambar yan sacının üst levhası ve ambar kapağı ped levhası arasındaki iç köşe kaynağı) arasındaki iç köşe kaynağı;
3. Ambar mezarnası yan sacının üst levhası ve ambar mezarnası yan sacı arasındaki iç köşe kaynağı;
4. Ambar mezarnası yan sacı ve üst güverte levhası arasındaki iç köşe kaynağı;
5. Üst güverte levhası ve teknenin iç kısımları/ perdeler arasındaki iç köşe kaynağı;
6. Üst güverte levhası ve boyuna elemanlar arasındaki iç köşe kaynağı; ve
7. Şiyer sırası ve üst güverte levhası arasındaki iç köşe kaynakları.



Şekil 3.15 Diğer Kaynak Alanları

2.4.3 Gevrek çatlak yakalama dizaynına ait kavramsal örnekler

2.4.3.1 Aşağıdakiler gervrek çatlak yayılmasını önlemek için gevrek çatlak yakalama dizaynında kullanılabilecek önlemlere ait kabul edilebilir örnekler olarak düşünülecektir.

Detay dizayn düzenlemeleri onay için **TL**’na sunulacaktır. Diğer önlemler **TL**’nin gözden geçirmesi için göz önüne alınabilir ya da kabul edilebilir.

4.2.1(b)(ii) için gevrek çatlak yakalama dizaynı :

(a) Gevrek çatlak yakalama çeliği, mezarnadan başlayan ve alttaki yapıya yayılan gevrek çatlağı yakalamaya uygun şekilde kargo ambarı bölgesi boyunca üst güverte sacı için kullanılacaktır.

4.2.1(b)(i) için gevrek çatlak yakalama dizaynı:

(b) Ambar mezarnası yan sacının ve üst güvertenin bloklar arasındaki alın kaynağı birleşimleri ötelenmiş olmaları halinde, öteleme miktarı 300 mm’ye eşit ya da daha büyük olması gerekir. Ambar mezarnası yan sacına gevrek çatlak durdurma çeliği konulacaktır.

(c) Çatlak yakalama delikleri; ambar ağzı tarafı mezarna kaynağının güverte kaynağı ile birleştiği bölgede bloktan bloğa alın kaynakları doğrultusunda konulduysa, alın kaynağının alt nihayetine ait yorulma mukavemeti değerlendirilecektir

Gevrek çatlağın kaynak hattından üst güverteye ya da ambar ağzı mezarnası yan sacına doğru ilerleyişi ihtimaline karşılık ek karşı önlemler alınacaktır.

(d) Gevrek çatlak yakalama çeliğine yakalama insert levhaları ya da yüksek çatlak yakalama sertlik özelliklerine sahip kaynak metal insertlerinin; bloktan bloğa alın kaynakları boyunca, ambar ağzı tarafı mezarna kaynağının güverte kaynağı ile birleştiği bölgede konulduğu durumda, gevrek çatlağın kaynak hattından üst güverteye ya da ambar ağzı mezarnasına doğru ilerleyişi ihtimaline karşılık ek karşı önlemler alınacaktır. Bu karşı önlemler gevrek çatlak yakalama çeliğinin ambar mezarnası yan sacına uygulanmasını içerecektir.

(e) 2.2'de belirtilen standart UT tekniğinin yerine, genişletilmiş NDT, (özellikle daha katı kusur kabulü ile time of flight diffraction (TOFD) tekniği) (b), (c) ve (d)'ye alternatif olabilir.

2.4.4 Gevrek çatlak yakalama çeliği seçimi

2.4.4.1 Konteyner gemilerinin üst güverte bölgesinde kullanılan gevrek çatlak yakalama çeliği BCA1 ve BCA2 eklerinin IACS UR W31'de tanımlandığı durumda Tablo 3.31'e uygun olmalıdır.

2.4.4.2 Gevrek çatlak durdurma çelik özelliği, kalınlığı 50 mm'nin üzerinde olan her bir yapı elemanı için Tablo 3.31'e göre seçilecektir.

2.4.4.3 Tablo 3.31'de belirtilen gevrek çatlak durdurma çelikleri kullanıldığında, ambar mezarnası yanı ile üst güverte arasındaki kaynak bağlantıları, **TL** tarafından onaylanmış kısmi penetrasyonlu kaynak detayları olacaktır.

Gemi blok bağlantılarının yakınında, çatlak yayılmasını önlemek için ilave araçların uygulanması ve bu bağlantı alanında **TL** tarafından kabul edilmesi koşuluyla güverte ve ambar mezarnası yan bağlantısı için alternatif kaynak detayları kullanılabilir.

Tablo 3.31 Yapısal elemanların işlevi ve kalınlığına göre gevrek çatlak yakalama çelik gereklilikleri

Yapısal elemanları sacı (*)	Kalınlık (mm)	Gevrek çatlak yakalama çeliği gerekliliği
Üst güvertw	50 < t ≤ 100	Steel grade TL-EH36 or 40 with suffix BCA1
Ambar mezarnası yanı	50 < t ≤ 80	Steel grade TL-EH40 or 47 with suffix BCA1
	80 < t ≤ 100	Steel grade TL-EH 40 or 47 with suffix BCA2
(*) Bağlı boyuna elemanlar hariç		

K. Tekne Yapım Çeliklerinin Üretim Onayı

1. Tekne yapım çelikleri için yarı mamüllerin üretim onayı Ek A1 (IACS UR W11)'e göre yapılacaktır.

2. Tekne yapım çeliklerinin üretim onayı Ek A2 (IACS UR W11)'e göre yapılacaktır.

3. Yüksek ısı girdisi ile kaynak yapılması amaçlanan tekne yapım çelikleri için üretici onayı Ek B (IACS UR W11)'e göre yapılacaktır.

Ek 1

Aşırı kalın çelik levhalar için önlemler

Aşağıdaki tabloda gösterilen kalınlık ve akma mukavemeti değerleri, ambar ağzı mezarnası üst sacı ve yan sacına uygulanır ve 2.4.3.1'de verilen karşı önlemlerin uygulanması için kontrol parametreleridir. Bu kontrol parametreleri üst güverte için geçerli değildir.

Eğer mezarna üst sacı ve yan sacı mevcut kalınlığı tabloda belirilen değerlerin aşağısındaysa, karşı önlemler üst güvertenin kalınlığına ve akma mukavemetine bağlı olmaksızın gerekli görülmeyecektir.

Akma Mukavemeti (kgf/mm^2)	**Kalınlık (mm)**	**Seçenek**	**Önlemler**			
			1	**2**	**3+4**	**5**
36	50 < t ≤ 85	-	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	85 < t ≤ 100	-	X	N.A.	N.A.	N.A.
40	50 < t ≤ 85	-	X	N.A.	N.A.	N.A.
	85 < t ≤ 100	A	X	N.A.	X	X
		B	X*	N.A.**	N.A.	X
47 (FCAW)	50 < t ≤ 100	A	X	N.A.	X	X
		B	X*	N.A.**	N.A.	X
47 (EGW)	50 < t ≤ 100	-	X	N.A.	X	X

"X" "Uygulanacak" anlamına gelir.
"N.A." "Uygulanmasına gerek yok" anlamına gelir.
"A" ve "B" seçeneklerinde seçilebilir.
*: *Bakınız J.2.4.3.1 (e).*
: ***TL takdirine göre gerekebilir.*

Önlemler:

1 Tüm hedef blok birleşimlerinde görsel muayene dışında NDT (inşa esnasında) Bakınız J.2.2.

2 Tüm hedef blok birleşimlerinde görsel muayene dışında periyodik NDT (teslimattan sonra) Bakınız J.2.3.

3 Alınacak kaynak hattı boyunca gevrek çatlağın boyuna yayılmasına karşı gevrek çatlak yakalama dizaynı Bakınız J.2.4.3.1 (b), (c) ve (d).

4 Kaynak hattından gevrek çatlağın türemesine karşı gevrek çatlak yakalama dizaynı (inşa sırasında) Bakınız J.2.4.3.1 (a).

*5 Köşeler ve ekleme kaynakları gibi diğer kaynaklar *** çatlakların yayılmasına karşı gevrek çatlak yakalama dizaynı, madde J.2.4.2.1 (b)'de tanımlandığı gibi, (inşa sırasında) Bakınız J.2.4.3.1 (a).*

Ek 2

TL- EH47 Çelikleri için Üretim Onay Sistemi

A2.1 "Kapsam

A2.1.1 Bu ekte, bu bölümün J.3.1 maddesinde verilen, TL- EH47 kalite çelikler için üretim onay sistemi açıklanmaktadır.

A2.1.2 Bu ekte aksi belirtilmedikçe, IACS UR W11, Ek A2 esas alınacaktır.

A2.2. Onay testleri

A2.2.1 Onay testlerinin kapsamı

A2.2.1.1 TL- EH47 çeliklerinin üretim onayında, IACS UR W11, Ek A2, madde 3.1 (c) ve (d) uygulanmayacaktır.

A2.2.1.2 Test edilecek ürünler onay için maksimum kalınlığı temsil etmelidir. Hedeflenen kimyasal bileşimin kalınlığa göre değişmesi durumunda, belirtilen her kimyasal bileşim için maksimum kalınlık test edilecektir.

A2.2.2 Testlerin tipleri

A2.2.2.1 Gevreklik kırığı başlangıç testi

Derin çentik testi veya Çatlak Ucu Açıklık Deplasmanı (CTOD) testi yapılacaktır. Test yöntemi **TL** uygulamalarına göre olacaktır.

A2.2.2.2 Kaynak edilebilirlik testi

(a) Y-ağız kaynak çatlak testi (hidrojen çatlak testi)

Test yöntemi tanınmış ulusal standartlara göre olacaktır (örneğin ISO 17642-2-2005 gibi).

Kabul kriterleri **TL** uygulamalarına uygun olacaktır.

(b) Gevreklik kırığı başlangıç testi

Derin çentik testi veya CTOD testi yapılacaktır. Test yöntemi ve sonuçları, **TL** tarafından onaylanacaktır.

A2.2.2.3 Diğer testler

Madde A2.2.2.1 ve A2.2.2.2'de belirtilen isteklere ilave olarak, IACS UR W11 Ek A2'de çelikler için belirtilen onay testleri yapılacaktır. **TL** tarafından gerekli görüldüğü hallerde ilave testler gerekli olabilir.

Ek 3

Gevreklik Çatlağı Durdurma Çelikleri için Üretim Onay Sistemi

A3.1. Kapsam

A3.1.1 Bu ekte, bu bölümün J.3.2 maddesinde verilen, gevreklik çatlağı durdurma çelikleri için üretim onay sistemi açıklanmaktadır.

A3.1.2 Bu ekte aksi belirtilmedikçe, IACS UR W11, Ek A2 ve/veya bu bölüm Ek 2 esas alınacaktır.

A3.2. Onay Başvurusu

A3.2.1 Verilecek dokümanlar

Üretici, IACS UR W11, EK A2, madde 2.1'de istenilenlerle birlikte aşağıdaki dokümanları **TL**'na verecektir:

a) Onaylanması amaçlanan çeliklerin gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin kurum içi test raporları

b) Gevreklik çatlağı durdurma özellikleri için onay testi programı (A3.3.1'e bakınız)

c) Gevreklik çatlağı durdurma özellikleri için üretim test prosedürü

A3.3. Onay Testleri

A3.3.1 Onay testlerinin kapsamı

A3.3.1.1 Test programınınkapsamı Bu Ek'in A3.3.2, A3.3.3 ve A3.3.4 maddelerinde belirtilmiştir.

Eğer üretim süreci ve onaylanması amaçlanan çelikler için gevreklik çatlağı durdurma özelliklerini sağlamak için mekanizma aynı ise, onay testleri kapsamında IACS UR W11, Ek A2, madde 3.1 uygulanacaktır. Gevreklik çatlağı durdurma özelliğine sahip TL-EH47 çelikleri için IACS UR W11 Ek A2, 3.1 (c) ve (d) uygulamaz.

A3.3.1.2 Test edilecek ürünler onay için maksimum kalınlığı temsil etmelidir. Hedeflenen kimyasal bileşimin kalınlığa göre değişmesi durumunda, belirtilen her kimyasal bileşim için maksimum kalınlık test edilecektir.

A3.3.1.3 Test örneklerinin ve test numunelerinin sayısı, A3.2.1.a)'da belirtilen, onaylanması amaçlanan çeliklerin gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin kurum içi test raporları esas alınarak, TL tarafından gerekli görüldüğü takdirde, arttırılabilir.

A3.3.2 Testlerin tipleri

A3.3.2.1 IACS UR W11, EK A2'de ve/veya bu bölümün Ek 2'sinde belirtilen onay testlerine ilave olarak, bu Ek'in A3.3.3 maddesine göre gevreklik çatlağı durdurma testleri yapılacaktır.

A3.3.2.2 Üretim süreci TL tarafından onaylanmış olan (yani amaç analizleri ve üretim yöntemi benzerdir ve çelik üretim süreci, deoksidasyon ve ince tane uygulaması, döküm yöntemi ve teslim durumu aynıdır), TL- EH36, TL-EH40 ve TL- EH47 çeliklerine, gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin eklenmesi için başvuru yapılması durumunda, gevreklik çatlağı durdurma testleri, kimyasal analizler, çekme testi ve Charpy V-çentik darbe testi, bu bölümün Ek 3'ü ve IACS UR W11'in Ek A2'sine göre yapılacaktır.

A3.3.3 Gevreklik çatlağı durdurma testleri ile ilgili test numuneleri ve test prosedürü

A3.3.3.1 Gevreklik çatlağı durdurma testlerinin test numuneleri, test levhasının nihai haddeleme doğrultusuna paralel boyuna ekseninde alınacaktır.

A3.3.3.2 Gevreklik çatlağı testlerinin yükleme doğrultusu, test levhalarının nihai haddeleme doğrultusuna paralel olacaktır.

A3.3.3.3 Gevreklik çatlağı durdurma testlerinin test numunelerinin kalınlığı, test levhalarının tam kalınlığı olacaktır.

A3.3.3.4 Test numuneleri ve tekrar testi numuneleri, aynı çelik levhadan alınacaktır. Gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin Kca ile değerlendirildiği ve gevreklik çatlağı durdurma testi sonucunun gerekliliği karşılayamadığı durumlarda, ilave gevreklik çatlağı durdurma testleri yapılabilir. Bu durumda kabul kararı, tüm test numunelerinin durdurma tokluğu değeri Kca'ya göre verilecektir (ilk testin, olumsuz testlerin ve ek testlerin sonuçları test raporuna dahil edilecektir).

A3.3.3.5 Test numunesinin kalınlığı, onayı istenilen çelik levhanın maksimum kalınlığı olacaktır.

A3.3.3.6 Gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin K_{ca} ile değerlendirildiği hallerde, gevreklik çatlağı durdurma test yöntemi bu bölümün Ek 4'üne göre olacaktır.
Gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin CAT ile değerlendirildiği hallerde, test yöntemi bu bölümün Ek 5'ine göre olacaktır.

A3.3.4 Diğer testler

A3.3.3'de belirtilen testlere ilave olarak, **TL** tarafından gerekli görüldüğü takdirde ilave testler yapılabilir.

A3.4. Sonuçlar

Sonuçlar için IACS UR W11, Ek A2 uygulanacaktır.

Ayrıca, testlerin sonuçları ve prosedürü, **TL** onaylı test programına uygun olacaktır. Gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin K_{ca} veya CAT ile değerlendirildiği hallerde,üretici K_{ca} için Ek 4'e ve CAT için Ek 5'e göre gevreklik çatlağı durdurma test raporlarını da verecektir.

A3.5. Onay ve Sertifikalandırma

Sörveylerin ve testleri olumlu sonuç vermesi halinde, **T**L tarafından, "BCA1" veya "BCA2" ek işaretli kalite derecesi onayı verilir (örneğin, TL-EH40-BCA1, TL-EH47-BCA1, TL-EH47-BCA2, vb.).

A3.6. Onayın Yenilenmesi

Üretici ayrıca, üretim onay sertifikasının geçerlilik süresi içinde, onaylanmış gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin geçerli imalat kayıtlarını da **TL**'na teslim edecektir.

Not : *Kimyasal bileşim, mekanik özellikler, gevreklik çatlağı durdurma özellikleri (örneğin gevreklik çatlağı durdurma test sonuçları veya küçük ölçekli alternatif test sonuçları) ve nominal kalınlık histogram veya istatistik şeklinde açıklanacaktır.*

Ek 4

Gevreklik Çatlağı Durdurma Tokluğu Test Yöntemi, K_{ca}

A4.1. Kapsam

ISO 20064:2019 sıcaklık değişimli geniş plakalar kullanılarak çeliğin gevreklik çatlağı durdurma tokluğunun belirlenmesi için bir test yöntemi sağlar.
Ek 4, kırılma makaniği parametresi kullanılarak, çeliğin gevreklik çatlağı durdurma tokluğu (yani Kca) ile ilgili test prosedürlerini ve ISO 20064:2019'da belirtilen belirli bir sıcaklıkta Kca belrleme yöntemini açıklar. Ek olarak, Ek 4 test plakasının Kca'sının değerlendirme yöntemini belirtir. Ek 4, IACS UR W11'de veya bu bölümde belirtilen, kalınlığı 50 mm'den fazla ve 100 mm'den az olan tekne yapım çeliklerine uygulanır.

A4.2 Test Prosedürleri

Test donanımı, test numuneleri, test yöntemleri, durdurma tokluğunun belirlenmesi, test sonuçlarının raporlanması, vb. dahil olmak üzere test prosedürleri ISO 20064:2019'a uygun olacaktır.

Gevreklik çatlağı başlatmak için bir yöntem olarak , ISO 20064:2019 Ek B.2.4'ün ilk cümlesinin her veri noktası için {Kca /[K0 *exp(−c/TcaK)]} olarak revize edilmesi haricinde, ISO 20064:2019 Ek D'ye uygun ikincil bir yükleme mekanizması kullanılabilir.

A4.3 Belirli bir Sıcaklıkta Kca'nın Belirlemesi ve Değerlendirme

A4.3.1 Yöntem

Belirli bir sıcaklıkta K_{ca} değerini elde etmek için çoklu testlerin yapılması ile ilgili yöntem, ISO 20064:2019 Ek B'ye uygun olacaktır

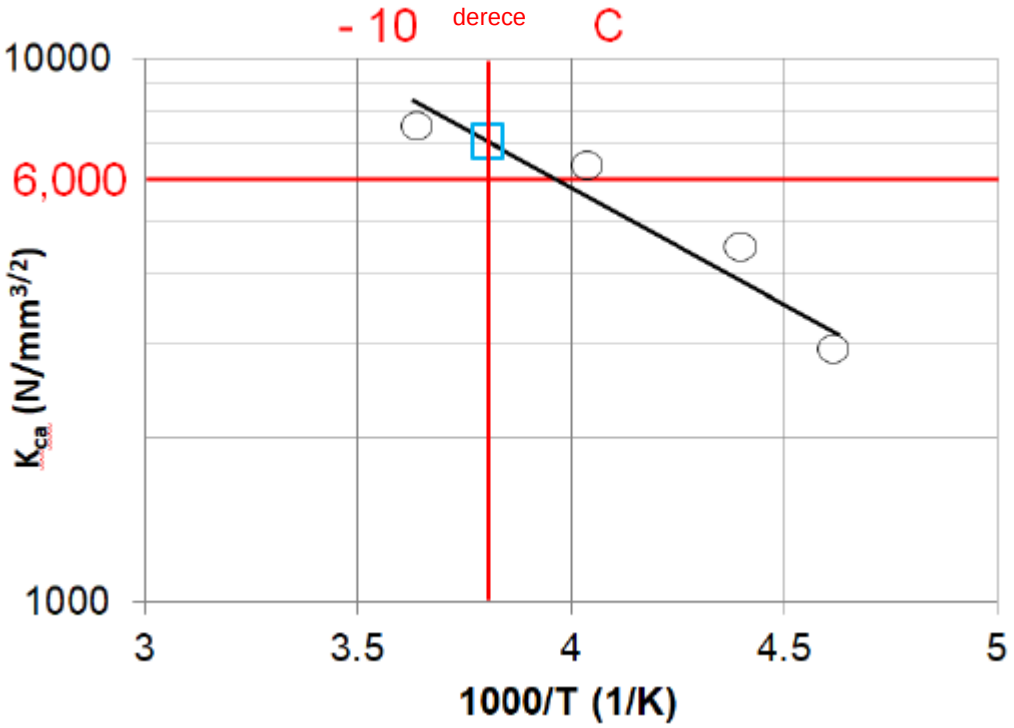
A4.3.2 Değerlendirme

İnterpolasyon yöntemi ile geçerli K_{ca} verileri için Arrhenius eğrisinin doğrusal hat yaklaşımı aşağıdakilere (1) veya (2) uygun olmalıdır:

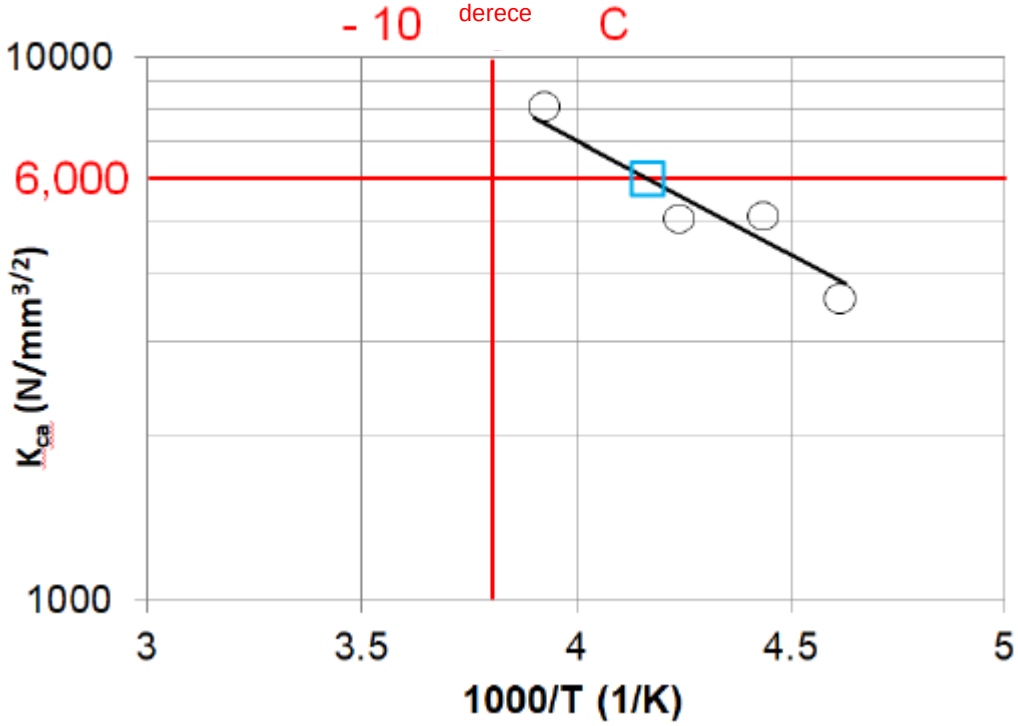
(1) K_{ca}'nın değerlendirme sıcaklığı (yani - 10 derece C), durdurma sıcaklığının üst ve alt sınırları arasında bulunur, K_{ca}, gerekli K_{ca}'dan (örneğin 6.000 N/mm$^{3/2}$ veya 8.000 N/ mm$^{3/2}$) daha düşük olmayan değerlendirme sıcaklığına karşılık gelir, Şekil A4-A.1'de gösterildiği gibi.

(2) Gerekli K_{ca}'ya karşılık gelen sıcaklık (örneğin 6.000 N/mm$^{3/2}$ veya 8.000 N/mm$^{3/2}$) durdurma sıcaklığının üst ve alt sınırları arasında bulunur ve gerekli K_{ca}'ya karşılık gelen sıcaklık değerlendirme sıcaklığından daha yüksek değildir. (yani -10 derece C), Şekil A4-A.2'de gösterildiği gibi.

Eğer yukarıdaki (1) ve (2) koşullarının her ikisi de sağlanmazsa,koşulları sağlamak üzere ilave testler yapılır.



Şekil A4-A.1 – 10 °C'da K_{ca}'nın değerlendirilme örneği



Şekil A4-A.2 Gerekli K_{ca}'ya karşılık gelen sıcaklığın değerlendirilme örneği

Ek 5

İzotermal Çatlak Durdurma Sıcaklığı (CAT) Testi Yapma Gereksinimlerinin Anahatları

A5.1. Uygulama Kapsamı

A5.1.1 Ek 5, IACS UR W31'de belirtilen kapsama göre uygulanacaktır.

A5.1.2 Ek 5, izotermal koşullar altında geçerli bir test sonucu belirlemek ve çatlak durdurma sıcaklığını (CAT) tespit etmek için izotermal çatlak durdurma testinin kullanımındaki test prosedürleri ve test koşulları ile ilgili gereklilikleri belirtir. Ek 5, kalınlığı 50 mm'nin üzerinde ve 100 mm'den fazla olmayan çelikler için geçerlidir.

A5.1.3 Bu yöntemde, değerlendirilmekte olan test numunesinde izotermal bir sıcaklık kullanılır. Bu Ek 5'te aksi belirtilmedikçe, diğer test parametreleri ISO 20064:2019'a uygun olacaktır.

A5.1.4 IACS UR W31 Tablo 3'de, çatlak durdurma sıcaklığı (CAT) ile tanımlanan gevreklik çatlağı durdurma özelliği için ilgili gereksinimler verilmektedir.

A5.1.5 Üretici, testten önce, onaylanmak üzere test prosdedürünü TL'na verecektir.

A5.2. Semboller ve Anlamları

A5.2.1 Tablo A5-1'de ISO 20064:2019' Tablo 1'e ek olarak izotermal test ile ilgili özel semboller verilmektedir.

A5.3. Test Donanımı

A5.3.1 Kullanılacak test ekipmanı, onaylanacak çelik sınıfının SMYS'sinin 2/3'üne eşdeğer bir çekme yükü sağlamaya yetecek kapasiteye sahip hidrolik tipte olacaktır.

A5.3.2 Sıcaklık kontrol sistemi, numunenin belirtilen bölgesindeki sıcaklığı T_{target}'ten ± 2 ° C içinde tutacak şekilde donatılacaktır.

A5.3.3 Gevreklik çatlağı başlatma yöntemi, ağırlık düşürmeli tip, hava tabancası tip veya çift çekmeli destek levhası tipinde olabilir.

A5.3.4 Test donanımı ile ilgili detaylı istekler, ISO 20064.2019'a göre olacaktır.

A5.4. Test Numuneleri

A5.4.1 Darbe tipi çatlak başlangıcı

A5.4.1.1 Bu Ek'te aksi belirtilmedikçe, test numuneleri ISO 20064:2019'a uygun olacaktır.

A5.4.1.2 Numune ölçüleri Şekil A5-1'de gösterilmektedir.Test numunesi genişliği W, 500 mm olacaktır. Test numunesi boyu L, 500 mm'ye eşit veya daha fazla olacaktır.

A5.4.1.3 Gevreklik çatlağı başlangıcı için V-şekilli çentik, Numune tarafının darbe kenarına açılır. Açılan tüm çentik uzunluğu ± 1 mm tolerans aralığı ile 29 mm'ye eşit olmalıdır.

A5.4.1.4 Kenar ağzı ile ilgili istekler madde A5.4.4'de belirtilmiştir.

A5.4.2 Çift çekmeli tip çatlak başlangıcı

A5.4.2.1 İkincil yükleme desteğinin şekil ve boyutları ve gevreklik çatlağı başlangıcı için ikincil yükleme yöntemi ile ilgili olarak, ISO 20064:2019 Ek D'ye bakınız.

A5.4.2.2 Çift çekmeli tipi bir testte, ikincil yükleme destek levhası, kolay gevreklik çatlağı başlamasını arttırmak için daha fazla soğutmaya tabi tutulabilir.

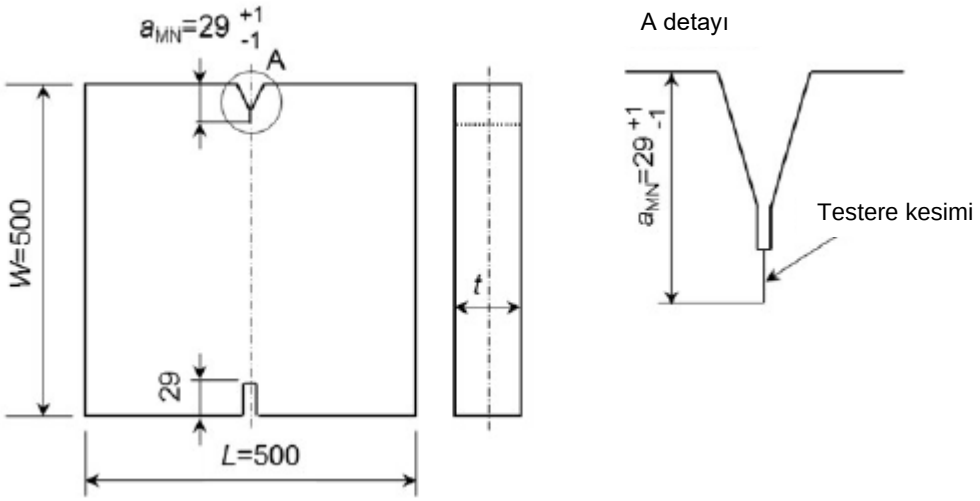
A5.4.3 Gevrek bölge uygulaması

A5.4.3.1 Çalışan gevreklik çatlağının başlamasını sağlamak için bir gevrek bölge uygulanacaktır. Gevrek bölgeyi kolaylaştırmak için Elektron Hüzmesi Kaynağı (EBW) veya Lokal Sıcaklık Gradyanı (LTG) uygulanabilir.

A5.4.3.2 EBW gevrekleşmesinde, elektron hüzmesi kaynağı, açılmış V-çentiğinin önündeki numunenin merkez hattı olan, öngörülen başlangıç çatlağı yayılma yolu boyunca uygulanır.

Tablo A5-1 ISO 20064:2019 Tablo -1'e ek terminoloji

Sembol	Birim	Anlam
t	mm	Test numunesi kalınlığı
L	mm	Test numunesi boyu
W	mm	Test numunesi genişliği
a_{MN}	mm	Numune kenarında açılmış çentik boyu
L_{SG}	mm	Kenar yüzeyinde açılan ağızın, numunenin kenarından itibaren boyu. L_{SG} yan ağız ucundaki kavisli bir bölüm dışında sabit derinliğe sahip ağız uzunluğu olarak tanımlanır
d_{SG}	mm	Sabit derinlikte, yan ağız derinliği
$L_{EB\text{-}min}$	mm	Numune kenarı ile elektron hüzmesi yeniden erime bölgesi önü arasındaki minimum uzunluk
$L_{EB\text{-}s1,\ \text{-}s2}$	mm	Numunenin her iki yan yüzeyinde oluşan, numune kenarı ile elektron hüzmesi yeniden erime bölgesi önü arasındaki uzunluk
L_{LGT}	mm	Gevreklik çatlağı yolu için lokal sıcaklık gradyan bölgesi uzunluğu
a_{arrest}	mm	Durdurulan çatlak boyu
T_{target}	°C	Hedef test sıcaklığı
T_{test}	°C	Belirlenen test sıcaklığı
T_{arrest}	°C	Geçerli gevreklik çatlağı durdurma davranışının gözlemlendiği hedef test sıcaklığı
σ	N/mm^2	W x t kesitinde uygulanan test gerilmesi
SMYS	N/mm^2	Onaylanmak üzere test edilen çelik kalitesinin belirlenen minimum akma mukavemeti
CAT	°C	Oluşan gevreklik çatlağının durdurulduğu, çatlak durdurma sıcaklığı, en düşük sıcaklık, T_{arrest}



Şekil A5-1 Darbe tipi için test numunesi ölçüleri

A5.4.3.3 Gevrekleşmiş bölge boyunca numune kalınlığında tam nüfuziyet gereklidir. Bir taraflı EBW nüfuziyeti tercih edilir, ancak EBW gücü bir taraflı EBW'nin tam nüfuziyeti elde etmek için yeterli olmadığında çift taraflı EB nüfuziyeti de kabul edilebilir.

A5.4.3.4 EBW gevrekleşmesinin, numune işlenmeden önce hazırlanması önerilir.

A5.4.3.5 EBW gevrekleşmesinde, bölge uygun kalitede olacaktır.

Not: *EBW bazen başlangıç ve bitiş noktalarında istikrarsız bir şekilde davranır. EBW hattının, sabit EBW'yi dengede tutmak için başlangıç noktasında artan bir güç kontrolü veya git / gel yöntemiyle gevrek bölge ucu tarafından numune kenarına doğru başlaması önerilir.*

A5.4.3.6 LTG sisteminde, işlenmiş çentik ucu ile izotermal test bölgesi arasındaki belirtilen lokal sıcaklık gradyanı, izotermal sıcaklık kontrolünden sonra düzenlenir. LTG sıcaklık kontrolü, gevreklik çatlağı başlangıcından hemen önce gerçekleştirilecektir, bununla birlikte, kalınlık boyunca sabit sıcaklık gradyanı sağlanacaktır.

A5.4.4 Yan ağızlar

A5.4.4.1 Gevreklik çatlağı yayılımını düz tutmak için yan yüzeydeki ağızlar, gevreklik bölgesi boyunca işlenebilir. Yan ağızlar, bu bölümde belirtilen belirli durumlarda işlenecektir.

A5.4.4.2 EBW gevrekleşmesinde yan ağızlar zorunlu değildir. EBW kullanımı kesme yarıklarını önler. Bununla birlikte, kırık numunede kesme yarıkları belirdiğinde, örn. her iki tarafta 1 mm kalınlığında kesme yarıkları, kesme yarıklarını gidermek için yan ağızlar işlenmelidir.

A5.4.4.3 LGT gevrekleşmesinde, yan ağızlar zorunludur. Her iki yüzeyde de aynı şekle ve ölçülere sahip yan ağızlar açılacaktır.

A5.4.4.4 L_{SG} yan ağız boyu gerekli gevreklik bölgesi toplamından daha kısa olmayacaktır.

A5.4.4.5 Yan ağızlar açıldığında, yan ağız derinliği, uç yarıçapı ve açılma açısı düzenlenmez, ancak her iki tarafta 1 mm kalınlığındaki herhangi bir kesme yarığından kaçınılacak şekilde seçilir. Yan ağızın boyutlarının bir örneği Şekil A5-2'de gösterilmektedir.

A5.4.4.6 Yan ağız ucu, ağız derinliğinden (d_{SG}) büyük veya ona eşit bir eğrilik ile kademeli olarak küçük bir ağız derinliği yapmak için işlenecektir. Yan ağız uzunluğu, L_{SG}, yan ağız ucundaki derinlikte kavisli bir bölüm hariç, sabit derinliğe sahip bir ağız uzunluğu olarak tanımlanır.

A5.4.5 Gevrekleşmiş bölgenin nominal boyu

A5.4.5.1 Gevrekleşmiş bölgenin boyu en az 150 mm olacaktır.

A5.4.5.2 EBW bölge uzunluğu, Şekil A5-3'de gösterildiği gibi, numune kenarı ve EBW ön hattı arasındaki $L_{EB\text{-}min}$ ve $L_{EB\text{-}s1}$ ve $L_{EB\text{-}s2}$ olarak, testten sonra kırık yüzeyinde üç ölçümle belirlenir.

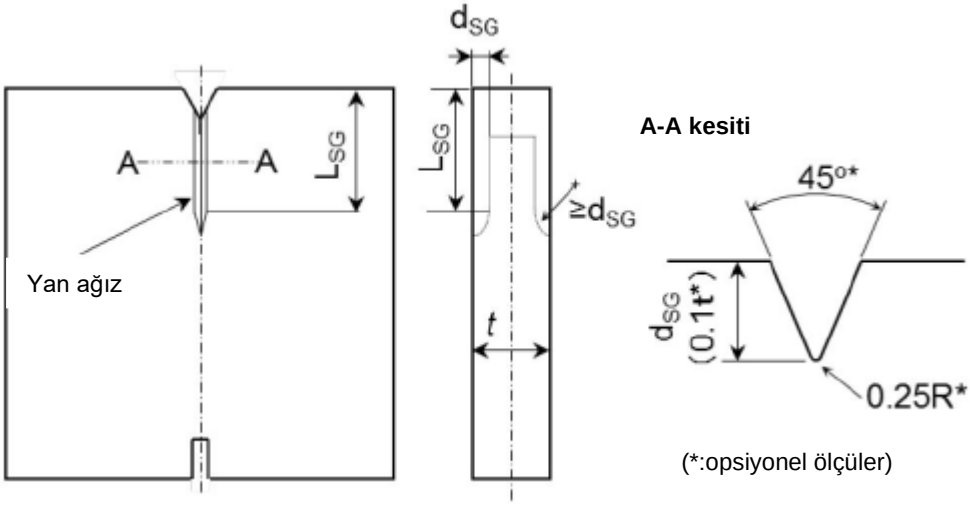
A5.4.5.3 Numune kenarı ile EBW ön hattı arasındaki minimum uzunluk, $L_{EB\text{-}min}$, 150 mm'den küçük olmamalıdır. Bununla birlikte, $L_{EB\text{-}min}$ 150 mm-0.2t'den daha küçük olmasa bile, (t numune kalınlığıdır) kabul edilebilir. $L_{EB\text{-}min}$ 150 mm'den küçük olduğunda, T_{test}'te sıcaklık güvenlik marjı dikkate alınmalıdır (Bkz.A5. 8.1.2).

A5.4.5.4 Diğer ikisi, $L_{EB\text{-}s1}$ ve $L_{EB\text{-}s2}$ ile gösterilen, her iki yan yüzeyde görünen numune kenarı ile EBW ön hattı arasındaki uzunluklardır. Hem $L_{EB\text{-}s1}$ hem de $L_{EB\text{-}s2}$ 150 mm'den daha küçük olmamalıdır.

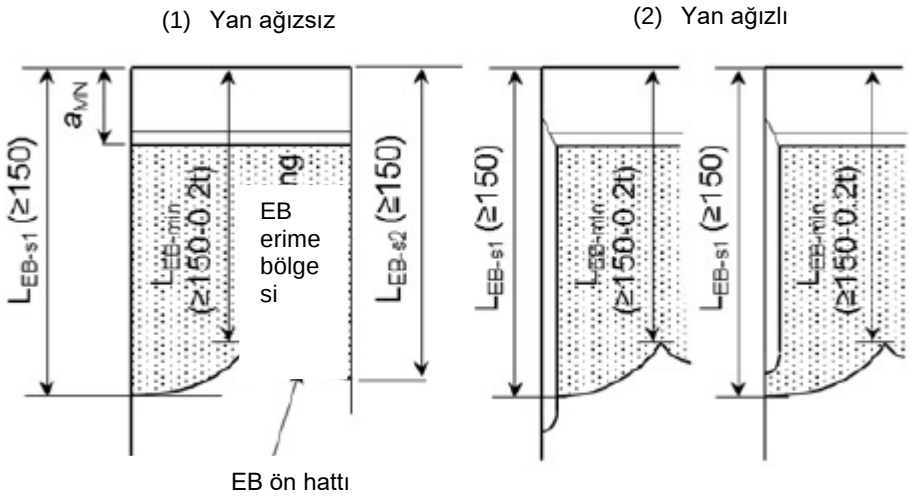
A5.4.5.5 LTG sisteminde L_{LTG} 150 mm olarak ayarlanır.

A5.4.6 Destek levhası/pim aynası detayları ve test numunesinin destek levhalarına kaynağı

A5.4.6.1 Destek levhalarının ve pim aynalarının şekli ve ölçüleri, ISO 20064:2019'da belirtilmiştir. Numune, destek levhaları ve pim aynaları ile kaynaklanmış bütünleşik numunedeki kaynak çarpılması, ISO 20064:2019'daki isteklere uygun olacaktır.



Şekil A5-2 Yan ağız şekli ve ölçüleri



Şekil A5-3 EBW boyunun tanımı

A5.5. Test Yöntemi

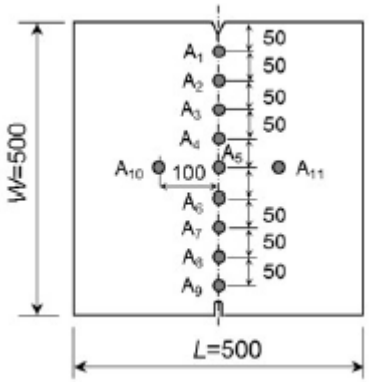
A5.5.1 Ön yükleme

A5.5.1.1 Testte beklenmedik gevreklik çatlağı oluşumunu önlemek için oda sıcaklığında ön yükleme uygulanabilir. Uygulanan yük değeri, test gerilmesinden daha büyük olmamalıdır. Ön yükleme işleminde gevreklik çatlağının başlaması beklendiğinde ön yükleme, ortam sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklarda uygulanabilir. Ancak, numune 100°C'den yüksek sıcaklığa maruz bırakılmamalıdır.

A5.5.2 Sıcaklık ölçümü ve kontrolü

A5.5.2.1 Termokuplların sayısını ve konumunu gösteren sıcaklık kontrol planı bu bölüme uygun olacaktır.

A5.5.2.2 Termokupllar, test numunesinin her iki tarafına, tam genişlikte 50 mm ara ile ve test numunesi merkez konumunda (0,5 W) uzunlamasına yönde, merkez çizgisinden ± 100 mm aralıkla bağlanmalıdır. Bakınız Şekil A5-4.



Termokupllar / Yüz A: A_1 ~ A_{11}
Yüz B : B_1 ~ B_{11}

Şekil A5-4 Sıcaklık ölçüm yerleri

A5.5.2.3 EBW gevrekleşmesi için

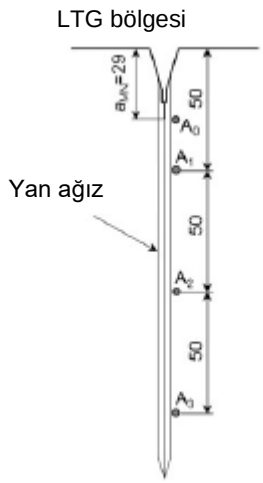
A5.5.2.3.1 Termokuplların hem genişlik hem de uzunlamasına yönlerde 0,3W ~ 0,7W aralığında sıcaklıkları, hedef test sıcaklığı T_{target}'in ± 2° C içinde kontrol edilecektir.

A5.5.2.3.2 0,3W ~ 0,7W aralığında ölçülen tüm sıcaklıklar T_{target}'e ulaştığında, test yükü uygulanmadan önce kalınlık ortasında üniform bir sıcaklık dağılımı sağlamak için sıcaklık, en az 10 + 0.1 x t [mm] dakika boyunca sabit tutulacaktır.

A5.5.2.3 .3 İşlenmiş çentik ucu, gevreklik çatlağını kolayca başlatmak için lokal olarak soğutulabilir. Bununla birlikte, lokal soğutma, 0,3W ~ 0,7W aralığında sabit sıcaklığı bozmamalıdır.

A5.5.2.4 LTG gevrekleşmesi için

A5.5.2.4.1 LTG sisteminde, Şekil A5-4'te gösterilen sıcaklık ölçümlerine ek olarak, açılmış çentik ucunda (A_0 ve B_0) ek sıcaklık ölçümü gereklidir. LTG bölgesi içindeki termokupl konumları Şekil A5-5'te gösterilmektedir.



Şekil A5-5 LTG bölgesi ve A_0 ilave termokupl detayı

A5.5.2.4.2 Termokuplların hem enine hem de boyuna yönlerde 0,3W ~ 0,7W aralığında sıcaklıkları, hedef test sıcaklığı T_{target}'in ± 2º C'si içinde muhafazal edilecektir. Bununla birlikte, 0,3W'daki sıcaklık ölçümü (A_3 ve B_3 konumları) aşağıdaki A5.5.2.4.6'ya uygun olmalıdır.

A5.5.2.4.3 0,3W ~ 0,7W aralığında ölçülen tüm sıcaklıklar T_{target}'e ulaştığında, kalınlık ortasında üniform bir sıcaklık dağılımı sağlamak için sabit sıcaklık, en az 10 + 0.1 x t [mm] dakika boyunca tutulacak, ardından test yükü uygulanacaktır.

A5.5.2.4.4 LTG, işlenmiş çentik ucu bölgesinde lokal soğutma ile kontrol edilir. LTG profili, Şekil A5-6'da gösterilen A_0 ila A_3 arasındaki sıcaklık ölçümleriyle kaydedilecektir.

A5.5.2.4.5 LTG bölgesi, Bölge I, Bölge II ve Bölge III olmak üzere üç bölgedeki sıcaklık gradyanlarıyla belirlenir. Her sıcaklık gradyanı için kabul edilebilir aralık Tablo A5-2'de listelenmiştir.

A5.5.2.4.6 A_2, B_2 ve A_3, B_3 'deki sıcaklık ölçümü, aşağıdaki koşulları sağlayacaktır:

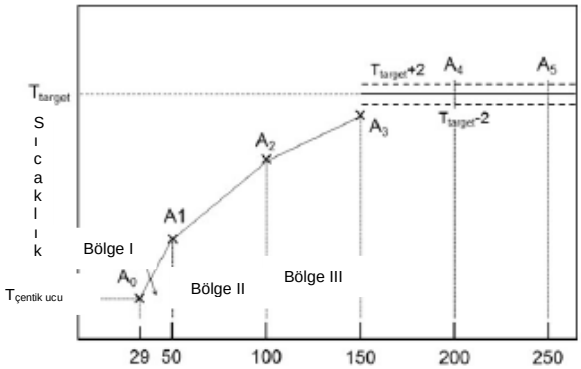
A_3'deki T, B_3'deki T < T_{target} – 2 °C
A_2'deki T < A_3 – 5 °C'deki T
B_2'deki T < B_3 – 5 °C'deki T

A5.5.2.4.7 A_3'deki T ve A_2'deki T, yukarıdaki gereksinimleri karşıladığında A_0'daki T ve A_1'deki T sıcaklıkları için herhangi bir gereklilik yoktur. B yüzü aynıdır.

A5.5.2.4.8 A_0, B_0 ila A_3, B_3 arasındaki sıcaklıklara test planlaması aşamasında karar verilmelidir, LTG bölgesinde Bölge I, Bölge II ve Bölge III olmak üzere üç bölgede önerilen sıcaklık gradyanlarını veren Tablo A5-2'ye bakın.

A5.5.2.4.9 Yukarıda belirtilen LTG bölgesindeki sıcaklık profili, gevreklik çatlağı başlangıcından önce kalınlık ortasında üniform bir sıcaklık dağılımı sağlamak için tutma süresinden sonra en az 10 + 0.1 x t [mm] dakika sürdürülecektir.

A5.5.2.4.10 Testte LGT'nin kabulü, A_0 ila A_3 arasındaki ölçülen sıcaklıklara dayanarak Tablo A5-2'den kararlaştırılacaktır.



Şekil A5-6 LTG bölgesinde şemetik sıcaklık gradyanı profili

Tablo A5-2 Kabul edilebilir LTG aralığı

Bölge	Kenardan uzaklık	Kabul edilerbilir sıcaklık gradyanı aralığı
Bölge I	29-50 mm	2,00-2,30 °C/mm
Bölge II	50-100 mm	0,25-0,60 °C/mm
Bölge III	100-150 mm	0,10-0,20 °C/mm

A5.5.2.5 Çift çekmeli tip çatlak başlangıcı numunesi:

A5.5.2.5.1. Sıcaklık kontrolü ve sabit durumda tutma süresi, A5.5.2.3'te belirtilen EBW gevrekleşmesi veya A5.5.2.4'te belirtilen LTG gevrekleşmesi durumu ile aynı olacaktır.

A5.5.3 Yükleme ve gevreklik çatlağı başlangıcı

A5.5.3.1 Testten önce, bir hedef test sıcaklığı (T_{target}) seçilecektir.

A5.5.3.2 Test prosedürleri, uygulanan gerilmenin, test edilen çelik kalitesinin SMYS'sinin 2/3'ü olması dışında, ISO 20064:2019'a uygun olacaktır.

A5.5.3.3 Test yükü, çatlak başlangıcından önce en az 30 saniye boyunca hedef test yükünde veya daha yüksek bir seviyede tutulmalıdır.

A5.5.3.4 Gevreklik çatlağı, tüm sıcaklık ölçümleri ve uygulanan kuvvet kaydedildikten sonra darbe veya ikincil destek levhası gerinimi ile başlatılabilir.

A5.6. Test Sonrası Ölçümler ve Testin Geçerliliğinin Değerlendirilmesi

A5.6.1 Gevreklik çatlağı başlangıcı ve geçerliliği

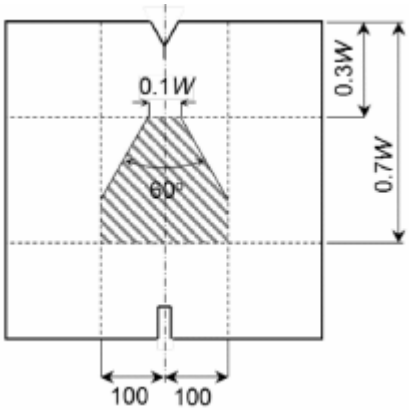
A5.6.1.1 Gevreklik çatlağı test kuvveti elde edilmeden önce kendiliğinden başlarsa veya test kuvvetinde belirtilen tutma süresi sağlanamazsa, test geçersiz olacaktır.

A5.6.1.2 Gevreklik çatlağı darbe veya ikincil sekme gerinimi olmadan, ancak test kuvvetinde belirtilen süreden sonra kendiliğinden başlarsa, test geçerli bir başlatma olarak kabul edilir. Çatlak yolunun ve kırık görünümünün aşağıdaki geçerlilik kararları incelenecektir.

A5.6.2 Çatlak yolu muayenesi ve geçerliliği

A5.6.2.1 Gevrek bölgedeki gevreklik çatlağı yolu, çatlak sapması ve/veya çatlak dallanması nedeniyle EBW hattından veya LTG sistemindeki yan ağızdan saptığında, test geçersiz kabul edilecektir.

A5.6.2.2 Gevrek bölge ucundan gelen tüm çatlak yolu, Şekil A5-7'de gösterilen aralıkta olacaktır. Aksi takdirde, test geçersiz kabul edilecektir.



Şekil A5-7 Ana çatlak yayılma yolunu izin verilen aralığı

A5.6.3 Çatlak yüzeyi muayenesi, çatlak boyu ölçümü ve bunların geçerliliği

A5.6.3.1 Çatlak yüzey gözlemlenecek ve muayene edilecektir. Çatlak "başlangıcı" ve "yayılması" geçerlilik yönünden kontrol edilecek ve değerlendirme kaydedilecektir. Çatlak "durdurma" konumları ölçülecek ve kaydedilecektir.

A5.6.3.2 V-çentik ucu dışında, yan ağız kökünde çatlak başlama tetiklenme noktası açıkça tespit edildiğinde, test geçersiz olacaktır.

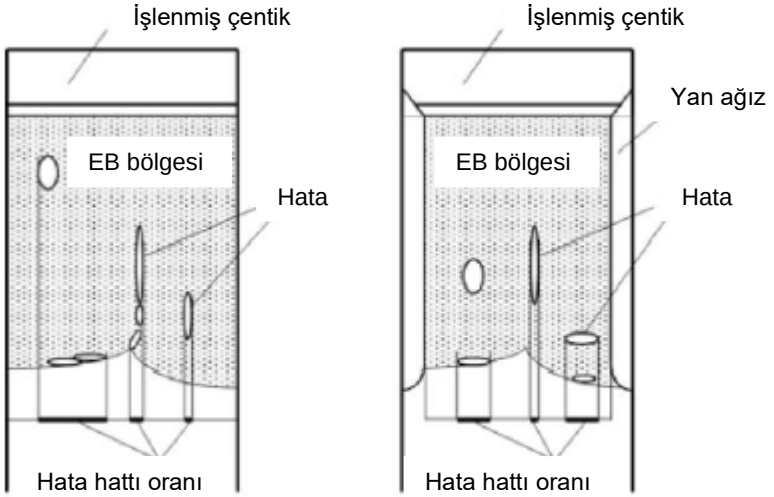
A5.6.3.3 EBW gevrekleştirme sisteminde, EBW bölge uzunluğu A5.4.5'te tanımlanan üç L_{EB-s1}, L_{EB-s2} ve L_{EB-min} ölçümü ile belirlenir. L_{EB-s1} ve L_{EB-s2} 'nin biri veya her ikisi 150 mm'den daha küçük olduğunda, test geçersiz olacaktır. L_{EB-min} 150 mm-0,2t'den küçük olduğunda, test geçersiz olacaktır.

A5.6.3.4 Yan ağızlı veya yan ağızsız numunelerden bağımsız olarak, gevrek bölgenin her iki yan yüzeyine 1 mm'den daha kalın kesme yarığı gözlendiğinde, test geçersiz olacaktır.

A5.6.3.5 EBW gevrekleştirme sisteminde, gevreklik çatlağının, EBW ön hattının ötesine nüfuz etmesi görsel olarak muayene edilecektir. EB ön hattından devam eden gevreklik çatlağı görünüm alanı tespit edilmediğinde, test geçersiz olacaktır.

A5.6.3.6 EBW gevrekleşmesi bölgesindeki kaynak kusurları görsel olarak incelenecektir. Tespit edilirse miktarı belirlenecektir. Gevreklik çatlağı yolunda EB kaynak bölgesi boyunca kalınlık çizgisi üzerindeki izdüşüm uzunluğu ölçülecek ve izdüşen kusur kısmının toplam kalınlığa toplam işgal oranı, hata hattı oranı olarak tanımlanacaktır (Bkz. Şekil A5-8). Hata hattı oranı % 10'dan büyük olduğunda, test geçersiz olacaktır.

A5.6.3.7 Çift taraflı nüfuziyet ile EBW gevrekleşmesinde, çift erime hatlarının eksik buluşmasıyla indüklenen gevrek bölge kırığı yüzeyinde bir boşluk, üst üste binen çift taraflı nüfuziyet hattında gözle görülür şekilde tespit edilirse, test geçersiz olacaktır.



Şekil A5-8 Hata hattı oranının sayım prosedürü

A5.7. "Durdurma" veya "Yayılma"'nın Değerlendirilmesi

A5.7.1 "Durdurma", "yayılma" veya "geçersiz" gibi nihai test kararı aşağıdaki A5.7.2 ila A5.7.6 arasındaki gerekliliklerle değerlendirilir.

A5.7.2 Başlatılan gevreklik çatlağı durdurulursa ve test edilen numune iki parçaya bölünmezse, kırık yüzeyleri ISO 20064:2019'da belirtilen prosedürlere tabi tutulmalıdır.

A5.7.3 Test sırasında numune iki parçaya bölünmemişse, kırık yüzeylerde, durdurulan çatlak uzunluğu a_{arrest} ölçülecektir. Darbe tarafının numune kenarından durdurulan çatlak ucuna (en uzun konum) kadar uzunluk, a_{arrest} olarak tanımlanır.

A5.7.4 LTG ve EBW için, a_{arrest}; L_{LTG} ve L_{EB-s1}, L_{EB-s2} veya L_{EB-min}'den büyük olacaktır. Aksi halde test geçersiz kabul edilecektir.

A5.7.5 Numune test sırasında iki parçaya bölünmüş olsa bile, gevreklik çatlaklarının yeniden başlaması açıkça belli olduğunda "durdurma" olarak kabul edilebilir. Kırık yüzeyinde bile gevreklik çatlağı tarafından kaplanan, gevreklik çatlağı yüzeyinin bir kısmı, sürekli olarak ince sünek yırtılma çizgisi ile çevrildiğinde, test yeniden başlama davranışı olarak değerlendirilebilir. Eğer öyleyse, çevrili parçanın yırtılma hattının maksimum çatlak uzunluğu a_{arrest} olarak ölçülebilir. Yeniden başlama gözle görülür bir şekilde belirgin değilse, test "yayılma" olarak değerlendirilir.

A5.7.6 a_{arrest} değeri 0,7W'den büyük değilse, test "durdurma" olarak değerlendirilir. Aksi halde, test "yayılma" olarak değerlendirilir.

A5.8. T_{test}, T_{arrest} ve CAT'in Belirlenmesi

A5.8.1 T_{test}'in belirlenmesi

A5.8.1.1 Termokupl ölçüm kayıtında, gevreklik çatlağı başlangıcında hem enine hem de boyuna doğrultuda 0,3W ~ 0,7W aralığında tüm sıcaklık ölçümlerinin T_{target} ± 2 ° C aralığında olması sağlanmalıdır. Aksi takdirde, test geçersiz olacaktır. Bununla birlikte, LTG sisteminde 0,3 W (A_3 ve B_3 konumu) sıcaklık ölçümü bu gereksinimden muaftır.

A5.8.1.2 Eğer EBW gevrekleşmesindeki L_{EB-min} 150 mm'den küçük değilse, T_{test} T_{target}'e eşit olarak tanımlanabilir. Aksi halde, T_{test}, T_{target} + 5°C'a eşitlenecektir.

A5.8.1.3 LTG gevrekleşmesinde, T_{test}, T_{target}'a eşitlenebilir.

A5.8.1.4 T_{test}'teki nihai durdurma kararı, aynı test koşulunda "durdurma" olarak değerlendirilen en az iki testle verilir.

A5.8.2 T_{arrest}'in belirlenmesi

A5.8.2.1 Aynı T_{target}'te tekrarlanan en az iki "durdurma" testi gözlemlendiğinde, T_{target}'teki gevreklik çatlağı durdurma davranışına karar verilecektir ($T_{arrest} = T_{target}$). Aynı T_{target}'daki birden fazla test sonucuna bir "yayılma" test sonucu dahil edildiğinde, T_{target}'a T_{arrest} olarak karar verilemez.

A5.8.3 CAT'in belirlenmesi

A5.8.3.1 CAT'in belirlenmesinde, iki "durdurma" testine ek olarak bir "yayılma" testi gereklidir. "Yayılma" testi için hedef test sıcaklığı, T_{target}'in T_{arrest}'ten 5 ° C daha düşük seçilmesi önerilir. T_{arrest}'in minimum sıcaklığı CAT olarak değerlendirilir.

A5.8.3.2 "Yayılma" testi olmadan sadece "durdurma" testleri ile, , iki "durdurma" testinde, sadece CAT'ın T_{test}'ten daha düşük olduğuna karar verilir (yani deterministik CAT değil).

A5.9. Raporlama

Aşağıdaki hususlar raporlanacaktır:

(i) Test malzemesi: kalite ve kalınlık

(ii) Test makinası kapasitesi

(iii) Test numunesi ölçüleri:kalınlık t, genişlik W ve boy L, çentik detayları ve boyu a_{mn}, işlenmişse yan ağız detayları

(iv) Gevrekleşmiş bölge tipi: EBW veya LTG gevrekleşmesi

(v) Bütünleşik numune ölçüleri: Destek levhası kalınlığı, destek levhası genişliği, destek levhaları dahil bütünleşik numune birim boyu ve yükleme pimleri arasındaki mesafe, açısal sapma ve lineer kaçıklık

(vi) Gevreklik çatlağı tetikleme bilgileri: darbe tipi veya çift çekme tipi. Darbe tipi ise, ağırlık düşürme tipi veya hava tabancası tipi ve uygulanan darbe enerjisi

(vii) Test koşulları: uygulanan yük, önyükleme gerilmesi, test gerilmesi

- önyükleme gerilme sınırı değerlendirmesi, sabit test gerilmesi altında tutma süresi gereksinimii

(viii) Test sıcaklığı: ölçülen sıcaklıklar için, termokuplo konumları ile birlikte tüm sıcaklık kayıtları (grafik ve/veya tablo) ve hedef test sıcaklığı

- izotermal bölgedeki sıcaklık dağılım sınırı hakkındaki değerlendirme

- LTG sistemi kullanılıyorsa, gevreklik çatlağının tetiklenmesinden önce, sabit lokal sıcaklık gradyanından sonra, lokal sıcaklık gradyanı ve tutma süresi gereksinimleri

(ix) Çatlak yolu ve kırık yüzey: Test edilmiş numunenin, her iki tarafta kırık yüzeyleri ve çatlak yolu yan görünümünü gösteren fotoğrafları; "gevrekleşen bölge ucu" ve "durdurma" pozisyonları işaretlenir.

- çatlak yolu gereksinimlerinin değerlendirilmesi

- çatlama tetikleyici konumu için değerlendirme (yan ağız kenarı veya V çentik kenarı).

(x) Gevrekleşen bölge bilgileri:

EBW kullanıldığında: L_{EB-s1}, L_{EB-s2} ve L_{EB-min}

- kesme yarığı kalınlık gereksinimlerinin değerlendirilmesi

- Gevreklik çatlağı görünüm alanının EBW ön hattından devam edip etmediğinin değerlendirilmesi

- EBW kusurları gereksinimlerinin değerlendirilmesi

- EBW boyu, L_{EB-s1}, L_{EB-s2} ve L_{EB-min} gereksinimlerini değerlendirilmesi

LTG kullanıldığında: L_{LTG}

- kesme yarığı kalınlık gereksinimlerinin değerlendirilmesi

Test sonuçları:

Numune gevreklik çatlağı tetikleyicisinden sonra iki parçaya bölünmediğinde, durdurulan çatlak uzunluğu

Numune gevreklik çatlağı tetikleyicisinden sonra iki parçaya bölündüğünde,

- gevreklik çatlağının yeniden başlayıp başlamadığının değerlendirilmesi

Başlıyor isedurdurulan çatlak boyu a_{arrest}:

- geçerli aralıkta ($0{,}3W < a_{arrest} \leq 0{,}7W$) a_{arrest} 'in değerlendirilmesi

- "durdurma" , "yayılma" veya "geçersiz" durumlarının nihai değerlendirilmesi

(xi) Dinamik ölçüm sonuçları: çatlak yayılma hızı kayıtları ve gerekirse, pim aynalarındaki gerinim değişimi

A5.10. Testlerin Malzeme Niteliklerinin Belirlenmesinde Kullanılması

Gerektiğinde yöntem, bir çeliğin A5.8.3'e göre malzemenin uygunluk özelliği olarak, devam eden bir gevreklik çatlağını (belirlenen CAT) durdurabileceği en düşük sıcaklığı belirlemek için de kullanılabilir.

Ek A

Tekne Yapım Çeliklerinin Üretim Onayı

A1. Tekne Yapım Çelikleri için Yarı Mamüllerin Üretim Onayı

1. Uygulamanın Kapsamı

Bu doküman A.3.1'de belirtildiği gibi tekne yapım çelikleri için yarı mamüllerin (örn: , ingot, kütük) üretim onayını tanımlar.

Üretim onayı, A.3.2 isteklerine göre, üreticinin etkili süreç ve üretim kontrolleri ile istikarlı bir şekilde tatmin edici ürünler sunma yeteneğini doğrulamak için geçerlidir.

2. Onay Başvurusu

2.1 Onaya sunulacak dokümanlar

Üretici, önerilen onay test programı (3.1'e bakınız) ve aşağıdaki bilgileri **TL**'na sunmalıdır:

a) Üreticinin adı ve adresi, üretim tesisinin yeri, geçmişe ait genel bilgiler, yapılan işlerin boyutları, gemi inşa ve diğer işler için yaklaşık iş bitirme kapasitesi, gerekli görülürse.

b) Organizasyon ve kalite:

- Organizasyon şeması,
- Çalışan listesi,
- Kalite kontrol biriminin çalışan listesi ve organizasyonu,
- Ürün kalitesi ile ilgili çalışmalarla ilgili çalışanların vasıfları,
- Eğer varsa, ISO 9001 kalite yönetim sistemine uygunluk sertifikası,
- Eğer varsa, diğer klas kuruluşlarının onay sertifikaları.

c) Üretim tesisleri:

- Üretim prosesinin iş akışı,
- Ham maddelerin kökeni ve depolanması,
- Bitmiş ürünün depolanması,
- Üretim sırasında sistematik kontrol ekipmanları.

d) Muayene ve kalite kontrol olanaklarının ayrıntıları:

- Üretimin farklı aşamalarında malzemenin tanımlanması için kullanılan sistemin ayrıntıları,
- Kimyasal analizler işlemleri için ekipman ve ilgili kalibrasyon işlemleri,
- Kalite kontrol prosedürleri listesi.

e) Ürün tipleri (ingots, slabs, blooms, billets); çelik tipleri (normal veya yüksek mukavemetli), kalınlık aralığı ve aşağıdaki amaçlanan malzeme özellikleri:

- Değişik çelik kaliteleri için kimyasal bileşim aralığı ve hedef analizi (tane inceltme, mikro alaşımlama ve artık öğe); eğer kimyasal bileşim kalınlığa ve temin durumuna bağlı ise değişik aralıklar belirtilmelidir,
- ııw formulüne göre maksimum karboneşdeğeri hedefi,
- Düşük Karbon içeriği C < %0.13 olan yüksek mukavemetli kaliteler için maksimum P_{cm} içeriği hedefi,
- Kimyasal bileşimin ve eğer haddehanede varsa, mekanik özelliklerin üretim istatistikleri (R_{eH}, R_m, A% and KV). İstatistikler çelik ürünlerin gereksinimlere göre üretilebilmesi yeterliliğini göstermek üzere tasarlanmıştır.

f) Çelik üretimi:

- Çelik üretim prosesi ve fırın veya konvertör kapasitesi,
- Kullanılan ham malzeme,
- Oksijen giderme ve alaşımlama uygulaması,
- Eğer varsa, Kükürt giderme ve vakum gaz giderme donatıları,
- Döküm yöntemleri: ingot veya sürekli döküm. Sürekli döküm durumunda, döküm makinası tipi, potadan kalıba döküm uygulaması, tekrar oksitlenmeden, kalıntılardan koruma ve ayrışma kontrol yöntemleri, gibi mevcut olan bilgiler,
- Ingot veya kütük boyutu ve ağırlığı,
- Ingot veya kütük işlemi: yontma ve boşaltma yöntemi.

g) Diğer klas kuruluşlarının onay sertifikaları ve yapılan kabul testlerinin dokümanları.

2.2 Onay koşullarını değiştirmek için sunulacak dokümanlar

Üretici, a) ÷ c)'de belirtilen durumlarda onay değiştirme isteğini 2.1'de istenilen dokümanlarla birlikte TL'na sunmalıdır:

a) Üretim prosesi değişikliği (çelik üretim prosesi, döküm yöntemi, çelik yapım fabrikası, döküm makinası).

b) Kalınlık oranı değişikliği (boyut).

c) Kimyasal bileşik, eklenen element, vb. değişikliği.

Aynı tip ürün için, onay test programı hariç önceki başvuruda verilenlerle bir bölümü veya tamamı tekrarlanan dokümanlar çıkartılabilir (3.1'e bakınız).

3. Onay Testleri

3.1 Onay testlerinin içeriği

Onay testlerinin içeriği 3.6'da verilmiştir. Üretici tarafından verilen ön bilgilere dayanarak düzeltilebilir.

Özellikle, belirtilen döküm sayısı, ürün kalınlıkları ve test edilecek tiplerde azaltma veya onay testinin durdurulması, aşağıdakiler dikkate alınarak **TL** tarafından kabul edilebilir:

a) Diğer klas kuruluşlarının onay sertifikaları ve yapılan kabul testlerinin dokümanları.

b) Onaylanacak çelik tipleri ve kimyasal özelliklerin uzun dönem istatistik sonuçlarının ve haddelenen ürünlerde yapılan mekanik testlerin varlığı.

c) Onay koşullarının değişikliği.

Diğer yandan, yeni geliştirilen çelik tipleri veya üretim yöntemleri söz konusu olduğunda test edilecek döküm ve kalınlık sayısında artış istenebilir.

3.2 Onay test program

Test sayısı 3.6'da verilenden farklılık gösterdiğinde, testler yapılmadan önce test programı **TL**'na onaylatılmalıdır.

3.3 Onay sörveyi

Onay testleri sörveyör gözetimi altında üreticinin yerinde yapılacaktır ve surveyor, onay sörveyi sırasında test anında işyeri muayenesi de isteyebilir.

Eğer testler işyerinde yapılamıyorsa, tanınmış laboratuvarlarda yapılacaktır.

3.4 Test ürününün seçimi

Genelde her ürün tipi (ingots, slabs, blooms, billets) için ayrı olmak üzere, her çelik tipi için ve her üretim yöntemi (örn: çelik yapımı, döküm) için maksimum kalınlıkta bir test ürünü ve minimum kalınlıkta bir test ürünü onaylanacaktır.

Dökümler için test ürünü seçimi özellikle C_{eq} veya P_{cm} değerleri ve tane inceltme, mikro alaşımlama eklemelerine dayanan tipik kimyasal bileşime göredir.

3.5 Test parçalarının yerleri

Aksine anlaşmaya varılmadıkça, ürünlerden (ingots, slabs, blooms, billets) ingotun üstünden veya devamlı döküm halinde ise rastgele, test parçaları alınacaktır.

3.6 Ana malzeme üzerinde testler

3.6.1 Testlerin tipleri

Yarı mamüllerin üretim yöntemlerinin onayı için yapılacak testler:

- Kimyasal analizler. Analizler tam olmalı mikro alaşımlamayı kapsamalıdır,

- Kükürt baskı.

Ek olarak, ön onay ve onayda herhangi bir iyileştirme için, TL haddehanede yarı mamülün minimum kalınlığında Ek A.2.3'de belirtilen testlerin tümünü isteyecektir.

Çoklu döküm makinası işi olması durumunda, bir adet döküm için birmiş ürün üzerinde tüm testler ve diğerleri için azaltılmış (kimyasal analizler ve kükürt baskı) testler yapılacaktır. Döküm makinasının seçimi, haddehanede minimum kalınlıkta yarı mamüllerden üretilen ürünler üzerinde her durum için ayrı ayrı değerlendirilecek olan döküm makinasının teknik özelliklerine göre belirlenecektir.

3.6.2 Test numunesi ve test prosedürü

Aşağıdaki testler ve prosedürler uygulanır:

a) Kimyasal analizler:

Hem eriyik hem de ürün analizleri raporlanacaktır. Genel olarak, C, Mn, Si, P, S, Ni, Cr, Mo, Al, N, Nb, V, Cu, As, Sn, Ti ve elektrikli fırında veya Siemens-Martin ocağında (open-hearth furnace) üretilen çelikler için Sb ve B elementleri kontrol edilmelidir.

b) Kükürt baskı, ingot veya kütüğün eksenine dik olan köşelerinden alınacaktır. Kükürt baskı, seçilen köşenin merkezinden yaklaşık olarak 600 mm uzunluğundan alınmalıdır; örn: ingot merkez hattında ve tam ürün kalınlığı dahil.

4. Sonuçlar

Tüm sonuçlar, ki her durumda kural isteklerine uygun olmalıdır, onay için değerlendirilecektir. Sonuçlara göre gerekli görülürse, onay dokümanında özel sınırlamalar ve test koşulları belirtilebilir.

Test edilecek ürünler için Ek A.2.2'de istenilen tüm bilgiler, üretici tarafından tüm test sonuçlarını ve çelik yapımı, döküm ve eğer varsa haddeleme ve ısıl işlem gibi üretim kayıtlarını içeren dosyaya konulmalıdır.

5. Sertifikalandırma

5.1 Onay

Sörveyin başarı ile tamamlanmasından sonra, onay TL tarafından verilir.
Onay sertifikasında aşağıdaki bilgiler bulunmalıdır:

- Ürün tipleri (ingots, slabs, blooms, billets),

- Çelik yapım ve döküm yöntemi,

- Yarı mamüllerin kalınlık oranı,

- Çelik tipleri (normal veya yüksek mukavemetli).

Bireysel kullanıcıların bu yarı mamüllerden üreteceği haddelenmiş çelik ürünlerinin özel kalitede olanları için, üretim yönteminin onaylanması gerektiği de belirtilmelidir.

5.2 Onaylı üreticilerin listesi

Onaylı üreticiler, üretilen çelik tiplerinin ve ana onay bilgilerinin bulunduğu bir listeye girilir.

6. Onayın Yenilenmesi

Onayın geçerliliği en fazla 5 yıldır. Yenileme, zaman aralığı içinde (1) başarılı bir sörveyle sonuçlanan bir denetim ve değerlendirme ile yapılabilir. İşletim koşulları nedeniyle yenileme denetimi zaman aralığı dışında kalırsa, eğer bu yenileme denetim tarihi için anlaşma asıl zaman aralığının içinde yapılmışsa, üretici hala onaylı olarak kabul edilecektir ve başarılı olursa, onaya verilecek uzatma geçmiş olan asıl yenileme tarihi olacaktır.

7. Onayın Tekrar Değerlendirilmesi

Geçerlilik döneminde, aşağıdaki durumlarda onay tekrar değerlendirilebilir:

a) Çalışma sırasındaki hatalar, ürün kalitesi izlenebilirliği

b) Üretim veya montaj sırasında ortaya çıkan uygun olmayan ürün.

c) Ürticinin kalitesi sisteminde bulunan hata.

d) **TL** ile daha önce anlaşma yapılmadan, üretici tarafından onay yapılırken tanımlanan onay kapsamında yapılan değişiklikler.

e) Ürünün testi sırasında bulunan major uygunsuzluk kanıtı.

---

(1) *Mevcut onaylarda sertifikanın geçerliliğine rağmen, IACS UR W11 Rev 4'den önce **TL** tarafından onaylanmış tüm kalite ve ürünlere onay yenilenmesi için bu kural uygulanacaktır. Bu yenilemeler Revizyon 4'ün yürülüğe girişinden itibaren 5 yıl içinde tamamlamalıdır.*

A2. Tekne Yapım Çelikleri için Üretim Onayı

1. Uygulamanın Kapsamı

Bu doküman A.3.1'de belirtildiği gibi normal ve yüksek mukavemetli tekne yapım çelikleri için üretim onayını tanımlar.

Üretim onayı A.3.2 ve A.3.3'ün isteklerine göre, üreticinin programlanmış haddeleme dahil olmak üzere operasyonda etkili süreç ve üretim kontrolleri ile istikrarlı bir şekilde tatmin edici ürünler sunma yeteneğini doğrulamak için geçerlidir.

2. Onay Başvurusu

2.1 Onaya sunulacak dokümanlar

Üretici, önerilen onay test programı (3.1'e bakınız) ve aşağıdaki bilgileri **TL**'na sunmalıdır:

a) Üreticinin adı ve adresi, üretim tesisinin yeri, geçmişe ait genel bilgiler, yapılan işlerin boyutları, gemi inşa ve diğer işler için yaklaşık iş bitirme kapasitesi, gerekli görülürse.

b) Organizasyon ve kalite:

- Organizasyon şeması,
- Çalışan listesi,
- Kalite control biriminin çalışan listesi ve organizasyonu,
- Ürün kalitesi ile ilgili çalışmalarla ilgili çalışanların vasıfları,
- Eğer varsa, ISO 9001 kalite yönetim sistemine uygunluk sertifikası,
- Eğer varsa, diğer klas kuruluşlarının onay sertifikaları.

c) Üretim tesisleri:

- Üretim prosesinin iş akışı,
- Ham maddelerin kökeni ve depolanması,
- Bitmiş ürünün depolanması,
- Üretim sırasında sistematik kontrol ekipmanları.

d) Muayene ve kalite control olanaklarının ayrıntıları:

- Üretimin farklı aşamalarında malzemenin tanımlanması için kullanılan sistemin ayrıntıları,
- Mekanik testler, kimyasal analizler ve metalografi için ekipman ve ilgili kalibrasyon işlemleri,
- Tahribatsız muayene için ekipman,
- Kalite kontrol prosedürleri listesi.

e) Ürün tipleri (saclar, profiller, rulolar); çelik kaliteleri, kalınlık aralığı ve aşağıdaki amaçlanan malzeme özellikleri:

- Değişik çelik kaliteleri için kimyasal bileşim aralığı ve hedef analizi (tane inceltme, mikro alaşımlama ve artık öğe); eğer kimyasal bileşim kalınlığa ve temin durumuna bağlı ise değişik aralıklar belirtilmelidir,
- ııw formulüne göre maksimum karboneşdeğeri hedefi,
- Düşük Karbon içeriği C < %0.13 olan yüksek mukavemetli kaliteler için maksimum P_{cm} içeriği hedefi,
- Kimyasal bileşimin ve mekanik özelliklerinin üretim istatistikleri (R_{eH}, R_m, A% and KV). İstatistikler çelik ürünlerin gereksinimlere göre üretilebilmesi yeterliliğini göstermek üzere tasarlanmıştır.

f) Çelik üretimi:

- Çelik üretim prosesi ve fırın veya konvertör kapasitesi,

- Kullanılan ham malzeme,
- Oksijen giderme ve alaşımlama uygulaması,
- Eğer varsa, Kükürt giderme ve vakum gaz giderme donatıları,
- Döküm yöntemleri: ingot veya sürekli döküm. Sürekli döküm durumunda, döküm makinası tipi, potadan kalıba döküm uygulaması, tekrar oksitlenmeden, kalıntılardan koruma ve ayrışma kontrol yöntemleri, gibi mevcut olan bilgiler,
- Ingot veya kütük boyutu ve ağırlığı,
- Ingot veya kütük işlemi: yontma ve boşaltma yöntemi.

g) Tekrar ısıtma ve haddeleme:

- Fırın tipi ve işlem katsayıları,
- Haddeleme: slab / bloom / billet için bitmiş ürün kalınlığında, haddeleme ve bitirme sıcaklığında azaltma oranı,
- Haddeleme sırasında tufal giderme işlemi,
- Hadde ayaklarının kapasitesi.

h) Isıl işlem:

- Fırın tipi, ısıl işlem katsayıları ve bunların ilgili kayıtları,
- Sıcaklık kontrol aletlerinin doğruluk ve kalibrasyonu

i) Programlı haddeleme:

Kontrollü haddeleme (CR) veya ısıl mekanik haddeleme (TM) durumunda teslim edilen ürünler için programlı haddeleme çizelgesinde aşağıdaki ek bilgiler de verilecektir:

- Haddeleme işleminin açıklaması,
- Normalleme sıcaklığı, yeniden kristallenme sıcaklığı ve Ar3 sıcaklığı ve bunları belirlemek için kullanılan yöntemler,
- Çeliğin değişik kalınlık ve kaliteleri için kullanılan tipik haddeleme katsayıları için kontrol standartları (pasoların başlangıcındaki ve sonundaki sıcaklık ve kalınlık, pasolar arasındaki aralık, azaltma oranı, eğer varsa hızlandırılmış soğutmada sıcaklık aralığı ve soğutma hızı) ve ilgili kontrol yöntemi,
- Kontrol aletinin kalibrasyonu.

j) Özellikle kontrollü haddeleme (CR) veya ısıl mekanik haddeleme (TM) durumunda teslim edilen ürünler için çalışma ve kaynak önerileri:

- Eğer gerek duyuluyorsa tersanelerde ve atölyelerde normal işleme ek olarak soğuk ve sıcak çalışma önerileri,
- Eğer genelde tersane ve atölyede kullanılandan (15 - 50 kj/cm) farklı ise en az ve en çok ısı girdisi.

k) Eğer üretim işleminin herhangi bir parçası başka bir firmaya veya üretim tesisine verilmişse, TL'nun isteyeceği ek bilgiler de verilecektir.

l) Diğer klas kuruluşlarının onay sertifikaları ve yapılan onay testlerinin belgeleri.

2.2 Onay koşullarını değiştirmek için sunulacak dokümanlar

Üretici, a) ÷ e)'de belirtilen durumlarda onay değiştirme isteğini 2.1'de istenilen dokümanlarla birlikte TL'na sunmalıdır:

a) Üretim prosesi değişikliği (çelik yapım, döküm, haddeleme ve ısıl işlem).

b) Maksimum kalınlık değişikliği (boyut).

c) Kimyasal bileşik, eklenen element, vb. değişikliği.

d) Haddeleme, ısıl işlem, vb. Işlemlerin alt yükleniciye verilmesi).

e) Onay testlerinde kullanılanlardan farklı üreticilere ait slab, bloom ve billet kullanılması.

Aynı tip ürün için, onay test programı hariç önceki başvuruda verilenlerle bir bölümü veya tamamı tekrarlanan dokümanlar çıkartılabilir (3.1'e bakınız).

3. Onay Testleri

3.1 Onay testlerinin içeriği

Onay testlerinin içeriği 3.6 ve 3.7'de verilmiştir. Üretici tarafından verilen ön bilgilere dayanarak düzeltilebilir.

Özellikle, belirtilen döküm sayısı, çelik sac kalınlıkları ve kalitelerinde azaltma veya onay testinin durdurulması, aşağıdakiler dikkate alınarak **TL** tarafından kabul edilebilir:

a) Diğer klas kuruluşlarının onay sertifikaları ve yapılan kabul testlerinin dokümanları.

b) Onaylanacak çelik kaliteleri ve kimyasal ve mekanik özelliklerinin uzun dönem istatistik sonuçlarının varlığı.

c) Herhangi bir çelik kalitesinin onayı aynı mukavemet düzeyindeki; hedeflenen analizleri sağlayan, üretim yöntemi ve teslim koşulları benzer olması koşuluyla, herhangi bir alt kalite için onayı da kapsar

d) Yüksek mukavemetli çelikler için bir mukavemet düzeyinin onayı; çelik yapım yöntemi, oksijen giderme ve tane inceltme, döküm yöntemi ve teslim koşulları aynı olması koşuluyla, hemen altındaki mukavemet düzeyini de kapsar.

e) Onay koşullarının değişikliği.

Diğer yandan, yeni geliştirilen çelik tipleri veya üretim yöntemleri söz konusu olduğunda test edilecek döküm ve kalınlık sayısında artış istenebilir.

Birden fazla slab üreticisinin olması veya slab üreticisinin değişmesi durumunda, haddelenmiş çelik üreticisi 3.6 ve 3.7'ye göre, her bir slab üreticisinin slab kullanarak haddelenmiş çelik üretim sürecinin onayını almalı ve onay testleri yapmalıdır. Testlerde bir azaltma veya onay testinin durdurulması, aşağıdakilere göre önceki onay dikkate alınarak **TL** tarafından kabul edilebilir:

- Haddelenmiş çelik üreticisi, aynı kalınlık, çelik kalitesi, tane inceltme ve mikro alaşımlama elementleri, çelik yapım ve döküm işlemi ile tanımlanan başka yarı mamülleri kullanarak üretim için onaylanmış ise,

- Yarı mamül üreticisi, aynı koşullarda aynı çelik tipi için üretim sürecinin tamamında (çelik yapım, döküm, haddeleme ve ısıl işlem) onaylanmış ise.

3.2 Onay test program

Test sayısı 3.6 ve 3.7'de verilenden farklılık gösterdiğinde, testler yapılmadan önce test programı **TL**'na onaylatılmalıdır.

3.3 Onay sörveyi

Onay testleri sörveyör gözetimi altında üreticinin yerinde yapılacaktır ve surveyör, onay sörveyi sırasında test anında işyeri muayenesi de isteyebilir.

Eğer testler işyerinde yapılamıyorsa, tanınmış laboratuvarlarda yapılacaktır.

3.4 Test ürününün seçimi

Genelde her ürün tipi için, her bir çelik kalitesi için ve her bir üretim yöntemi (çelik yapım, döküm, haddeleme ve teslim koşulu) için maksimum kalınlıkta bir test ürünü onaylanacaktır.

Ek olarak, ön onay için, **TL** ortalama kalınlıkta bir test ürününün seçilmesini ister.

Dökümler için test ürünü seçimi özellikle C_{eq} veya P_{cm} değerleri ve tane inceltme, mikro alaşımlama eklemelerine dayanan tipik kimyasal bileşime göredir.

3.5 Test parçalarının yerleri

Aksine anlaşmaya varılmadıkça, ürünlerden (sac, levha, profil, çubuk) ingotun üstünden veya devamlı döküm halinde ise rastgele, test parçaları alınacaktır.

Test parçalarının yeri haddelenmiş ürünün boyundan alınacaktır. Parça B.12.1(a)'da (parçanın üst ve/veya altı) tanımlanmıştır ve malzemenin haddelenmesi sonunda son doğrultusuna göre test numunesi yönü Tablo A.1'de açıklanmıştır.

Test parçasının enine göre yeri, A.8.1.2.4'e uygun olmalıdır.

3.6 Ana malzeme üzerindeki testler

3.6.1 Testlerin tipleri

Tablo A.1'de belirtilen testler yapılacaktır.

3.6.2 Test numunesi ve test prosedürü

Test numuneleri ve test prosedürleri UR W2'nin isteklerine uygun olacaktır.

Özel olarak aşağıdaki uygulanır:

a) Çekme testi:

- Sıcak haddelenmiş şeritlerden yapılan saclar için ruloyu oluşturan şeritlerin ortasından ek bir çekme test numunesi alınmalıdır,
- Kalınlığı 40 mm. den fazla olan saclar için, mevcut test makinesinin kapasitesi test örneklerinin tam kalınlığının kullanılması için yetersiz kaldığında, topluca tam kalınlığı temsil edecek katlı levha örnekleri kullanılabilir,
- Seçenek olarak, eksenleri kalınlığın dörtte birine ve yarısına yerleştirilmiş iki yuvarlak parça alınabilir.

b) Darbe testi:

- Sıcak haddelenmiş şeritlerden yapılan saclar için ruloyu oluşturan şeritlerin ortasından ek bir darbe test numunesi seti alınmalıdır,
- Kalınlığı 40 mm. den fazla olan saclar için, ekseni kalınlığın yarısına yerleştirilmiş ek bir darbe test numunesi seti alınmalıdır,
- Enerji değerinin belirlenmesine ek olarak yanal genişleme ve kristallenme yüzdesi de raporlanmalıdır.

c) Kimyasal analizler:

Hem eriyik hem de ürün analizleri raporlanacaktır. Ürün analizleri için malzeme çekme test numunesinden alınacaktır. Genel olarak, C, Mn, Si, P, S, Ni, Cr, Mo, Al, N, Nb, V, Cu, As, Sn, Ti ve elektrikli fırında veya Siemens-Martin ocağında (open-hearth furnace) üretilen çelikler için Sb ve B elementleri kontrol edilmelidir.

d) Kükürt baskı, ingot veya kütüğün eksenine dik olan köşelerinden alınacaktır. Kükürt baskı, seçilen köşenin merkezinden yaklaşık olarak 600 mm uzunluğundan alınmalıdır; örn: ingot merkez hattında ve tam ürün kalınlığı dahil.

e) İçyapı (mikrografik) muayene: Mikrografiler tam kalınlığı göstermelidir.

Kalın ürünlerde genelde, yüzeyde, kalınlığın çeyreğinde ve yarısında olmak üzere en az üç muayene yapılmalıdır.

Tüm içyapı fotoğrafları X100 büyütme ve ferrit tane büyüklüğü ASTM 10'nu geçtiğinde ek olarak X500 büyütmede alınmalıdır. Ferrit tane büyüklüğü her içyapı fotoğrafı için belirlenmelidir.

f) Ağırlık düşürme testi: Test ASTM E-208'e uygun olarak yapılacaktır. NDTT belirlenmeli ve test edilen parçaların fotoğrafları çekilerek test raporuna eklenmelidir.

g) Kalınlık doğrultusundaki çekme testi: Test H'ye (W14) uygun olarak yapılacaktır.

Uygulanabilen hallerde, test sonuçları bu bölümde değişik çelik kaliteleri için belirtilen isteklere uygun olmalıdır (IACS UR W11).

3.6.3 Diğer testler

CTOD, geniş ölçekli gevrek kırılma testleri (çift çekme tesi, ESSO testi, derin çentik testi, vb.) veya yeni geliştirilen çelik tipleri sözkonusu olduğunda gerek duyulan diğer testler, bu bölümün kapsamı dışında kalanlar (IACS UR W11) veya TL tarafından gerekli görülen ek testler.

Tablo A.1 Ana malzeme üzerindeki testler

Testlerin tipleri	Test parçalarının yerleri ve test numunelerinin yönü (1)	Notlar			
Çekme testi	Üst ve alt - enine **(2)**	R_{eH}, R_m, A_5(%), R_A(%) değerleri rapor edilmeli			
Çekme testi (gerilme giderilmiş) sadece TM çelikler için	Üst ve alt - enine **(2)**	600 °C'da gerilme giderme (2 min/mm en az 1 saat)			
Darbe testleri **(3)** yaşlandırılmamış örneklerde, kalitelere göre:	Üst ve alt - boyuna	Test sıcaklığı (°C)			
A, B, A32, A36, A40		+20	0	+20	
D, D32, D36, D40		0	-20	-40	
E, E32, E36, E40		0	-20	-40	-60
F32, F36, F40		-20	-40	-60	-80
A, B, A32, A36, A40	Üst - enine **(4)**	+20	0	-20	
D, D32, D36, D40		0	-20	-40	
E, E32, E36, E40		-20	-40	-60	
F32, F36, F40		-40	-60	-80	
Darbe testleri **(3)** gerinim yaşlan(dır)ması yapılmış **(5)** kalitelere göre:	Üst - boyuna	Test sıcaklığı (°C)			
A32, A36, A40		+20	0	-20	
D, D32, D36, D40		0	-20	-40	
E, E32, E36, E40		-20	-40	-60	
F32, F36, F40		-40	-60	-80	
Kimyasal analizler **(6)**	Üst	Mikro alaşımlı elementler dahil tüm analizler			
Kükürt baskı	Üst				
İçyapı (mikrografik) muayene	Üst				
Tane boyutu değerlendirme	Üst	Sadece tane inceltilmiş çelikler			
Ağırlık düşürme testi **(4)**	Üst	Sadece E, E32, E36, E40, F32, F36, F40 kaliteler			
Kalınlık doğrultusundaki çekme testi	Üst ve alt	Sadece kalınlık doğrultusundaki özellikleri kanıtlanmış kaliteler			

(1) *Sıcak haddelenmiş şeritler için 3.6.2'ye bakınız.*

(2) *600 mm'den az genişlikteki profiller ve saclar için boyuna doğrultuda.*

(3) *Her darbe testi için bir set (3 adet) Charpy V-çentik darbe parçası istenir.*

(4) *600 mm'den az genişlikteki profiller ve saclar için istenmez.*

(5) *250°C'da 1 saatte deformasyon: %5 +*

(6) *Ürün analizlerinin yanı sıra eriyik analizleri de istenir.*

3.7 Kaynaklanabilirlik testi

3.7.1 Genel

Kaynak elverişliliği testi saclar için gereklidir ve en kalın sacın örnekleri üzerinde yapılmalıdır. Test normal mukavemetli E kalite ve yüksek mukavemetli çelikler için istenir.

3.7.2 Test donanımının hazırlığı ve kaynağı

Genelde aşağıdaki testler istenir:

a) Isı girdisi yaklaşık 15 kJ/cm ile kaynak yapılmış 1 alın kaynağı test takımı.

b) Isı girdisi yaklaşık 50 kJ/cm ile kaynak yapılmış 1 alın kaynağı test takımı.

Alın kaynağı test numunesi takımı, kaynak dikişi sacın haddeleme doğrultusuna dik (enine) olacak şekilde, ki böylece darbe parçaları boyuna doğrultuda olacaktır, hazırlanmalıdır.

Pah hazırlığı tercihen 1/2V veya K olmalıdır.

Kaynak yöntemi, mümkün olduğu kadar, sözkonusu çeliğin tersanede yapılan normal kaynak işlemine uygun olmalıdır.

Sarf malzemeleri ve çap, ön ısıtma sıcaklıkları, pasolararası sıcaklıkları, ısı girdisi, paso sayısı, vb. kaynak parametreleri raporlanmalıdır.

3.7.3 Testlerin tipleri

Test numunesi takımı aşağıdaki test birleşimlerinden alınmalıdır:

a) 1 enine kaynak çekme testi.

b) Bir set, çentiğin erime çizgisinde ve 2, 5 ve 20 mm uzağında olduğu kaynağın enine (dik) doğrultusunda 3 Charpy V-çentik darbe parçası.

Erime sınırı, örneğin uygun bir madde ile dağlanmasıyla belirlenir.

Sözkonusu çelik kalitesi için öncelikle, test sıcaklığı belirlenmelidir.

c) Kaynaklı parça genelinde sertlik testleri HV 5. Çentikler, kaynağın her iki ön ve kök yüz tarafında, sac yüzeyinin 1 mm altında bir enine çizgi boyunca, aşağıdaki gibi yapılmalıdır:

- Erime çizgisi,
- Isıdan Etkilenen Bölge (HAZ): Erime çizgisinden etkilenmeyen ana malzeme içine her 0,7 mm de (her ısıdan etkilenen bölge için en az 6-7 ölçüm).

En fazla sertlik değeri 350 HV'den yüksek olmayacaktır.

Kaynak kesit alanının makroyapı fotoğrafı ile birlikte kaynak bağlantısının kaynak ağzı boyutlarını gösteren bir çizim, paso sayısı, sertlik çentikleri de test raporuna eklenmelidir.

3.7.4 Diğer testler

Soğuk çatlama gibi ek testler (CTS, Haç kesiti, İmplant-koyuntu, Tekken, bead-on plate) CTOD veya yeni geliştirilen çelik tipleri sözkonusu olduğunda gerek duyulan diğer testler, bu bölümün kapsamı dışında kalanlar (IACS UR W11) veya TL tarafından gerekli görülen ek testler.

4. Sonuçlar

Tüm sonuçlar, ki her durumda kural isteklerine uygun olmalıdır, onay için değerlendirilecektir. Sonuçlara göre gerekli görülürse, onay dokümanında özel sınırlamalar ve test koşulları belirtilebilir.

Test edilecek ürünler için Ek A.2.2'de istenilen tüm bilgiler, üretici tarafından tüm test sonuçlarını ve çelik yapımı, döküm, haddeleme ve ısıl işlem gibi üretim kayıtlarını içeren dosyaya konulmalıdır.

5. Sertifikalandırma

5.1 Onay

Sörveyin başarı ile tamamlanmasından sonra, onay TL tarafından verilir.

5.2 Onaylı üreticilerin listesi

Onaylı üreticiler, üretilen çelik tiplerinin ve ana onay bilgilerinin bulunduğu bir listeye girilir.

6. Onayın Yenilenmesi

Onayın geçerliliği en fazla 5 yıldır.

Yenileme, zaman aralığı içinde **(1)** başarılı bir sörveyle sonuçlanan bir denetim ve değerlendirme ile yapılabilir. İşletim koşulları nedeniyle yenileme denetimi zaman aralığı dışında kalırsa, eğer bu yenileme denetim tarihi için anlaşma asıl zaman aralığının içinde yapılmışsa, üretici hala onaylı olarak kabul edilecektir ve başarılı olursa, onaya verilecek uzatma geçmiş olan asıl yenileme tarihi olacaktır.

7. Onayın Tekrar Değerlendirilmesi

Geçerlilik döneminde, aşağıdaki durumlarda onay tekrar değerlendirilebilir:

a) Çalışma sırasındaki hatalar, ürün kalitesi izlenebilir.

b) Üretim veya montaj sırasında ortaya çıkan uygun olmayan ürün.

c) Ürticinin kalitesi sisteminde bulunan hata.

d) **TL** ile daha önce anlaşma yapılmadan, üretici tarafından onay yapılırken tanımlanan onay kapsamında yapılan değişiklikler.

e) Ürünün testi sırasında bulunan major uygunsuzluk kanıtı.

---

(1) *Mevcut onaylarda sertifikanın geçerliliğine rağmen, IACS UR W11 Rev 4'den önce TL tarafından onaylanmış tüm kalite ve ürünlere onay yenilenmesi için bu kural uygulanacaktır. Bu yenilemeler Revizyon 4'ün yürülüğe girişinden itibaren 5 yıl içinde tamamlamalıdır.*

Ek B

Yüksek Isı Girdisi ile Kaynak Yapılması Amaçlanan Tekne Yapım Çelikleri için Üretim Onayı

1. Kapsam

Bu doküman, bu bölümde (IACS UR W11) belirtildiği gibi, 50 kJ/cm üzerindeki yüksek ısı girdisi ile kaynak yapılması amaçlanan normal ve yüksek mukavemetli tekne yapım çeliklerinin kaynak elverişliliği onayını tanımlar.

Kaynak elverişliliği onayı genellikle üreticinin isteği ile başvurduğu ve çeliğin test koşulları altında söz konusu yüksek ısı girdili kaynak için tatmin edici bir kaynak elverişliliği sahip olduğunu doğrulamak için geçerlidir.

Bu bölümün isteklerine uygunluğun gösterilmesi, özel kimyasal bileşim aralığı, erime ve işleme uygulaması için uygunluğu sağlanan belirli bir çelik fabrikasının onayıdır. Üretim onayı tersaneler tarafından yapılacak kaynak yönteminin yeterliliği için geçerli değildir.

2. Onay Başvurusu

Üretici, önerilen kaynak elverişliliği test programı (3.2'ye bakınız) ve aşağıdaki teknik dokümanları **TL**'na sunmalıdır:

a) Sertifikalandırılacak çelik levhanın bilgileri:

- Kalite,
- Kalınlık aralığı,
- Oksijen giderme uygulaması,
- Tane inceltme uygulaması,
- Hedeflenen kimyasal bileşim aralığı,
- Hedeflenen en fazla C_{eq} ve P_{cm},
- Eğer varsa, mekanik özelliklerin üretim istatistikleri (çekme ve Charpy-V çentik darbe testleri).

b) Kimyasal elementler, çelik üretimi, döküm, haddeleme, ısıl işlem, vb. ile ilgili yüksek ısı girdisi ile kaynak yapıldığı zaman, ısıdan etkilenen bölgede tokluk bozulmasını önlemek için kontrol noktaları.

c) Eğer varsa, birleşimlerin mukavemet ve tokluk özelliklerini geliştirmek için kaynak kontrol noktaları.

3. Doğrulama testleri

3.1 Sertifikasyon aralığı

Çelik kaliteleri için sertifikasyon aralığı **TL** ile aksine anlaşmaya varılmadıkça aşağıdaki gibi olacaktır:

a) Ortalama tokluk düzeyini içeren en düşük ve en yüksek tokluk düzeylerindeki onay testleri,

b) Sadece o mukavemet düzeyini içeren normal mukavemet düzeyindeki onay testleri,

c) Yüksek mukavemetli çelikler için, hemen altındaki mukavemet düzeyini de içeren bir mukavemet düzeyindeki onay testleri,

d) Aynı üretim sürecini ilgilendiren testler ayrı yapılabilir,

e) Diğer klas kuruluşları tarafından yapılan doğrulama testlerinin sertifikaları ve dokümanları **TL**'nun takdirine bağlı olarak kabul edilebilir.

3.2 Kaynaklanabilirlik test programı

Test programının kapsamı 3.5'de belirtilmiştir ama sertifikasyonun içeriğine göre düzenlenebilir. Özellikle yeni geliştirilen çelik tipleri, kaynak sarf malzemeleri ve kaynak yöntemleri sözkonusu olduğunda veya **TL** tarafından gerekli görüldüğünde ek test donanımları ve/veya test maddeleri istenebilir.

Testlerin içeriği 3.5'de belirtilenden farklı ise, testler yapılmadan önce test progamı **TL** tarafından onaylanmalıdır.

3.3 Test sacı

Test sacı, bu bölümün (IACS UR W11 Ek A) isteklerine uygun olarak, **TL** tarafından onaylanan bir sürec sonucu üretilecektir.

Her üretim süreci için farklı kalınlıkta iki test sacı seçilecektir. Kalın sac (t) ve ince sac (≤t/2) üretici tarafından önerilecektir.

Üretim sürecindeki küçük değişiklikler (örn; TMCP sürecinde) **TL**'nun takdirine bağlı olarak test edilmeden kabul edilebilir.

3.4 Test takımı

Genel olarak kaynak ekseni sac haddeleme doğrultusuna dik (enine) olan, ısı girdisi 50 kJ/cm'nin üzerinde kaynaklanan bir alın kaynağı takımı hazırlanacaktır.

Test takımının boyutları 3.5'de belirtilen gerekli tüm Test numunelerini almaya fazlasıyla yeterli olmalıdır.

Kaynak yöntemleri mümkün olduğunca, ilgili test sacının tersanede normal uygulamasına uygun olmalıdır.

Kaynak süreci, kaynak pozisyonu, kaynak sarf malzemesi (üretici, marka, kalite, çap ve örtü gazı) ve kaynak ağzı hazırlığı, ısı girdisi, ön ısıtma sıcaklıkları, pasolararası sıcaklıkları, paso sayısı, vb. de dahil kaynak parametreleri raporlanmalıdır.

3.5 Test takımı için muayeneler ve testler

Test takımı, **TL** ile aksine anlaşmaya varılmadıkça, aşağıdaki (a) ÷h)) isteklere uygun olarak muayene ve test edilecektir:

a) Gözle muayene:

Tüm kaynak yüzeyi düzgün olacak ve çatlak, dikişaltı erimesi bindirme, vb. problem yaratacak hatalar bulunmayacaktır.

b) Makroskopik test:

Kaynağın enine kesitinden alınan, çatlak, girim ve erime eksikliği olmadığını gösteren bir makroskopik fotoğraf.

c) Mikroskopik test:

Kaynak metalinin merkezinde, erime çizgisinde ve 2, 5, 10 ve 20 mm uzağında her bir pozisyonda, kaynak enine kesiti kalınlığı ortasındaki hat boyunca, X100 büyütmeli bir mikrografi alınmalıdır. Test sonuçları sadece bilgi için sağlanır.

d) Sertlik testi:

HV 5'lik çentikler, kaynağın her iki ön ve kök yüz tarafında, sac yüzeyinin 1 mm altında iki enine çizgi boyunca, metal merkez hattında, erime çizgisinde, erime çizgisinden etkilenmeyen ana malzeme içinde her 0,7 mm de ((her ısıdan etkilenen bölge için en az 6-7 ölçüm) yapılmalıdır. En fazla sertlik değeri 350 HV'den yüksek olmayacaktır.

e) Enine çekme testi:

Test donanımından iki enine (çapraz kaynak) çekme parçası alınmalıdır. Test numuneleri ve test prosedürleri IACS UR W2'nin isteklerine uygun olacaktır. Çekme mukavemeti o kalitedeki metal için istenen en düşük değerden az olmamalıdır.

f) Eğme testi:

Test donanımından iki enine (çapraz kaynak) çekme parçası alınmalı ve test numunesi kalınlığının 4 katına eşit bir mandrel ile eğilmelidir. Eğme açısı en az 120° olmalıdır. Test numuneleri ve test prosedürleri IACS UR W2'nin isteklerine uygun olacaktır.

20 mm'ye kadar sac kalınlıkları için bir alın eğme ve bir kök eğme parçası veya iki yanal eğme parçası alınmalıdır. 20 mm'den fazla sac kalınlıkları için iki yanal eğme parçası alınmalıdır. Test sonrasında parçalarda herhangi bir yönde 3 mm'den büyük ne bir çatlak ne de bir açık kusur görülmemelidir.

g) Darbe testi:

Charpy V-çentik darbe parçaları (bir sette üç parça) alın kaynağı tarafındaki sac yüzeyinin 2 mm altından çentik sac yüzeyine dik olacak şekilde alınmalıdır.

Bir set, çentiğin erime çizgisinde ve 2, 5 ve en az 20 mm uzağında olduğu kaynağın enine (dik) doğrultusunda parçalar alınmalıdır. Erime sınırı, örneğin uygun bir reaktif ile dağlanmasıyla belirlenir. Sözkonusu çelik kalitesi testi için öncelikle, test sıcaklığı belirlenmelidir.

Kalınlığı 50 mm'den fazla veya 20 mm'den kalın bir yüzü kaynaklı çelik sac için, kaynağın kök tarafından çentiğin ön yüzde aynı konumda bulunduğu ek bir parça seti alınmalıdır.

Çelik kalitesine ve kalınlığına göre, belirtilen sıcaklıkta ortalama darbe enerjisi Tablo 3.8 veya 3.9'a uygun olmalıdır. Ölçülen değerlerden sadece biri, %70'inden az olmamak koşuluyla belirtilen ortalama değerin altında olabilir.

TL'nun takdirine bağlı olarak, soğurulan enerjinin geçiş sıcaklığı eğrisini ve kristallik yüzdesini değerlendirmek için farklı test sıcaklıklarda ilave testler istenebilir.

h) Diğer testler

TL'nun takdirine bağlı olarak, geniş yüzey çekme testi, ısıdan etkilenen bölge (HAZ) çekme testi, soğuk çatlama testleri (CTS, Haç kesiti, İmplant-koyuntu, Tekken, Bead-on plate) CTOD gibi ek testler veya diğer testler istenebilir (3.2'ye bakınız).

4. Sonuçlar

Üretici, tüm sonuçları ve doğrulama testlerine ait istenilen bilgileri içeren tam test raporunu **TL**'na sunmalıdır.

Test raporunun içeriği **TL**'u tarafından, bu kaynak elverişlilik uygunluğu yönünden gözden geçirilerek değerlendirilecektir.

5. Sertifikalandırma

Test raporu **TL** tarafından tatmin edici bulunursa sertifika verilir.

Genel olarak aşağıdaki bilgiler sertifikada bulunmalıdır:

a) Üretici,

b) Isı girdisi işareti de bulunan kalite sınıfı (Bölüm 6'ya bakınız),

c) Oksijen giderme uygulaması,

d) Tane inceltme uygulaması,

e) Teslim koşulu,

f) Test edilen sac kalınlığı,

g) Kaynak süreci,

h) Kaynak sarf malzemeleri (üretici, marka, kalite), eğer istenirse,

i) Uygulanan gerçek ısı girişi.

6. Kalite sınıfı

Sertifikanın verilmesi üzerine, doğrulama testinde uygulanan ısı girdisi değerini gösteren işaret, sacın kalite sınıfına eklenebilir örn; "E36-W300" (300 kJ/cm Isı girdisi uygulandığında). Bu işaretin değeri 50'den az olmamalı ve 10 arttırılmalıdır.

Ek C

Kargo Yakıt Tanklarında Kullanılan Korozyona Dayanıklı Çeliklerin Onay Prosedürü

1. Kapsam

1.1 Bu ek, Madde A.3'te belirtildiği üzere, korozyon testine dayanarak korozyona dayanıklı çeliklerin onayı için planı ortaya koymaktadır.

1.2 Korozyon testi, Ek A1 ve Ek A2'de normal ve yüksek mukavemetli tekne yapım çeliklerinin onayı için belirtilen onay testine ek olarak yapılacaktır.

1.3 Korozyon testleri ve değerlendirme kriterleri, "Annex to Performance Standard for Alternative Means of Corrosion Protection for Cargo Oil Tanks of Crude Oil Tankers (MSC.289 (87))"'i ekine uygun olaraktır.

2. Onay Başvurusu

2.1 Üretici, klasa aşağıdakileri kapsayacak bir onay isteği gönderecektir:

a) Korozyon test planı ve teçhizat detayları ve test ortamı.

b) Korozyon dayanımı için ürün değerlendirme kriterleri ile ilgili teknik data.

c) Eklenen ve kontrol edilen elementlerin korozyon dayanımını nasıl geliştirdiğini açıklayan teknik doküman. Üretici, korozyon dayanımını etkileyen tüm kimyasal elementlerin bir ilişkisini ortaya koyacaktır. Gerekli korzyon dayanımı seviyesini sağlamak için eklenen ya da kontrol edilen kimyasal elementlerin kabulü özel olarak doğrulanacaktır. Doğrulama, çeliğin eriyik analizi temelinde olacaktır.

d) Onaylanacak korozyona dayanıklı çeliğe ait kaliteler, marka adı ve maksimum kalınlık. Korozyona dayanıklı çeliklere ait tanımlamalar, Tablo C.1'de verilmiştir.

e) Onay için kullanılacak kaynak dolgu malzemelerinin marka adı ve kaynak prosesleri.

Tablo C.1 Korozyona Dayanıklı Çelik Tanımlamaları

Çelik Tipi	Çeliğin etkin olduğu konum	Korozyona dayanım tanımlaması
Tekne haddelenmiş çeliği	Mukavemet güvertesinin alt yüzeyi ve çevre yapıları (boş alanlar) için	RCU
	İç dip kaplamasının ve çevresindeki yapıların üst yüzeyi için	RCB
	Hem mukavemet güvertesi hem iç dip kaplaması	RCW

3. Test Planı Onayı

3.1 Üretici tarafından teslim edilen test programı, Klas tarafından gözden geçirilecek ve eğer tatmin edici bulunursa onaylanacak ve testlerin yapılmasından önce üreticiye kabulü için geri verilecektir. Klas sörveyörü tarafından izlenmesi gerekne testler belirlenecektir.

3.2 Test örneklerinin seçimi yöntemi aşağıdakileri karşılayacaktır:

3.2.1 Test örneği sayısı, Annex to Performance Standard for Alternative Means of Corrosion Protection for Cargo Oil Tanks of Crude Oil Tankers (MSC.289 (87))'nin ekinde belirtilene göre olacaktır.

3.2.2 Döküm ve test örneği sayısı; korozyona dayanımı geliştirmek için eklenen ya da amaçlı olarak kontrol edilen elementlerin, birbirleri arasındaki etkileşim etkilerinin geçerliliğini ve/ya da kontrol kapsamını (üst limit, alt limit) doğrulamaya yetecek kadar olacaktır. Kararlaştırıldığı takdirde, bu husus üretici tarafından verilen bilgi ile desteklenebilir.

3.2.3 Ek testler; test programının madde 3.2.2'ye aykırı olarak incelenmesi durumunda klas tarafında gerekli görülebilir.

Uyarılar: Ek test gereklilikleri, -bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla- aşağıdakileri içerebilir:

a) Klas kuruluşu; kontrol kapsamının, mevcut bilgi bazında her elementin teorik analizi ile belirlendiğini tespit etmişse, Annex to Performance Standard for Alternative Means of Corrosion Protection for Cargo Oil Tanks (MSC.289 (87))'in ekine göre yapılan korozyona dayanım test sayısı, kimyasal birleşimin kontrol kapsamının geçerliliğinin yeterli şekilde doğrulanması için çok az geldiği sonucuna varır.

b) Klasın, kimyasal birleşim kontrol kapsamının belirlenmesi için elde edilen korozyona dayanım test sonucu datasının çok geniş bir varyasyona sahip olduğunu tespit ederse;

c) Klasın, kimyasal birleşim kontrol kapsamının belirlenmesi için yapılan korozyon dayanım testi sonucunun geçerliliğinin yetersiz olduğunu ya da bazı kusurları olduğunu tespit ederse; ve

d) Klas Sörveyörünün, kimyasal birleşimin kontrol kapsamının belirlenmesi için yapılan korozyon dayanım testlerine katılmaması ve klasın, test sonucu datasının geçerliliğinin doğrulanması için ek testlerin yapılmasının gerekli olduğunu tespit etmesi durumunda.

Uyarılar: Korozyona dayanımlı çeliğin kimyasal birleşimi, haddelenmiş tekne yapım çeliği için belirtilen kapsamda kalacaktır. Korozyon dayanımının arttırılması için eklenen ve içeriği belirtilmeyen elementler genellikle toplamda %1 olacaktır.

4. Onay Testinin Yapılması

4.1 Üretici; onay testini, onaylı test planına göre gerçekleştirecektir.

5. Klas Kuruluşu Sörveyörünün Teste Katılması

5.1 Kural olarak klas sörveyörü, onay testi için test örneklerinin tanımlanması esnasında hazır bulunacaktır. Onay testleri için ayrıca bakınız 3.1.

6. Test Sonuçları

6.1 Üretici; onay testinin yapılmasından sonra onay testine ait bir rapor oluşturacak ve bunu klasa teslim edecektir.

6.2 Klas kuruluşu, bu ekte belirtilen hükümlerine uygun olarak teslim edilen dataya göre tatmin edici sonuçlar verdiklerine kanaat getirirse korozyona dayanımlı çeliklere onay verecektir.

6.3 Sertifika; üreticinin adını, sertifikanın geçerlilik periyodunu, onaylanan çeliğin kalınlıkları ve kalitelerini, kaynak yöntemlerini ve onaylı kaynak dolgu malzemelerini içerecektir.

7. Kaynaklı Birleşimin Korozyon Dayanımı Test Sonuçlarının Değerlendirme Kriteri

7.1 Sonuçlar; Annex to Performance Standard for Alternative Means of Corrosion Protection for Cargo Oil Tanks (MSC.289 (87))'in ekinde belirtilen kabul kriterlerine göre Klas Kuruluşu tarafından incelenecektir.

Ek D

Kaynaklı Konstrüksiyonlar için Yüksek Mukavemetli Çeliklerin Üretim Onayı

1. Uygulamanın Kapsamı

Bu doküman, kaynaklı konstrüksiyonlar için yüksek mukavemetli çeliklerin üretim onayı prosedürünü tanımlar.

Tüm malzemeler, üretilmekte olan çeliklerin tipi, teslim koşulu, kalitesi ve kalınlığı yönünden **TL** tarafından onaylanmış bulunan tesislerde üretilecektir. Herbir çelik kalitesinin şekil verilmeye ve kaynak edilmeye uygunluğu, üretim yerindeki ilk onay testleri sırasında kanıtlanacaktır.

Üretim onayı C.6.2.2'deki isteklerine göre, üreticinin programlanmış haddeleme dahil olmak üzere operasyonda etkili süreç ve üretim kontrolleri ile istikrarlı bir şekilde tatmin edici ürünler sunma yeteneğini doğrulamak için geçerlidir.

2. Onay Başvurusu

2.1 Sunulacak dokümanlar

Üretici, onay talebini, önerilen onay test programını ve aşağıdaki genel bilgileri **TL**'na sunmalıdır:

2.1.1 Üreticinin adı ve adresi, üretim tesisinin yeri, geçmişe ait genel bilgiler, yapılan işlerin boyutları, gerekli görülürse, öngörülen yıllık üretim kapasitesi.

2.1.2 Organizasyon ve kalite:

- Organizasyon şeması,
- Çalışan sayısı,
- Kalite kontrol biriminin çalışan sayısı ve organizasyonu,
- Ürün kalitesi ile ilgili çalışmalarda yer alan çalışanların vasıfları,
- Eğer varsa, ISO 9001 veya 9002 kalite yönetim sistemine uygunluk sertifikası,
- Eğer varsa, diğer klas kuruluşlarının onay sertifikaları.

2.1.3 Üretim tesisleri:

- Üretim prosesinin iş akışı,
- Ham maddelerin kökeni ve depolanması,
- Bitmiş ürünün depolanması,
- Üretim sırasında sistematik kontrol ekipmanları.

2.1.4 Muayene ve kalite kontrol olanaklarının ayrıntıları:

- Üretimin farklı aşamalarında malzemenin tanımlanması için kullanılan sistemin ayrıntıları,
- Mekanik testler, kimyasal analizler ve metalografi için ekipman ve ilgili kalibrasyon prosedürleri,
- Tahribatsız muayene için ekipman (NDE),
- Kalite kontrol prosedürleri listesi.

2.2 Üretim spesifikasyonu

2.2.1 Ürün tipleri (saclar, profiller, çubuklar ve borular), teslim koşulları, çelik kaliteleri, kalınlık aralığı ve aşağıdaki hdef malzeme özellikleri dahil onaylanacak malzemeler:

- Değişik çelik kaliteleri için kimyasal bileşim aralığı, hedef analizi (tane inceltme, azot bağlama, mikro alaşımlama ve kalan elementler dahil); eğer kimyasal bileşim kalınlığa ve teslim koşuluna bağlı ise değişik aralıklar belirtilmelidir,
- Ayrıca, tane inceltme için üretim sırasında zirkonyum, kalsiyum ve nadir metallerin kullanılması halinde ve/veya miktar

değişimlerinde, bu elementlerin miktarı üretim spesifikasyonunda belirtilecektir.

- IIW formulüne veya CET formülüne göre hedef karbon eşdeğeri Ceq ve/veya hedef Pcm miktarı ve ilgili kontrol sınırları

- Kimyasal bileşimin ve mekanik özelliklerinin üretim istatistikleri (R_{eH}, R_m, A% and CVN). İstatistikler çelik ürünlerin gereksinimlere göre üretilebilmesi yeterliliğini göstermek üzere tasarlanmıştır.

2.2.2 Çelik üretimi (uygulanabilirse):

- Çelik üretim prosesi ve fırın veya konvertör kapasitesi,

- Kullanılan ham malzeme,

- Oksijen giderme, tane inceltme, azot bağlama ve alaşımlama uygulaması,

- Eğer varsa, Kükürt giderme, hidrojen giderme, sülfitleme, pota inceltme ve vakum gaz giderme donatıları,

- Döküm yöntemleri: ingot veya sürekli döküm. Sürekli döküm durumunda, döküm makinası tipi, potadan kalıba döküm uygulaması, tekrar oksitlenmeden, kalıntılardan koruma ve ayrışma kontrol yöntemleri, gibi mevcut olan bilgiler,

- doküm/katılaşma soğutma oranı kontrolü

- Ingot veya kütük boyutu ve ağırlığı,

- Ingot veya kütük işlemi: yontma ve boşaltma yöntemi.

2.2.3 Tekrar ısıtma ve haddeleme:

- Fırın tipi ve işlem parametreleri,

- Haddeleme: her kalite/kalınlık kombinasyonu için slab / bloom / billet'in bitmiş ürün kalınlığına, haddeleme ve bitirme sıcaklığında azaltma oranı,

- Haddeleme sırasında tufal giderme işlemi,

- Hadde ayaklarının kapasitesi.

2.2.4 Isıl işlem:

- Onaylanacak ürünler için fırın tipi, ısıl işlem parametreleri,

- Sıcaklık kontrol donanımının hassasiyeti ve kalibrasyonu

- Östenitleme sıcaklığı, yeniden-kristalleşme sıcaklığı ve Ar3 sıcaklığının belirlenmesinde kullanılan yöntemler

- Varsa, su verme ve temperleme işleminin tanımı.

2.2.5 Programlı haddeleme:

Normalize edci haddeleme (NR) veya termo-mekanik haddeleme (TM) koşulunda teslim edilen ürünler için programlı haddeleme programında aşağıdaki ek bilgiler de verilecektir:

- Haddeleme işleminin açıklaması,

- Östenitleme sıcaklığı, yeniden-kristalleşme sıcaklığı ve Ar3 sıcaklığının belirlenmesinde kullanılan yöntemler

- Çeliğin değişik kalınlık ve kaliteleri için kullanılan tipik haddeleme katsayıları için kontrol standartları (pasoların başlangıcındaki ve sonundaki sıcaklık ve kalınlık, pasolar arasındaki aralık, azaltma oranı, eğer varsa hızlandırılmış soğutmada sıcaklık aralığı ve soğutma hızı) ve ilgili kontrol yöntemi,

- Kontrol donanımının kalibrasyonu.

2.2.6 NR veya TM koşulunda teslim edilen ürünler için işleme ve kaynak önerileri:

- Eğer gerek duyuluyorsa tersanelerde ve atölyelerde normal işleme ek olarak soğuk ve sıcak çalışma önerileri,

- En az ve en çok ısı girdisi ve ön-ısıtma/pasolar arası önerilen sıcaklık .

2.2.7 Eğer üretim işleminin herhangi bir parçası başka bir firmaya veya üretim tesisine verilmişse, **TL'**nun isteyeceği ek bilgiler de verilecektir.

2.2.8 Diğer klas kuruluşlarının onay sertifikaları ve yapılan onay testlerinin belgeleri.

2.3 Onay koşullarını değiştirmek için sunulacak dokümanlar

Üretici, 2.3.1 ÷ 2.3.5'de belirtilen durumlarda onay değiştirme isteğini 2.1'de istenilen dokümanlarla birlikte **TL**'na sunmalıdır:

2.3.1 Üretim prosesi değişikliği (çelik yapım, döküm, haddeleme ve ısıl işlem).

2.3.2 Maksimum kalınlık değişikliği (boyut).

2.3.3 Kimyasal bileşik, eklenen element, vb. değişikliği.

2.3.4 Haddeleme, ısıl işlem, vb. Işlemlerin alt yükleniciye verilmesi).

2.3.5 Onay testlerinde kullanılanlardan farklı üreticilere ait slab, bloom ve billet kullanılması.

Aynı tip ürün için, onay test programı hariç önceki başvuruda verilenlerle bir bölümü veya tamamı tekrarlanan dokümanlar çıkartılabilir (3.1'e bakınız).

3. Onay Testleri

3.1 Onay testlerinin içeriği

Onay testlerinin içeriği 3.6 ve 3.7'de verilmiştir. Üretici tarafından verilen ön bilgilere dayanarak değiştirilebilir.

Özellikle, belirtilen döküm sayısı, çelik sac kalınlıkları ve kalite çeşitlerinde azaltma veya onay testinin durdurulması, aşağıdakiler dikkate alınarak **TL** tarafından kabul edilebilir:

3.1.1 Diğer klas kuruluşlarının onay sertifikaları yapılan kabul testlerinin dokümanları.

3.1.2 Onaylanacak çelik kaliteleri ve kimyasal ve mekanik özelliklerinin uzun dönem istatistik sonuçlarının varlığı.

Yeni geliştirilen çelik tipleri veya üretim yöntemleri söz konusu olduğunda test edilecek döküm ve kalınlık sayısında artış istenebilir.

Birden fazla kütük üreticisinin olması veya kütük üreticisinin değişmesi durumunda, haddelenmiş çelik üreticisi 3.6 ve 3.7'ye göre, her bir kütük üreticisinin kütük kullanarak haddelenmiş çelik üretim sürecinin onayını almalı ve onay testleri yapmalıdır. Testlerde bir azaltma veya onay testinin durdurulması, aşağıdakilere göre önceki onay dikkate alınarak **TL** tarafından kabul edilebilir:

- Haddelenmiş çelik üreticisi, aynı kalınlık, çelik kalitesi, tane inceltme ve mikro alaşımlama elementleri, çelik üretim (deoksidasyon) ve döküm işlemi ile tanımlanan başka yarı mamülleri kullanarak haddeleme ve ısıl işlem için onaylanmış ise,

- Yarı mamül ürünler, aynı koşullarda aynı çelik tipi için üretim sürecinin tamamında (çelik üretim, döküm, haddeleme ve ısıl işlem) onaylanmış ise.

3.2 Onay test program

Test sayısı 3.6 ve 3.7'de verilenden farklılık gösterdiğinde, testler yapılmadan önce test programı **TL** tarafından doğrulanacaktır.

3.3 Onay sörveyi

Onay testleri sörveyör gözetimi altında üreticinin yerinde yapılacaktır ve surveyör, onay sörveyi sırasında test anında işyeri muayenesi de isteyebilir.
Eğer testler işyerinde yapılamıyorsa, akredite laboratuvarlarda yapılacaktır.

3.4 Test ürününün seçimi

Genelde her ürün tipi için, her bir çelik kalitesi ve her bir üretim yöntemi (çelik üretim, döküm, haddeleme ve teslim koşulu) için maksimum kalınlıkta bir test ürünü onaylanacaktır.

Ek olarak, ön onay için, **TL** temsil edici kalınlıkta bir test ürününün seçilmesini ister.

Dökümler için test ürünü seçimi özellikle hedef Ceq, CET veya Pcm değerleri ve tane inceltme, mikro alaşım eklemelerine dayanan tipik kimyasal bileşime göredir.

3.5 Test parçalarının ve numunelerinin konumu

Aksine anlaşmaya varılmadıkça, ürünlerden (levha, profil, çubuk ve boru) ingotun üstünden ve altından (Tablo D.1'de gösterilen şekilde) veya devamlı döküm halinde ise rastgele, test parçaları alınacaktır.

Test parçalarının yeri haddelenmiş ürünün boyundan alınacaktır. Parça B.11.'de (parçanın üst ve/veya altı) tanımlanmıştır ve malzemenin haddelenmesi sonunda son doğrultusuna göre test numunesi yönü Tablo D.1'de açıklanmıştır.

Test parçalarının, ürünün gemişliğine göre konumu, A.8.'e uygun olmalıdır.

Çekme ve çentik darbe test parçalarının levha kalınlığına göre konumu buradaki kurallar, Bölüm 2'ye göre olacaktır.

3.6 Ana malzeme üzerindeki testler

3.6.1 Testlerin tipleri

Tablo D.1'de belirtilen testler yapılacaktır.

3.6.2 Test numunesi ve test prosedürü

Test numuneleri ve test prosedürleri Bölüm 2'nin ilgili maddelerine göre olacaktır.

3.6.3 Diğer testler

CTOD, geniş ölçekli gevrek kırılma testleri (çift çekme tesi, ESSO testi, derin çentik testi, vb.) veya yeni geliştirilen çelik tipleri sözkonusu olduğunda gerek duyulan diğer testler, bu bölümün kapsamı dışında kalanlar (IACS UR W16) veya **TL** tarafından gerekli görülen ek testler.

3.7 Kaynak edilebilirlik testi – Alın kaynağı testi

3.7.1 H420 ÷ H500 kalite çelikler için : en kalın sacın örnekleri üzerinde kaynak edilebilirlik testleri yapılmalıdır. Daha yüksek kalitedeki testler, daha düşük mukavemet ve tokluk kalitelerini de kapsayabilir.

3.7.1.1 Isı girdisi 15 ± 2 kJ/cm ile kaynak yapılmış 1 alın kaynağı test takımı, kaynatılmış halde test edilecektir.

3.7.1.2 Isı girdisi N/NR ve TM çelikleri için 50 ± 5 kJ/cm ile ve QT çelikleri için 35 ± 3,5 kJ/cm ile kaynak yapılmış 1 alın kaynağı test takımı, kaynatılmış halde test edilecektir.

3.7.1.3 Isı girdisi 3.7.1.2'de verilenle aynı olacak şekilde kaynak yapılmış 1 alın kaynağı test takımı, testten önce kaynak sonrası ısıl işleme (PWHT) tabi tutulacaktır.

Opsiyon: Yüksek ısı girdili olarak kaynak edilebilir çelik olarak üretimi amaçlanan çelikler, kaynatılmış durumda 1 alın kaynağı test takımı ve PWHT koşulunda 1 test takımı halinde test edilecek ve her ikisi de onaylanacak maksimum ısı girdisiyle kaynak edilmiş olacaktır.

3.7.2 H550 ÷ H960 kalite çelikler için:

Genelde, her mukavemet kalitesi için, en yüksek tokluk kaliteli en kalın levha test edilecektir. Yüksek kalitenin, kimyasal bileşiminin daha düşük kaliteyi de temsil ettiği hallerde, **TL**'nun kararına bağlı olarak, düşük kalitelerin testleri azaltılabilir.

3.7.2.1 Isı girdisi 10 ± 2 kJ/cm ile kaynak yapılmış 1 alın kaynağı test takımı, kaynatılmış halde test edilecektir.

3.7.2.2 Üreticinin önerdiği maksimum ısı girdisi ile kaynak yapılmış 1 alın kaynağı test takımı, kaynatılmış halde test edilecektir. Onaylanan maksimum ısı girdisi, üretici onay sertifikasında belirtilecektir.

Opsiyon: Üretici, onay kapsamına PWHT koşulunu da dahil etmek isterse, 3.7.2.2'de test takımı için üreticinin önerdiği maksimum ısı girdisi ile kaynak yapılmış ilave 1 alın kaynağı test takımı, testten önce kaynak sonrası ısıl işleme (PWHT) tabi tutulacaktır.

3.7.3 Alın kaynağı test takımı

N/NR levhaların alın kaynağı test numunesi takımı, kaynak dikişi sacın nihai haddeleme doğrultusuna dik (enine) olacak şekilde hazırlanmalıdır.

TM/TM+AcC/TM+DQ ve QT levhaların alın kaynağı test numunesi takımı, kaynak dikişi sacın nihai haddeleme doğrultusuna paralel olacak şekilde hazırlanmalıdır.

Herhangibir teslim koşulundaki uzun ürünlerin, profillerin ve dikişsiz boruların alın kaynağı test numunesi takımı, kaynak dikişi haddeleme doğrultusuna dik (enine) olacak şekilde hazırlanmalıdır.

3.7.4 Ağız hazırlığı

Ağız hazırlığı tercihen 1/2V veya K olmalıdır.

Kaynak yöntemi, mümkün olduğu kadar, sözkonusu çeliğin normal kaynak işlemine uygun olmalıdır.

Kaynak prosedürü ve kaynak kayıtları incelenmek üzere **TL**'na verilecektir.

3.7.5 Kaynak sonrası ısıl işlem prosedürü

3.7.5.1 Onay sırasında aksi şekilde onaylanmadığı takdirde, N/NR veya TM/TM+AcC/TM+DQ koşulunda teslim edilen çelikler, 580°C'lık maksimum tutma sıcaklığında, her bir 25 mm kalınlık için minimum 1 saat süreyle (en az 30 dakika ve en fazla 150 dakika) ısıl işleme tabi tutulacaktır.

3.7.5.2 Onay sırasında aksi şekilde onaylanmadığı takdirde, QT koşulunda teslim edilen çelikler, 580°C'lık maksimum tutma sıcaklığında (daha önceki temperleme sıcaklığının en az 30 °C altında olmak üzere), her bir 25 mm kalınlık için minimum 1 saat süreyle (en az 30 dakika ve en fazla 150 dakika) ısıl işleme tabi tutulacaktır.

3.7.5.3 Malzemenin üniform olarak ısıtılması/ soğutulmasını sağlamak üzere 300°C'ın üzerindeki ısıtma ve soğutma işlemleri kontrollü tarzda yapılacaktır. Maksimum tutma sıcaklığından 300°C'ye soğutma, 55°C/hr 'dan daha yavaş olmayacaktır.

3.7.6 Testlerin tipleri

Test numunesi takımı aşağıdaki test parçalarından alınmalıdır:

3.7.6.1 1 enine kaynak çekme testi – 1 tam kalınlıklı test numunesi veya tüm kesiti kapsayan daha küçük numuneler.

3.7.6.2 Bir set, çentiğin erime çizgisinde ve 2, 5 ve 20 mm uzağında olduğu kaynağın enine (dik) doğrultusunda ve yüzeyin 1-2 mm altında yer alan, 3 Charpy V-çentik darbe parçası. Levha kalınlığı t ≥ 50 mm içinyukarıda belirtilen konumlardan, kaynak kökünde yeralan ilave 3 çentik darbe test numunesi gereklidir. Erime sınırı, örneğin uygun bir madde ile dağlanmasıyla belirlenir. Sözkonusu çelik kalitesi için öncelikle, test sıcaklığı belirlenmelidir.

3.7.6.3 Kaynaklı parça genelinde sertlik testleri HV 10. Çentikler, kaynağın her iki ön ve kök yüz tarafında, sac yüzeyinin 1-2 mm altında bir enine çizgi boyunca, aşağıdaki gibi yapılmalıdır:

- Erime çizgisi,

- Isıdan Etkilenen Bölge (HAZ): Erime çizgisinden etkilenmeyen ana malzeme içine her 0,7 mm de (her ısıdan etkilenen bölge için en az 6-7 ölçüm).

  En fazla sertlik değeri, H420 ÷ H460 kaliteleri için 350 HV'den, H500 ÷ H690 kaliteleri için 420 HV'den ve H890 ÷ H960 kaliteleri için 450HV'den büyük olmayacaktır.

  Kaynak kesit alanının makroyapı fotoğrafı ile birlikte kaynak bağlantısının kaynak ağzı boyutlarını gösteren bir çizim, paso sayısı, sertlik çentikleri de test raporuna eklenmelidir.

3.7.6.4 CTOD testi

CTOD test numuneleri, 3.7.1.2 veya 3.7.2.2'de belirtilen alın kaynağı test takımından alınacaktır. CTOD testi EN ISO 15653 veya eşdeğerine göre yapılacaktır.

- 50 mm levha kalınlığına kadar (B=W) numune geometrisi kabul edilir. 50 mm'den daha kalın levhalarda, yüzeyin altından kalınlık yönünde 50 mm derinliğinde ve 50 mm genişliğinde alınan numune (50x50 mm) geometrisi kabul edilir. Ayrıntılar için Şekil D.1 a) ve b)'ye bakınız.

- Numunelere kalınlık doğrultusunda çentik açılacaktır.

- Çatlak ucunun örnekleme konumu için kaba taneli HAZ (GCHAZ) hedef alınacaktır.

- Test numuneleri kaynatılmış ve kaynak sonrası ısıl işleme tabi tutulmuş halde olacaktır.

- Her bir alın kaynağı test takımında, -10°C'da 3 test yapılacaktır.

H690 ve üzerindeki kaliteler için, CTOD testinden önce, düşük sıcaklıklı ısıl işlem ile kaynatılmış test parçalarına hidrojen giderme işlemi yapılabilir. Isıl işlem koşulu olarak 200 °C'da 4 saat tavsiye edilir. Kesin parametreler, CTOD test sonuçları ile birlikte bildirilecektir.

3.7.7 Kaynak çatlağına duyarlılılık test (Hidrojen çatlağı testi)

Y-formlu kaynak çatlak testi için, GB/T 4675.1 ve JIS Z 3158 gibi, ulusal ve uluslar arası tanınmış standartlara göre yapılan testtir. Minimum ön ısıtma sıcaklığı belirlenecek ve kalınlıkla ön ısıtma sıcaklığı arasındaki bağıntı oluşturulacaktır.

3.7.8 Diğer testler

Yeni geliştirilen çelik tipleri sözkonusu, bu bölümün kapsamı dışında kalanlar (IACS UR W16) veya **TL** tarafından gerekli görülen ek testler gerekli olabilir.

4. Sonuçlar

Tüm sonuçlar, ilk onaydaki isteklere uygun olacaktır. Üretici Ek D, madde 2'de istenilen tüm bilgileri içeren üretim spesifikasyonları ile birlikte tüm test sonuçlarını ve testlere tabi tutulan ürünlere uygulanan çelik üretimi, döküm, haddeleme ve ısıl işlemle ilgili üretim kayıtlarını verecektir.

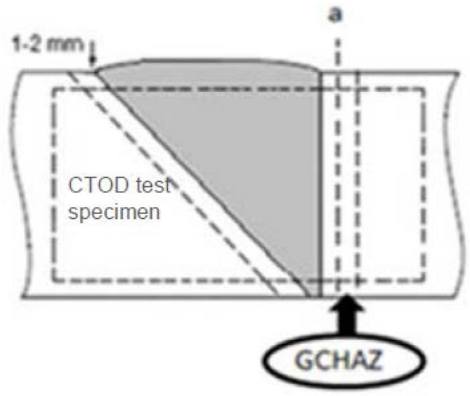
5. Sertifikalandırma

5.1 Onay

Sörveyin başarı ile tamamlanmasından sonra, onay **TL** tarafından verilir.

5.2 Onaylı üreticilerin listesi

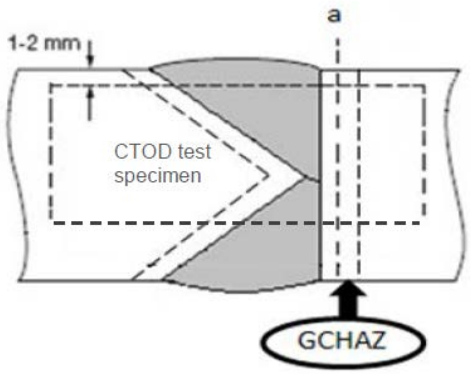
Onaylı üreticiler, üretilen çelik tiplerinin ve ana onay bilgilerinin bulunduğu bir listeye girilir.



Notch location:

a : in GCHAZ

Şekil D.1 a) - Levha kalınlığı t ≤ 50 mm için, CTOD test numunesi tam kalınlıktan alınacaktır.



Notch location:

a : in GCHAZ

Şekil D.1 b) - Levha kalınlığı t > 50 mm için, test numunesi yüzeyin altından maksimum 50 mm kalınlığında alınacaktır.

Tablo D.1 Ana malzeme testleri

Test tipi	Test numunelerinin konumu ve doğrultusu	Notlar			
1 Kimyasal analiz (Pota ve ürün) **(1)**)	Üst	a) C, Mn, Si, P, S, Ni, Cr, Mo, Al, N, Nb, V, Ti, B, Zr, Cu, As, Sn, Bi, Pb, Ca, Sb, O, H oranları raporlanacaktır. b) Karbon eşdeğeri hesabı ve/veya c) *P*cm hesabı, uygulanabilirse.			
2 Ayrılma muayenesi	Üst	Kükürt izleri **(2)** ingot veya kütüğün eksenine dik olan levha kenarlaından alınacaktır. Bu kükürt izleri, seçilen kenarın merkezinden yaklaşık 600 mm uzunluğunda alınacak (ingot merkez hattında) ve tüm levha kalınlığını içerecektir.			
3 Mikrografik muayene **(3)**	Üst	a) Tane büyüklüğünün belirlenmesi. Ferrit ve/veya öncel östenit tane büyüklüğü belirlenmelidir. b) Tüm mikrograflar x 100 ve 500 kez büyütülerek alınacaktır. c) Metalik olmayan katkı miktarı/temizlik Miktar, büyüklük, şekil ve dağılım yönlerinden metalik olmayan katkılar ve artıkların düzeyi, üretici tarafından kontrol edilecektir. ISO 4967 veya eşdeğeri mikrografik muayene yöntemleri standardı uygulanacaktır. Metalik olmayan katkılar ve artıkların belirlenmesinde, üretici alternatif yöntemler de kullanabilir.			
4 Çekme testi	Üst ve alt – boyuna ve enine doğrultuda	Akma mukavemeti (R_{eH}), Çekme mukavemeti (R_m), Kopma uzaması (A5), Kesit daralması (RA) ve Y/T oranı raporlanacaktır.			
5a Aşağıdaki kaliteler için herhangibir işleme tabi tutulmamış numunelerde çentik darbe testleri **(4)**	Üst ve alt	Test sıcaklığı [°C]			
TL-AH	Boyuna ve enine doğrultuda	+20	0	-20	
TL-DH		0	-20	-40	
TL-EH		0	-20	-40	-60
TL-FH		-20	-40	-60	-80
5b Aşağıdaki kaliteler için uzama yaşlanmasına tabi tutulmuş numunelerde çentik darbe testleri **(4)(5)**	Üst	% 5 deformasyon + 250 °C'da 1 saat			
TL-AH	Boyuna ve enine doğrultuda	+20	0	-20	
TL-DH		0	-20	-40	
TL-EH		0	-20	-40	-60
TL-FH		-20	-40	-60	-80

Tablo D.1 Ana malzeme testleri (devamı)

Test tipi	Test numunelerinin konumu ve doğrultusu	Notlar
6 Ağırlık düşürme testi	Üst	Test, sadece levhalarda olmak üzere, ASTM E-208'e uygun olarak yapılacaktır. NDTT belirlenmeli ve test edilen parçaların fotoğrafları çekilerek test raporuna eklenmelidir.
7 Kalınlık doğrultusundaki çekme testi	Üst ve alt	Kalınlık doğrultusundaki özellikleri iyileştirilmiş kaliteler için opsiyonel, H.'ye göre test.
8 Kaynak edilebilirlik testi **(6)**		
a) Alın kaynağı takımı, kaynatılmış halde	Üst	WM, FL, FL+2, FL+5, FL+20'de enine kaynak çekme testi, Çentik darbe testi, Makro muayene ve sertlik sörveyi, kaba taneli HAZ'da - 10°C CTOD.
b) Alın kaynağı takımı (PWHT), uygulanabilirse	Üst	WM, FL, FL+2, FL+5, FL+20'de enine kaynak çekme testi, Çentik darbe testi, Makro muayene ve sertlik sörveyi, kaba taneli HAZ'da - 10°C CTOD.
c) Y-formlu kaynak çatlak testi (Hidrojen çatlağı testi)	Üst	

Notlar :

(1) *Ürün analizi çekme numunesinden alınmalıdır. Üretim spesifikasyonunda verilen sınırlar dahilinde, ürün analizinin, pota analizinden farklılık göstermesine izin verilir.*

(2) *Ayrılma muayenesi için, Kükürt izi testinden farklı yöntemler uygulanabilir. Bu husus* ***TL****'nun kabulüne tabidir.*

(3) *Mikrograflar tam kalınlığı temsil edecektir. Genelde, kalın ürünler için ürün yüzeyinde, 1/4t'de ve 1/2t'de olmak üzere en az 3 muayene yapılacaktır.*

(4) *Absorbe edilen enerji değerinin belirlenmesine ilave olarak, ayrıca yanal genleşme ve kristalleşme yüzdesi de raporlanacaktır.*

(5) *Uzama yaşlanması testi en kalın levhada yapılacaktır.*

(6) *Kaynak edilebilirlik testi en kalın levhada yapılacaktır.*

6. Onayın Yenilenmesi

Onayın geçerliliği en fazla 5 yıldır.

Yenileme, zaman aralığı içinde **(*)** periyodik muayene ve sörveyörün muayene sonuçlarını uygun bulması üzerine yapılabilir.

İşletim koşulları nedeniyle yenileme denetimi zaman aralığı dışında kalırsa, eğer bu yenileme denetim tarihi için anlaşma asıl zaman aralığının içinde yapılmışsa, üretici hala onaylı olarak kabul edilecektir ve başarılı olursa, onaya verilecek uzatma geçmiş olan asıl yenileme tarihi olacaktır.

Üretici, yenilemeler arasındaki sürede onaylı kaliteleri ve ürünleri üretmemiş ise, onay testlerini yapması gerekebilir veya benzeri kalitedeki ürünlerin üretim sonuçlarının istatistiksel verileri esas alınarak, **TL**'nun kararına bağlı olarak yeniden onaylanabilir.

7. Onayın Kaldırılması

Geçerlilik döneminde, aşağıdaki durumlarda onay tekrar değerlendirilebilir:

7.1 Çalışma sırasındaki hatalar, ürün kalitesi izlenebilir.

7.2 Üretim veya montaj sırasında ortaya çıkan uygun olmayan ürün.

7.3 Üreticinin kalitesi sisteminde bulunan hata.

7.4 **TL** ile daha önce anlaşma yapılmadan, üretici tarafından onay yapılırken tanımlanan onay kapsamında yapılan değişiklikler.

7.5 Ürünün testi sırasında bulunan major uygunsuzluk kanıtı.

(*) *Mevcut onaylarda sertifikanın geçerliliğine rağmen, IACS UR W16 Rev.3'den önce **TL** tarafından onaylanmış tüm kalite ve ürünlere onay yenilenmesi için bu kural uygulanacaktır. Bu yenilemeler Revizyon 3'ün yürülüğe girişinden itibaren 5 yıl içinde tamamlamalıdır.*

Ek 6

Gevreklik atlağı Durdurma Çelikleri için Küçük Ölçekli Test Yöntemlerinin Onay Sistemi

A6.1 Kapsam

A6.1.1 Bu Ek, bu bölümün Tablo 3.27'sinde belirtilen gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin ürün testi (demet testi) için kullanılan küçük ölçekli test yöntemlerinin onay sistemini belirtir.

A6.1.2 Bu Ek'te aksi belirtilmedikçe, bu bölümün Ek 2'si ve/veya Ek 3'ü dikkate alınacaktır.

A6.2 Onay başvurusu

A6.2.1 Üretici aşağıdaki dokümanları TL'na sunacaktır:

a) Küçük ölçekli test prosedürü spesfikasyonunun onaylanması için başvuru

b) En az aşağıdaki öğeleri içeren küçük ölçekli test prosedürü spesifikasyonu:

- Uygulanacak malzeme kaliteleri, kalınlık aralığı, deoksidasyon uygulaması, ısıl işlem, vb.
- Küçük ölçekli testlerin tipleri ve yöntemleri
- Test numunelerinin levha kalınlığı yönünde ve son haddeleme yönünde alınma konumları
- Test numunelerinin boyutu ve ölçüleri
- Test numunelerinin sayısı
- Kabul kriterleri
- Test raporu format örneği
- Küçük ölçekli test sonuçları dahil, ürün muayene sertifikası örneği
- Küçük ölçekli test sonuçları dahil, ürün muayene sertifikası örneği
- Küçük ölçekli test sonuçlarının kriterleri karşılamaması durumunda ürünün elleçlenmesi

c) Gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin, gevreklik çatlağını durdurma özelliklerine ulaşma mekanizması

d) Gevreklik çatlağını durdurma özelliklerinin yukarıda c)'de belirtilen mekanizma dikkate alınarak küçük ölçekli test yöntemleriyle değerlendirilmesine olanak tanıyan teknik altyapı.

e) Gevreklik çatlağını durdurma çeliklerinin gevreklik çatlağını durdurma özelliklerinin küçük ölçekli test sonuçlarıyla değerlendirilmesi prosedürü

f) Sayısı A6.3.3'te verilen minimum veri sayısı

g) Onay için önerilen test planı.

A6.2.2 Küçük ölçekli test prosedürü spesifikasyonu bu Ek'in A6.3'üne uygun olarak hazırlanacaktır.

A6.2.3 Üreticinin onaylanmış küçük ölçekli test prosedürü spesifikasyonunun herhangi bir bölümünü değiştirmeyi teklif etmesi halinde, imalatçı, bu bölümün Ek A6.2.1'inde belirtilen tüm hususları kapsayacak dokümanları TL'na sunacaktır.

A6.2.4 Değişikliğin nedenini doğrulayan dokümanlar, değişikliklerin mevcut prosedür üzerindeki etkisini ve bu tür etkileri ele almak için önerilen aksiyonları belirlemek üzere sunulacaktır.

A6.2.5 Küçük Ölçekli Testlere İlişkin Prosedür Şartnamesinin Oluşturulması

A6.3. Genel

A6.3.1. Gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin, gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin elde edilmesine ait olarak imalatçının kendi teknik felsefesine dayalı olarak küçük ölçekli test yöntemleri belirlenecektir. Ayrıca, büyük ölçekli gevreklik çatlağı durdurma özellikleri ile küçük ölçekli test sonuçları arasındaki bağıntının açıklanması da gerekecek ve küçük ölçekli testin kabul kriterleri aşağıdakilere dayanarak belirlenecektir:

- Gevreklik çatlağı durdurma özelliklerine ulaşma mekanizması
- Örnekleme konumu ve yönü
- Örnekleme sıklığı
- Küçük ölçekli test metodolijisi
- Gevreklik çatlağı durdurma testi sonuçları ile küçük ölçekli test sonuçları arasında kanıtlanmış bağıntı
- İstatistiksel analize dayalı olarak küçük ölçekli test kabul kriterlerinin eldesi.

A6.3.1.2 İmalatçı, küçük ölçekli test prosedür spesifikasyonunu A6.3.2 ÷ A6.3.5 maddelerine uygun olarak hazırlayacaktır

A6.3.2 Test Tipleri ve Yöntemleri

A6.3.2.1 Küçük ölçekli testlerin tipleri, yöntemleri ve test numunelerinin boyutları, konumları ile yönü, vb imalatçı tarafından belirlenmeli ve bu bölüme uygun olarak onaylanmalıdır.

A6.3.2.2 Genel olarak test yöntemi, aşağıda belirtildiği gibi, çatlak başlatma, yayılma ve durdurma özelliğini yeniden oluşturmalıdır.

- Test yöntemlerinin kombinasyonları, örneğin NRL ağırlık düşürme testi ve Charpy V-çentik darbe test.
- Bir test yöntemi, örneğin, çentik darbe testi veya yan bölüm ağırlık düşürme testi.

A6.3.2.3 Genel olarak, gevreklik çatlağını durdurma çeliklerinin gevreklik çatlağını durdurma özellikleri küçük ölçekli test sonucu (örneğin, küçük ölçekli testlerle elde edilen geçiş sıcaklığı) ile büyük ölçekli gevreklik çatlağı durdurma test sonucu (örneğin Kca veya spesifik gevreklik çatlağını durdurma özelliklerine karşılık gelen sıcaklık) arasındaki bağıntı üzerine bir regresyon denklemi kullanılarak öngörülebilir.

TL'nun onayına tabi olarak diğer yaklaşımlar kullanılabilir.

Not: Tablo A6-1, Tablo A6-2 ve Tablo A6-3'te küçük ölçekli test yöntemleri örnekleri verilmektedir.

A6.3.2.4 Test yöntemlerinin belirlenmesi için imalatçı, test yöntemlerinin metodolojisini, gevreklik çatlağını durdurma özelliklerine ulaşmaya yönelik mekanizmalarını ve test numunelerini alma konumlarını dikkate alarak, bu test yöntemlerinin kendi gevreklik çatlağı durdurma çeliklerine uygulanabilirliğini doğrulamalıdır (A6.3.1.1'e bakınız). Daha sonra, imalatçı ayrıca küçük ölçekli test yöntemlerinin belirlenmesi için teknik arka planı A6.2.1'de verildiği gibi TL'na sunmalıdır.

A6.3.3 Test Verileri

A6.3.3.1 Test plakalarının seçimi

A6.3.3.1.1 Gevreklik çatlağı durdurma testleri ve küçük ölçekli testler, bu Ek'in A6.3.3'üne uygun olarak gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin her malzeme kalitesi için (tüm ekler dahil) yapılacaktır

A6.3.3.1.2 Gevreklik çatlağı durdurma testleri ve küçük ölçekli testler, A6.3.3.1.3'e uygun olarak en az 12 test plakası üzerinde gerçekletirilecektir, bu test sonuçları ile gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin gevreklik çatlağı durdurma özellikleri güvenilir bir şekilde belirlenebilir.

Not: "Bir test plakası", IACS UR W11'de tanımlandığı gibi "tek bir ingottan veya kütükten doğrudan levha olarak haddelenmiş ürün" anlamındadır.

A6.3.3.1.3 Çelik plakaların çeşitli üretim koşullarıyla küçük ölçekli test sonuçları ve gevreklik çatlağı durdurma özellkleri arasında uygun bağıntıyı sağlamak amacıyla, çelik levhalar aşağıdakileri içerecek şekilde her kalınlık aralığı ve eriyik numunesi kombinasyonunu temsil etmelidir:

- Öngörülen maksimum ve minimum plaka kalınlığı
- Her kalınlık için farklı eriyikler seçilecektir.

Ayrıca, yukarıdaki test plakaları, gevreklik çatlağını durdurma özellikleri (yani, gevreklik çatlağı durdurma test sonuçları) bu bölümün Tablo 3.27'sinde belirtilen gerekliliklere uymayan belirli sayıda çelik plakayı içerir. Bu sayı en az bir olmalı ancak tüm test plakalarının dörtte birini geçmemelidir. Bu test plakalarının üretim süreci, küçük ölçekli test yönteminin uygulandığı gevreklik çatlağını durdurma çeliklerininkinden farklı olabilir (veya onaylanmış üretim sürecinden istemli olarak değiştirilebilir). Bu test plakalarının mukavemet kalitesinin (gevreklik çatlağı durdurma özelliklerine ilişkin gerekliliklere uygun olmayan) gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin mukavemet kalitesine benzer olması tavsiye edilir.

İmalatçının sadece tek bir kalınlık için onay talep ettiği durumlarda, test plakalarının kalınlığı sadece tek bir kalınlıkta olabilir. Bu durumda, her bir kalınlık (tek kalınlık) ve eriyik (üç farklı eriyik) kombinasyonu için en az dört çelik lavha kullanılmalıdır, küçük ölçekli testin uygulananilir kalınlığı sadece bu tek kalınlık durumudur.

A6.3.3.1.4 İmalat prosesinin onay testi için kullanılan gevreklik çatlağı durdurma çelikleri (ve onay testi sonuçları), A6.3.3.1.3'te belirtilen test plakaları olarak da kullanılabilir

A6.3.3.1.5 Aşağıdaki (a) ve (b) durumlarında, belirtilen sayıdaki test plakasının toplamında bir azalma TL tarafından kabul edilebilir.

(a) İmalatçı birden fazla malzeme kalitesine küçük ölçekli bir test prosedürü spesifikasyonu uyguladığında ve bu farklı malzeme kalitelerinin gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin aynı olmasını sağlayan üretim süreci ve mekanizması aynı olduğunda.

(b) Küçük ölçekli bir test prosedürü spesifikasyonu bir veya bazı malzeme kaliteleri için TL tarafından onaylanmışsa, ve imalatçı diğer malzeme kalitelerine benzer küçük ölçekli test prosedürü spesifikasyonu uyguladığında ve bu farklı malzeme kalitelerinin gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin aynı olmasını sağlamak için üretim süreci ve mekanizması aynı olduğunda.

A6.3.3.2 Gevreklik çatlağı durdurma testleri

A6.3.3.2.1 Gevreklik çatlağı durdurma testleri, bu bölümün Ek 3, A3.3.3'üne uygun olarak her test plakası için yapılacaktır.

A6.3.3.2.2 Kca'nın değerlendirilmesi için gevreklik çatlağı durdurma testlerinin yapıldığı durumlarda, belirli bir sıcaklıkta Kca, Ek 4 A4.3'e göre elde edilecektir.

A6.3.3.2.3 CAT'nin değerlendirilmesi için gevreklik çatlağı durdurma testlerinin yapıldığı durumlarda, Ek 5 A.8.3'e uygun olarak deterministik (fiili) CAT elde edilecektir.

A6.3.3.3 Küçük ölçekli testler

A6.3.3.3.1 Küçük ölçekli testler, her test plakası için onaylanacak küçük ölçekli test prosedürü spesifikasyonuna uygun olarak yapılacaktır.

A6.3.3.3.2 Genel olarak, küçük ölçekli testlerin test numuneleri, boyuna eksenleri test plakalarının son haddeleme yönüne paralel olacak şekilde alınacaktır.

A6.3.3.3.3 Küçük ölçekli testlerin test numuneleri, A6.3.2.3'te belirtildiği gibi test plakalarının levha kalınlığı doğrultusunda belirtilen konumlardan alınacaktır.

A6.3.4 Bağıntının Doğrulanması

A6.3.4.1 Gevreklik çatlağı durdurma testinden elde edilen gevreklik çatlağı durdurma özelliği ile tekli veya çoklu küçük ölçekli test sonuçları arasındaki bağıntıya ait bir regresyon denklemi oluşturulacaktır. Gevreklik çatlağı durdurma özellikleri için belirli bir sıcaklık (örneğin BCA1'de Tkca6000, BCA2 veya CAT'de Tkca8000) veya -10°C'de Kca değeri kullanılabilir.

A6.3.4.2 Gevreklik çatlağı durdurma özelliklerini yeterli doğrulukta belirlemek için regresyon denkleminin geçerliliği incelenecektir. Küçük ölçekli testlerden hesaplanan değerler ile gevreklik çatlağı durdurma testi sonuçları arasındaki gevreklik çatlağı durdurma özellklerinin bağıntısı, standart sapmanın iki katı (2σ) değeri kullanılarak elde edilecektir. Gevreklik çatlağı durdurma özelliği için sıcaklık kullanıldığında 2σ 20°C'den büyük olmayacaktır. Diğer durumlarda (örneğin – 10 °C'de Kca değeri), TL'nun onayı ile 2σ'lık bir üst sınır belirlenecektir.

Not:
Standart sapmanın (σ) hesaplama prosedürü aşağıdaki gibidir:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^{n} (y_i - x_i)^2}$$

n: test plakalarının sayısı
yi:bir test plakası için gevreklik çatlağı durdurma testinden elde edilen gevreklik çatlağı durdurma özelliği
xi: bir test plakası için küçük ölçekli testlerden belirlenen gevreklik çatlağı durdurma özelliği.

A6.3.5 Kabul Kriteri

A6.3.5.1 Gevreklik çatlağı durdurma çeliklerinin küçük ölçekli testler ile kabul kriteri, yukarıda A6.3.4'te gevreklik çatlağı durdurma özellikleri ile bağıntıda garanti edilen regresyon denklemine dayalı olarak imalatçı tarafından önerilecektir. Kriter, regresyon denkleminden öngörülen değerden gevreklik çatlağı durdurma özelliklerinin dağılımı dikkate alınarak, regresyon denkleminin emniyetli tarafında gevreklik çatlağı durdurma özelliklerini öngörecek şekilde belirlenmelidir.

A6.3.5.2 TL tarafından aksi kararlaştırılmadıkça, küçük ölçekli testlerin kabul kriteri aşağıdaki prosedürle belirlenecektir:

(a) Sıcaklıkla bağıntı için

(i) Gerekli sıcaklık (Şekil A6-1'e bakınız), bu bölümün Tablo 3.27'sindeki gevreklik çatlağı durdurma çeliği spesifikasyonundan 2σ (°C) çıkarılarak elde edilir, yani -10-2σ (°C), burada 2σ A6.3.4.2'de verilmiştir.

Şekil A6-1'deki Tkca6000 ve Tkca8000, çelik levhaların Kca değerinin sırasıyla 6,000N/mm$^{3/2}$ ve 8,000N/mm$^{3/2}$'ye eşit olduğu sıcaklıklardır.

(ii) Regresyon denklemi yoluyla küçük ölçekli test sonuçlarından öngörülen sıcaklık -10-2σ (°C), değerinden yüksek olmayacaktır.

(b) Gevreklik çatlağı durdurma tokluğu (Kca) le bağıntı için

(i) Gerekli Kca (Şekil A6-2'ye bakınız), bu bölümün Tablo 3.27'sindeki gevreklik çatlağı durdurma çeliği spesifikasyonuna 2σ eklenerek elde edilir, yani BCA1'de 6,000+2σ (N/mm$^{3/2}$) veya BCA2'de 8,000+2σ (N/mm$^{3/2}$), burada 2σ A6.3.4.2'de verilmiştir.

Regresyon denklemi yoluyla küçük ölçekli test sonuçlarından öngörülen Kca değeri, BCA1 için 6,000+2σ (N/mm$^{3/2}$) veya BCA2 için 8,000+2σ (N/mm$^{3/2}$), değerinden küçük olmayacaktır.

A6.4 Onay Testleri

A6.4.1 Genel

A6.4.1.1 A6.2.1'de belirtilen sunulan teknk dokümanların geçerliliğini doğrulamak için onay testleri yapılacaktır.

A6.4.1.2 Onay test planı, testten önce TL tarafından onaylanacaktır.

A6.4.1.3 A6.2.1'de belirtilen sunulan dokümanların içeriği göz önüne alınarak, TL aşağıdaki durumlarda ilave testler talep edebilir:

a) TL'nun, gevreklik çatlağı durdurma testlerinin veya küçük ölçekli testlerin sayısının, küçük ölçekli testlerin kabul kriterlerinin geçerliliğini yeterince doğrulamak için çok az olduğunu tespit ettiğinde (A6.3.3.1'e bakınız)

b) TL'nun, küçük ölçekli testlerin kabul kriterlerini belirlemek için elde edilen test verilerinin çok geniş ölçüde değiştiğini (A6.3.4.2'ye bakınız) veya verilerin önyargılı bir bağıntı eğrisi oluşturarak kümelendiğini belirlediğinde

c) TL, küçük ölçekli testlerin kabul kriterini belirlemek için gevreklik çatlağı durdurma testi sonuçlarının veya küçük ölçekli test sonuçlarının geçerliliğinin yetersiz olduğunu veya testler sırasında ve/veya test sonuçlarında bazı kusurların bulunduğunu belirlediğinde (A6.3.3.2 ve A6.3.3.3'e bakınız) ve

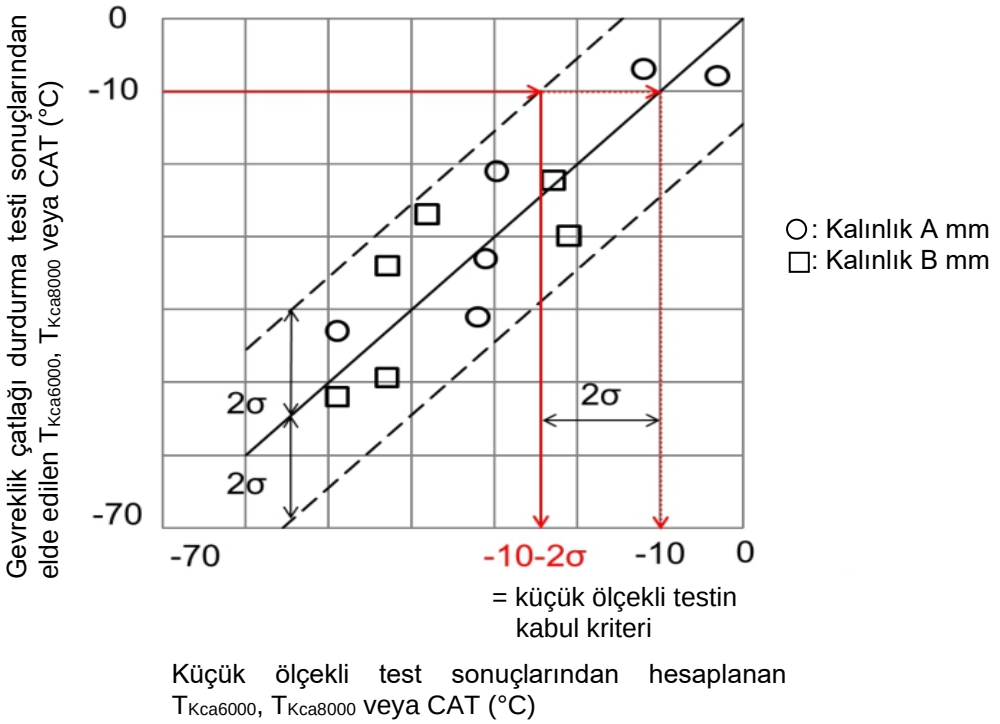
d) TL tarafından gerekli görülen diğer nedenler.

A6.4.2 Onay testlerinin kapsamı

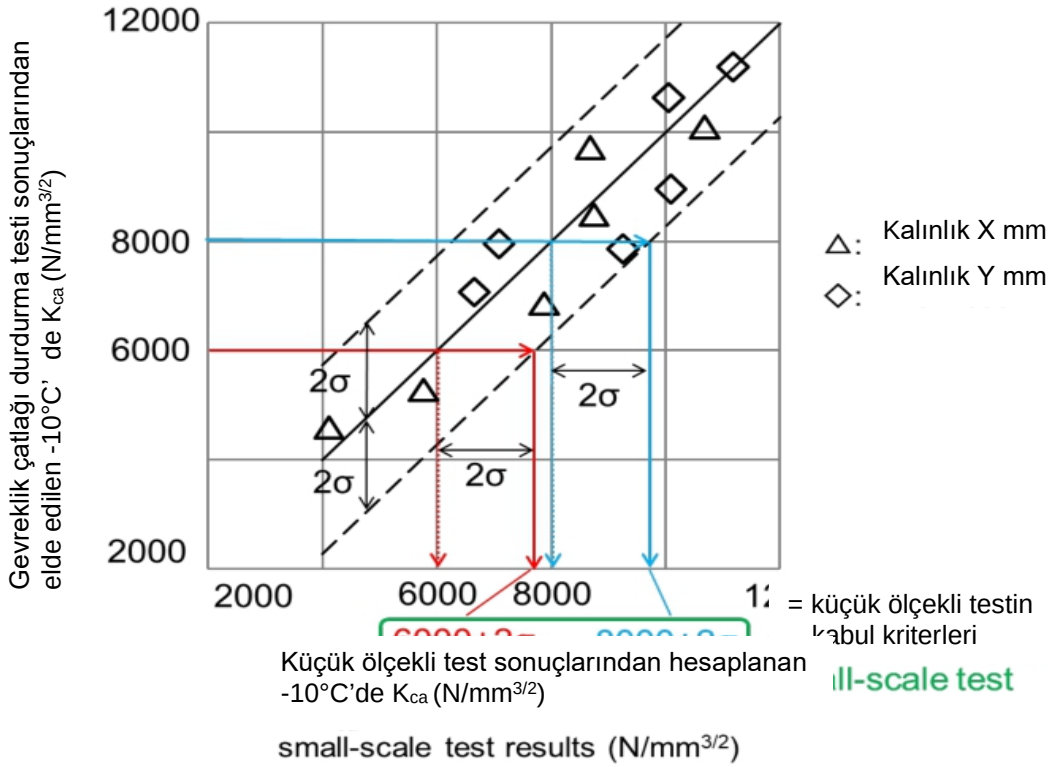
A6.4.2.1 Onay testlerinin kapsamı, bu bölümün Ek 2 2.1 ve Ek 2 3.1'e göre olacaktır.

A6.4.3 Testlerin tipi

A6.4.3.1 Gevreklik çatlağı durdurma testleri



Şekil A6-1 Sıcaklıkla bağıntı için küçük ölçekli testin kabul kriterinin belirlenmesine ilişkin örnek
(Not: Yalnızca şematiktir ve elde edilen gerçek verileri temsil etmeyebilir)



Şekil A6-2 Gevreklik çatlağı durdurma tokluğu vasıtasıyla bağıntı için küçük ölçekli testin kabul kriterinin belirlenmesine ilişkin örnek
(Not: Yalnızca şematiktir ve elde edilen gerçek verileri temsil etmeyebilir)

A6.4.3.1.1 Gevreklik çatlağı durdurma testleri bu bölümün Ek 3, A3.3.3'üne uygun olarak yapılacaktır.

A6.4.3.1.2 Kca'nın değerlendirilmesi için gevreklik çatlağı durdurma testlerinin yapıldığı durumlarda, Kca belirli bir sıcaklıkta (TKca6000 veya TKca8000) Ek 4, A4.3'e göre elde edilecektir.

A6.4.3.1.3 CAT'nin değerlendirilmesi için gevreklik çatlağı durdurma testlerinin yapıldığı durumlarda, deterministik CAT Ek 5, A5.8.3'e göre elde edilecektir.

A6.4.3.2 Küçük ölçekli testler

A6.4.3.2.1 Küçük ölçekli testler A6.3.3.3'e göre yapılacaktır.

A6.5 Sonuçlar

A6.5.1 Test unsurlarının sonuçları ve prosedürler, TL tarafından onaylanan test programına uygun olacaktır.

A6.5.2 Gevreklik çatlağı durdurma test sonuçları için imalatçı, Kca için bu bölümün Ek 4'üne ve CAT için bu bölümün Ek 5'ine uygun olarak gevreklik çatlağı durdurma test raporlarını TL'na sunacaktır.

A6.5.3 Küçük ölçekli test sonuçları için imalatçı, bu Ek'in A6.2.1 b) maddesinde belirtilen test raporu format örneğine uygun olarak küçük ölçekli test raporlarını TL'na sunacaktır.

A6.6 Onay

Sörvey ve testlerin uygun bir şekilde tamamlanması ve sunulan teknik dokümanların uygun olarak onaylanması üzerine, küçük ölçekli test prosedür spesifikasyonu onayı TL tarafından verilecektir.

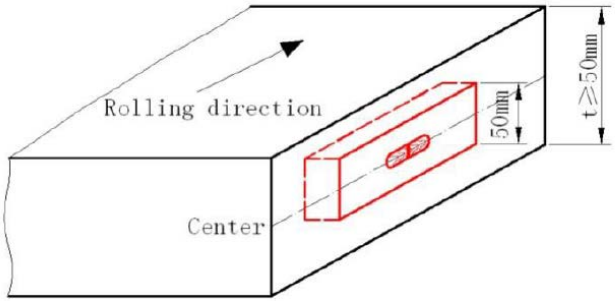
Tablo A6-1 NRL ağırlık düşürme testi ve Charpy-V çentik darbe testi kullanılarak küçük ölçekli test yöntemi örneği (bilgi için)

Test tipi:	NRL ağırlık düşürme testi ve Charpy-V çentik darbe testi
Standart:	ASTM E208:2020 ve ISO 148-1:2016
Test numunelerinin örnekleme konumları:	NRL ağırlık düşürme testi: yüzeyde Charpy-V çentik darbe testi: kalınlığın ¼'ünde
Test numunesinin boyuna doğrultusu:	Test plakasının son haddeleme yönüne paralel
Regresyon denklemi:	$$T_{Kca} = \alpha \cdot (NDTT + 10) + \beta \cdot vTrs + 153(t-5)^{1/13} - 170.5$$ T_{Kca} : 6.000N/mm$^{3/2}$ Kca'da veya 8.000N/mm$^{3/2}$ Kca'da sıcaklık (°C) NDTT: Sıfır süneklik geçiş sıcaklığı (°C) vTrs : Emilen enerjinin geçiş sıcaklığı (°C) t : kalınlık α, β(1):sabit
Notlar:	(1) α ve β küçük ölçekli test sonuçlarının gevreklik çatlağı durdurma testi sonuçlarıyla karşılaştırılmasıyla belirlenir.

Tablo A6-2 Preslenmiş-Charpy-V çentik darbe testi kullanılarak küçük ölçekli test yöntemi örneği (bilgi için)

Test tipi:	Preslenmiş-Charpy-V çentik darbe testi
Standart:	Çentiğin ölçüleri, şekli, uygulama yöntemi: imalatçının teklifi Diğerleri: ISO 148-1:2016
Test numunelerinin örnekleme konumları:	Kalınlığın ½'sinden
Test numunesinin boyuna doğrultusu:	Test plakasının son haddeleme yönüne paralel
Regresyon denklemi:	$$\boldsymbol{T_{Kca} = \alpha_p T_{EyJ} + \beta}$$ T_{Kca} : 6.000N/mm$^{3/2}$ Kca'da veya 8.000N/mm$^{3/2}$ Kca'da sıcaklık (°C) *pTE*γ*J*: γ emilen enerjideki (J) test sıcaklığı (°C) α, β(1):sabit δ gevrek çatlama yüzeyi oranında (%) emilen enerji (J)
Notlar:	(1) α, β, γ ve δ küçük ölçekli test sonuçlarının gevreklik çatlağı durdurma testi sonuçlarıyla karşılaştırılmasıyla belirlenir.

Tablo A6-3 Yan kesit ağırlık düşürme testi kullanılarak küçük ölçekli test yöntemi örneği (bilgi için)

Test tipi:	Yan kest ağırlık düşürme testi
Standart:	Boyutlar ASTM E 208:2020 P-2 tip
Test numunelerinin örnekleme konumları:	Kalınlığın ½'sinden ve yan kesiitten 
Test numunesinin boyuna doğrultusu:	Test plakasının son haddeleme yönüne paralel
Regresyon denklemi:	$T_{Kca} = \alpha\,\beta \cdot T_{NDT}^{side} + y \cdot t^{1.5}$ T_{Kca} : 6.000N/mm$^{3/2}$ Kca'da veya 8.000N/mm$^{3/2}$ Kca'da sıcaklık (°C) Yan kest ağırlık düşürme testi ile elde edilen sıfır süneklik geçiş sıcaklığı (°C) t: kalınlık α, β, γ (1):sabit
Notlar:	(1) α, β, γ ve δ küçük ölçekli test sonuçlarının gevreklik çatlağı durdurma testi sonuçlarıyla karşılaştırılmasıyla belirlenir.

BÖLÜM 4

ÇELİK BORULAR VE FİTİNGLER

Sayfa

A. Genel 4-2

1. Kapsam
2. Boru Üreticilerinin Sağlaması Gereken İstekler
3. Üretim Yöntemi, Teslim Koşulları
4. Boruların Genel Özellikleri
5. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar
6. Boruların Sızdırmazlığı
7. Malzeme Özellikleri İle İlgili Genel İstekler
8. Testlerle İlgili Genel İstekler
9. Markalama
10. Sertifikalandırma

B. Genel Kullanım Amaçlı Borular 4-6

1. Kapsam
2. Isıl işlem
3. Malzeme Özellikleri İle İlgili Genel İstekler
4. Testler

C. Yüksek Sıcaklıklı Servislerde Kullanılan Borular 4-9

1. Kapsam
2. Isıl İşlem
3. Malzeme Özellikleri İle İlgili İstekler
4. Testler

D. Düşük Sıcaklıklı Servislerde Kullanılan Borular 4-13

1. Kapsam
2. Isıl İşlem
3. Malzeme Özellikleri İle İlgili İstekler
4. Testler ve Testlerin Kapsamı

E. Paslanmaz Çelik Borular 4-17

1. Kapsam
2. Isıl İşlem
3. Malzeme Özellikleri İle İlgili İstekler
4. Testler

F. Fitingler 4-18

1. Kapsam
2. Çelik Kaliteleri
3. Teslim Koşulları
4. Mekanik Özellikler
5. Testler
6. Markalama
7. Sertifikalandırma

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu bölüm, dikişsiz ve kaynaklı çelik boruların üretimine uygulanacak genel kuralları kapsar. Bu kurallar, alt bölüm B ÷ F ile birlikte uygulanır.

Kurallar, buhar kazanlarının, basınçlı kapların ve ortam sıcaklığında, yüksek veya düşük sıcaklıklarda çalışan sistemlerin boru devrelerinde kullanılan tüm boruları kapsar.

Yapısal uygulamalarda kullanılan çelik borular için Bölüm 3, B, C ve F geçerlidir.

1.2 Ürünlerin üretim ve testleri konusunda;

Bölüm 1, Üretim, Testler ve Sertifikalandırma,

Bölüm 2, Test Prosedürleri

de geçerlidir.

1.3 Ulusal veya uluslararası standartlara veya üretici spesifikasyonlarına uyan borular, özelliklerinin, bu kurallarda belirtilenlere eşdeğer olması veya kullanımları için özel izin verilmesi şartı ile onaylanabilirler. Kullanımına izin verilen standart malzemelerle ilgili bilgiler aşağıdaki alt bölümlerde belirtilmiştir.

1.4 Bu kurallara uyan borular, ilgili standartlara göre ya da tablolarda belirtilen sembollerle gösterilebilir. Tablolardaki gösterimlerde karbon ve karbon-manganez çeliklerinden yapılan boruların sembolleri için minimum çekme mukavemeti değerleri, yüksek sıcaklık çelikleri için ek W harfi, soğuğa dayanıklı çelikler için ek T harfi, östenitik kaliteler hariç, alaşımlı borular için alaşım miktarı değerleri kullanılır.

2. Boru Üreticilerinin Sağlaması Gereken İstekler

2.1 Bu kurallara göre boru üretecek üreticiler **TL** tarafından onaylanacaktır. Onay için Bölüm 1, B'deki isteklerin sağlanması ve teslimata başlamadan önce bunun **TL**'na kanıtlanması şarttır.

2.2 Ayrıca, kaynaklı boruların üretiminde, bunların karakteristikleri ve istenilen kaynak dikişi kalitesi ilk önce, kapsamı her durum için **TL** tarafından ayrı ayrı belirlenecek olan bir yöntem onayı testi ile kanıtlanacaktır.

TL, düşük sıcaklıklardaki darbe enerjisi veya yüksek sıcaklıklardaki mukavemet özelliği gibi özel istekleri karşılaması gereken hallerde, dikişsiz boruların da uygunluk testlerine tabi tutulmasını isteme hakkını saklı tutar.

3. Üretim Yöntemi, Teslim Koşulları

3.1 Boru çelikleri bazik-oksijen çelik üretim yöntemi ile, elektrik fırınında veya **TL** tarafından onaylı diğer yöntemlere göre üretilir. Aksi belirtilmedikçe, çelikler sakinleştirilecektir.

3.2 Dikişsiz borular, sıcak veya soğuk haddeleme ile, sıcak presleme veya sıcak veya soğuk çekme ile üretilebilir.

3.3 Kaynaklı ferritik çelik borular, şerit veya levhalardan elektrik indüksiyon veya dirençli basınç kaynağı veya eritme kaynağı ile üretilebilirler ve sıcak veya soğuk redüksiyona tabi tutulabilirler. Östenitik çelikler için sadece eritme kaynağı yöntemi kullanılır.

3.4 Tüm borular, B ÷ E bölümlerinde belirtildiği gibi, tüm boylarına ısıl işlem uygulanmış olarak teslim edilecektir.

4. Boruların Genel Özellikleri

4.1 Borularda herhangi bir çatlak görülmemelidir. Borular, gerek kullanımlarına gerekse uygulanacak ısıl işlemlere önemli etkileri olamayacak küçük yüzeysel hatalar, izin verilen et kalınlığına kadar taşlanarak giderilebilir. Onarım kaynağına izin verilmez. Bu kural, eritme kaynaklı boruların dikişlerine uygulanmayabilir.

4.2 Borular, üretim yöntemine uygun olarak düzgün iç ve dış yüzeylere sahip olacaktır. Boruların çalışma şartlarına etki etmemesi ve et kalınlıklarının izin verilen toleranslar dahilinde kalması şartıyla, küçük çukurlaşmalara ve derinliği az boyuna yivlere izin verilir.

4.3 Basınç kaynağı ile üretilen borularda boru dışındaki metal şişkinliği giderilecektir. İç çapı 20 mm. veya daha büyük olan borularda, metal şişkinliğinin yüksekliği 0,3 mm. yi aşmayacaktır.

4.4 Eritme kaynaklı borularda, iç ve dış kaynak yüksekliği 1+0,1xdikiş genişliği (mm) değerini aşamaz.

5. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar

Boruların boyutları, boyutsal ve geometrik toleransları, standartlarda belirtilen isteklere uygun olacaktır. İlgili standartlar siparişte belirtilecek ve sörveyöre bildirilecektir. Boruların uçları, eksenlerine dik olacak tarzda kesilecek ve çapaksız olacaktır. Kangal halinde teslim edilen borular hariç, tüm boruların gözle bakıldığında düzgün olduğu görülecektir.

6. Boruların Sızdırmazlığı

Tüm borular, belirtilen test basınçlarında sızdırmaz olacaktır.

7. Malzeme Özellikleri İle İlgili Genel İstekler

7.1 Kimyasal bileşim

Boru malzemesinin kimyasal bileşimi (eriyik analizi), bu bölümdeki tablolarda veya uygulanan hallerde, ilgili standartlarda belirtilenlere uygun olacaktır.

7.2 Kaynak edilebilirlik

Bu kurallara uyan borular, atölye yöntemleri ile kaynak edilebilme özelliğine sahip olacaktır. Gereken hallerde, ön ısıtma ve/veya sonraki ısıl işlemler gibi kaliteyi koruyucu uygun önlemler alınacaktır.

7.3 Mekanik özellikler

Çekme mukavemeti, akma sınırı veya uzama sınırı, uzama ve gerektiğinde yüksek sıcaklıklardaki %0,2 ve %1 uzama sınırının ve darbe enerjisinin bu bölümdeki tablolarda ve uygulanan hallerde, ilgili standartlarda belirtilenlere uygun olmalıdır. Düşük sıcaklık ortamına dayanıklı çeliklerden yapılmış boruların, standartlarda belirtilen isteklere bakılmaksızın, belirtilen test sıcaklığındaki darbe enerjileri en az D'deki değerleri sağlayacaktır.

7.4 Teknolojik özellikler

Borular 8.5'de belirtilen halka testlerine ait istekleri sağlamalıdır.

8. Testlerle İlgili Genel İstekler

8.1 Kimyasal bileşim testi

Boru üreticisi ve kaynaklı (dikişli) borularda başlangıç malzeme üreticisi, her eriyik için kimyasal bileşimi belirleyecek ve ilgili sertifikayı sörveyöre verecektir. İstenilen karakteristiklere uygunluğu sağlayan tüm elementler sertifikada belirtilecektir.

Test edilecek boruların bileşimi hakkında herhangi bir tereddüt oluştuğunda ürün analizi yapılacaktır.

8.2 Mekanik özelliklerin testi

8.2.1 Test için borular çelik çeşitleri ve boyutlarına göre, alaşımlı çelik borular mümkün olduğu takdirde eriyiklerine göre, dış çapı ≤ 500 mm. olanlar 100'er boruluk test demetleri ve dış çapı >500 mm. olanlar 50'şer boruluk test demetleri halinde gruplandırılır. 50 boruya kadar olan artık miktarlar çeşitli test demetlerine eşit olarak dağıtılır. Kaynaklı borularda, boruların 30 m. den daha kısa boylar halinde kesileceği kabul edilecektir.

8.2.2 Çekme testlerinin yapılması için ilk iki test demetinden ikişer, diğer her test demetinden birer boru alınır. Teslimat grubu 10 veya daha az miktarda boruyu içeriyorsa, sadece bir boru almak yeterlidir. Normal olarak, örnek borudan boyuna test numunesi alınacaktır. Boru çapının 200 mm. veya daha fazla olduğu durumlarda, test numuneleri boru eksenine dik doğrultuda (enine) da alınabilir. Kaynaklı borularda kaynak dikişine dik ilave test numuneleri alınır. Ölçü boyundaki kaynak dikişi yükseklikleri işlenerek giderilecektir.

8.3 Yüksek sıcaklıklarda %0,2 uzamadaki gerilmenin (uzama sınırının) belirlenmesi

Yüksek sıcaklık mukavemet özelliklerine dayanarak, yüksek sıcaklık ortamında kullanımı amaçlanan boruların, her boyut ve her eriyik için bir test numunesine uygulanacak sıcak çekme testleri ile %0,2 ve %1 uzamadaki gerilmeleri tespit edilecektir. Bu testler, çalışma sıcaklığına en yakın olan tam 50°C lik kademelere yuvarlatılmış sıcaklıklarda yapılır.

Tanınmış standartlara göre yüksek sıcaklıktaki mekanik özellikleri kanıtlanmış olan borulara testler uygulanmayabilir.

8.4 Çentik darbe testi

Bu test özel tip borular için yapılıyorsa, 8.2'de çekme test numunesi için istenilenlerle aynı tarzda, test numunesi setinin sayısı ve durumu belirlenecektir. Testler, Charpy V-çentik test numunesiyle yapılır. Et kalınlığı 30 mm.nin üzerinde olan borularda, test numunesi nın boyuna ekseni, boru dış yüzeyinden et kalınlığının 1/4'ü kadar olan mesafede veya bu konuma mümkün olduğunca yakın bir yerde bulunacaktır.

8.5 Teknolojik testler

8.5.1 Test için seçilen borulara, et kalınlığı 40 mm. yi aşmamak şartıyla, Tablo 4.1'de belirtilen halka testlerinden biri uygulanır.

Test numunelerinin sayısı boruların uygulama alanlarına bağlı olup B ÷ E bölümlerinde belirtilmiştir.

8.5.2 Halka yasılaştırma testinde, test makinasının baskıları arasındaki uzaklık H aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$H = \frac{(1+c)\ a}{C + a/D}$$

Burada:

H = Baskılar arasındaki uzaklık, [mm]

a = Nominal et kalınlığı, [mm]

D = Boru dış çapı, [mm]

C = Çelik kalitesine bağlı katsayı (B ÷ E bölümlerinde belirtilen teknolojik testlerle ilgili isteklere bakınız).

Kaynaklı boruların halka testlerinde, test numunesi kaynak dikişi basınç yükü doğrultusuna 90° olacak şekilde yerleştirilecektir.

8.5.3 Halka genişletme testinde, genişleyen test numunesinin kırılma noktasındaki çap değişimi ölçülecektir. Malzemeye bağlı olarak, çaptaki değişim, en az Tablo 4.2'de gösterilen yüzdelere eşit olacaktır.

Tablo 4.1 Halka testi tipleri

Borunun dış çapı [mm]	**Nominal et kalınlığı t [mm]**		
	t < 2	**2 ≤ t ≤16**	**16 < t ≤ 40**
≤ 21,3	Halka yassılaştırma testi **(1) (2)**	Halka yassılaştırma testi **(1) (2)**	-
>21,3 ≤ 146	Halka yassılaştırma testi **(1) (2)**	Halka genişletme testi **(1) (2)**	Halka yassılaştırma testi
>146	-	Halka çekme testi **(3)**	Halka çekme testi **(3)**

(1) *Kaynaklı borulara ağız genişletme testi de uygulanabilir.*

(2) *EN 10305-1 ve -2'ye göre dikişsiz ve kaynaklı borulara ağız genişletme testi uygulanacaktır.*

(3) *Halka çekme testi yerine, iç çapı 100 mm. olan borulara yassılaştırma testi uygulanacaktır.*

Tablo 4.2 Halka genişletme testinde çap değişimi

Boru malzemesi	İç çap/dış çap oranları için minimum genişleme [%]					
	≥0,9	≥0,8 <0,9	≥0,7 <0,8	≥0,6 <0,7	≥0,5 <0,6	<0,5
C ve CMn çelikleri	8	10	12	20	25	30
Mo, CrMo ve Ni çelikleri	6	8	10	15	20	30
Östenitik çelikler	30					

8.5.4 Kaynaklı borulara halka çekme testi uygulandığında, test numunesi kaynak dikişi çekme yükü doğrultusuna 90° olacak tarzda yerleştirilecektir.

8.5.5 Östenitik çelik borulara ağız genişletme testi uygulandığında %20'lik bir genişleme sağlanacaktır. Diğer çeliklerden üretilen borularda, istekler anlaşmaya bağlıdır.

8.6 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Her borunun iç ve dış yüzeylerinin düzgünlüğü üretici tarafından kontrol edilecektir. Çap ve et kalınlıkları da ölçülecektir. Daha sonra borular son kontrol için sörveyöre sunulacaktır.

8.7 Tahribatsız muayeneler

8.7.1 Borular, kapsamı B ÷ E bölümlerinde belirtilen tahribatsız muayenelere tabi tutulacaktır. Siparişlerde veya ilgili standart veya spesifikasyonlarda daha geniş kapsamlı muayeneler istendiğinden, bu isteklere uyulacaktır.

8.7.2 Diğer test spesifikasyonlarının **TL** tarafından onaylanması gereklidir.

8.7.3 Boruların sürekli testlerinde kullanılan donanım, yapay hatalı borular kullanılarak düzenli olarak kalibre edilecektir. Donanımın yeterliliği **TL**'na kanıtlanacaktır.

8.8 Sızdırmazlık testi

8.8.1 Tüm borularda, üretici tarafından, iç basınç testi veya **TL**'nun onayı ile uygun tahribatsız muayene yöntemi (örneğin; girdap akımı veya dağınık akım teknikleri gibi) sızdırmazlık testi yapılacaktır.

8.8.2 İç basınç testi normal olarak 80 bar hidrolik test basıncı kullanılarak yapılır. Çalışma basınçları ≤ 25 bar olan borularda, test basıncı 50 bar standart değerine düşürülebilir. Büyük çaplı, ince et kalınlıklı borularda test basıncı, oda sıcaklığında boru malzemesinin akma sınırı veya %0,2 uzama sınırını aşmayacak şekilde sınırlandırılabilir. Su ile testin mümkün olmadığı özel hallerde, sörveyörün özel onayı alınarak diğer akışkanlar kullanılabilir.

8.8.3 İç hidrolik basınç testi yerine tahribatsız muayene yöntemi kullanıldığı hallerde, bu test borunun tüm çevresini kapsayacaktır. Ayrıca, test yöntemi bilinen standartlara (örneğin; EN 10893) veya onaylı test spesifikasyonlarına uygun olacaktır. Yöntemin etkinliği önceden **TL**'na kanıtlanacaktır.

8.9 Test numunesi nın istekleri sağlayamaması durumunda testlerin yenilenmesi

Eğer çekme, halka ve çentik darbe testi uygulanan test numuneleri istekleri karşılamıyor ise veya eğer çentik darbe testinde, bir tekil değer istenilen ortalama değerin %70'inden az olursa, birim test miktarının reddedilmesinden önce, Bölüm 2'de belirtilen testlerin yenilenmesi prosedürü uygulanabilir.

9. Markalama

9.1 Üretici her boruyu, aşağıdaki şekilde boru ucundan yaklaşık 300 mm. mesafede ve en az bir yerinden markalayacaktır:

- Çelik kalitesinin kısa işareti veya malzeme numarası;
- Üretici işareti;
- Ek olarak, eriyik numarası veya kodu.

9.2 Markalama normal şartlarda zımba ile yapılır. Hassas yüzeyli ürünler ile zımbanın zarar verebileceği ince et kalınlıklı borularda; boyalı markalama, elektrikli oyma veya lastik damga gibi diğer yöntemler kullanılabilir.

10. Sertifikalandırma

10.1 Üretici her teslimat için, aşağıdaki ayrıntıları içeren sertifikayı sörveyöre verecektir:

- Müşteri ve sipariş numarası;
- Biliniyorsa, gemi yapım ve proje numarası;
- Boruların sayısı, boyut ve ağırlığı;
- Mukavemet kategorisi veya boru kalitesi;
- Çelik kalitesi veya malzeme spesifikasyonu;
- Boru üretim yöntemi;
- Eriyik numaraları;
- Eriyiğin kimyasal bileşimi;
- Teslim şartları veya uygulanan ısıl işlem;
- İşaretleme;
- Malzeme testi sonuçları.

10.2 Üretici ayrıca, tüm boruların sızdırmazlık testlerinden ve uygulanabilen hallerde, tahribatsız muayeneler ve kristallerarası korozyona direnç testlerinden olumlu sonuç alındığını belgeleyecektir.

10.3 Çelikler, boruların üretildikleri yerde üretilmemişlerse, çelik üreticisi eriyiklerin numarasını ve analizini gösteren sertifikayı sörveyöre verecektir. Kullanılan çelik kaliteleri için çelik üreticisinin onaylanmış olması gerekir. Tereddüt halinde, sörveyöre gerekli kontrolleri yapma olanağı verilecektir.

10.4 Özel hallerde, testler stok mahallerinde yapılacaksa, stok sorumluları, 9'da belirtilenlerin markalanmış olduğu boru orijin kayıtları ile kazan borularında da fabrika kontrol damgasının da bulunduğu kayıtları korumalıdır. Ayrıca, aşağıdaki ayrıntıları içeren ve boru üreticisi tarafından düzenlenen sertifika sörveyöre verilecektir:

- Teslim edilen boruların adet, boyut ve ağırlıkları;
- Boru kalitesi veya malzeme spesifikasyonu;
- Boru üretim yöntemi ve teslim şartları;
- Eriyik numaraları ve analizleri;
- Sızdırmazlık testi ile istenilen hallerde tahribatsız muayenelerin ve kristallerarası korozyona direnç testinin yapıldığının kanıtlanması;
- Markalama.

B. Genel Kullanım Amaçlı Borular

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, basınçlı kaplar, boru devreleri, proses ve teçhizatlar ve basınçlı silindirlerde kullanılan dikişsiz ve kaynaklı borulara uygulanır.

Bu kurallara uyan borular normal ortam sıcaklıklarında kullanılır. Bu uygulamalar için, standart boru kaliteleri kullanılır (uygun boru kaliteleri için Tablo 4.3'e bakınız).

Eğer borular, düşük çalışma sıcaklıklarına maruz hidrolik silindirlerin üretiminde kullanılacaksa, soğuğa dayanıklı çeliklerin kullanımına uygun olacak şekilde, ISO-V boyuna test numunesi üzerinde en az 41 J'lük bir darbe enerjisi kanıtlanacaktır.

1.2 Bu kurallara uyan borular, ilgili dizayn sıcaklığının 0°C'ın altında olmaması şartı ile gaz tankerlerinin kargo ve proses teçhizatında kullanılabilir.

2. Isıl işlem

Borular uygun ısıl işlem görmüş durumda olacaktır. Bu genellikle normalleştirme ile elde edilir.

Eğer sıcak şekillendirme işlemi yeterli düzgünlükte uygun bir yapı sağlarsa, sıcak şekillendirilmiş borulara sonraki ısıl işlemin uygulanmasına gerek yoktur.

Tablo 4.3 Standart boru kaliteleri

Mukavemet sınıfı veya Tablo 4.5'e göre boru kalitesi	İlgili boru kaliteleri			
	EN 10216-1 (1) veya EN 10217-1 (2)	EN 10216-3 (1) veya EN 10217-3 (2)	EN 10305-1	EN 10305-2
TL-R 360	P235 TR2		E 235+N	E 235+N
TL-R 410	P265 TR2	P275 NL1		E275+N
TL-R 490		P355 N	E 355+N	E355+N

(1) *Dikişsiz.*
(2) *Kaynaklı.*

3. Malzeme Özellikleri İle İlgili Genel İstekler

3.1 Kimyasal bileşim

Boru çeliklerinin kimyasal bileşimleri Tablo 4.4'de verilen değerlere veya mümkün olan hallerde, ilgili standart veya spesifikasyonlara uygun olacaktır.

3.2 Mekanik özellikler

Oda sıcaklığındaki testler sonucunda, Tablo 4.5'de veya uygulanacak hallerde ilgili standartlar veya spesifikasyonlarda istenilen çekme mukavemeti, akma sınırı ve kopma uzaması değerleri sağlanacaktır.

3.3 Teknolojik özellikler

Halka testi sonucunda, borular A.8.5'de belirtilen istekleri sağlayan şekil değiştirme özelliklerini gösterecektir.

3.4 Darbe enerjisi

Borular en az, Tablo 4.5'de belirtilen darbe enerjisi değerlerini sağlayacaktır.

4. Testler

Aşağıda belirtilen testler yapılacaktır.

4.1 Kimyasal bileşim testi

Üretici, A.8.1'e göre her eriyik için kimyasal bileşimi belirleyecektir.

4.2 Çekme testi

A.8.2'ye göre boru örnekleri arasından seçilen test numuneleri ile çekme testi yapılacaktır.

4.3 Teknolojik testler

4.3.1 Boyuna dikişli borular ve TL-R490 kalite borular, A.8.5'de belirtilen halka testlerinden birine göre (bir test grubundan 2 boru) muayene edilecektir.

Eritme kaynaklı borularda, **TL**, Kısım 3 – Kaynak Kuralları'na göre bir kaynak dikişi eğme testi yapılacaktır. Eğme mandreli çapı 3 t olacaktır.

Tablo 4.4 Alaşımsız çelik boruların kimyasal bileşimi

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	Kimyasal bileşim [%]					
	C	Si	$Mn_{maks.}$	$P_{maks.}$	$S_{maks.}$	$Al_{top.}$
TL-R 360	0,17	0,35	1,20	0,025	0,020	≥ 0,020 **(1)**
TL-R 410	0,21	0,35	1,40			
TL-R 490	0,23	0,55	1,60			

(1) *Çeliğin, belirtilmesi gereken diğer azot tutucu elementleri yeterli oranda içermesi halinde bu istek uygulanmaz.*

Tablo 4.5 Alaşımsız çelik boruların mekanik ve teknolojik özellikleri

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	Çekme mukavemeti R_m [N/mm²]	Akma mukavemeti R_{eH} [N/mm²] min.	Kopma uzaması A [%] min.		Darbe enerjisi KV (1) [J] min.	
			Boyuna	Enine	Boyuna	Enine
TL-R 360	360-500	235	25	23	41	27
TL-R 410	410-570	255	21	19		
TL-R 490	490-650	310	19	17		
(1) *Et kalınlığı >10 mm olan borularda.*						

4.3.2 Halka yassılaştırma testinde, baskı levhaları arasındaki mesafenin hesaplanması için A.8.5.2'de verilen formüle C katsayısı olarak aşağıdaki değerler konulacaktır:

360 mukavemet kategorisindeki borular için: C = 0,09

Diğer boru kaliteleri için: C = 0,07

4.4 Çentik darbe testi

A.8.2'ye uygun olarak seçilen borularda dış çap ≥ 200 mm. ise test, enine Charpy V-çentik test numunesi kullanılarak yapılır. Dış çap <200 mm. olduğunda boyuna test numuneleri alınarak test edilebilir.

4.5 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

A.8.6'da belirtilen kontroller yapılacaktır.

4.6 Tahribatsız muayeneler

Tüm borular, üretici tarafından, tüm uzunlukları boyunca EN 10246'ya göre tahribatsız muayene tabi tutulacaktır.

4.6.1 Dikişsiz boruların tahribatsız muayenesi

Borular, boyuna doğrultudaki hataların algılanması için EN 10893-10, kabul sınıfı U2, alt sınıf C'ye veya EN 10893−3, kabul sınıfı F2'ye göre tahribatsız muayeneye tabi tutulacaktır. Otomatik olarak test edilmemiş olan boru uçları civerindaki alanlar, EN 10893-10, kabul sınıfı U2, alt sınıf C'ye göre elle veya yarı-otomatik ultrasonik teste tabi tutulacak veya kesilecektir.

4.6.2 Basınç kaynaklı boruların tahribatsız muayeneleri

TL-R 360 ve TL-R 410:

TL-R 360 ve TL-R 410 kalite boruların kaynak dikişleri, tüm uzunlukları boyunca EN 10893-2, kabul kategorisi E3'e göre veya EN10246-5, kabul kategorisi F3'e göre veya EN 10893-10, kabul kategorisi U3, alt kategori C'ye göre veya EN 10893-11, kabul kategorisi U3'e göre test edilecektir.

Otomatik olarak test edilmemiş olan boru uçları civarındaki alanlar, EN 10893-11, kabul kategorisi U3'e göre elle veya yarı-otomatik ultrasonik teste tabi tutulacak veya kesilecektir.

TL-R 490:

TL-R 490 kalite borular, boyuna doğrultudaki hataların algılanması için, EN 10893-10, kabul kategorisi U2, alt kategori C'ye göre ultrasonik teste tabi tutulacaktır.

Otomatik olarak test edilmemiş olan boru uçları civarındaki alanlar, EN 10893-10, kabul kategorisi U2, alt kategori C'ye göre elle veya yarı-otomatik ultrasonik teste tabi tutulacak veya kesilecektir.

4.6.3 Eritme kaynaklı boruların tahribatsız muayeneleri

TL-R 360 ve TL-R 410:

TL-R 360 ve TL-R 410 kalite SAW boruların kaynak dikişleri EN 10893-11, kabul kategorisi U3'e veya EN 10893-6, görüntü kalitesi sınıfı R2'ya göre test edilecektir.

Otomatik olarak test edilmemiş olan boru uçları civarındaki alanlar, EN 10893-11, kabul kategorisi U3'e göre elle veya yarı-otomatik ultrasonik teste tabi tutulacak veya EN 10893-6, görüntü kalitesi sınıfı R2'ya göre radyografik testlerle muayene edilecek ya da kesilecektir.

TL-R 490:

TL-R 490 kalite boruların kaynak dikişleri, tüm uzunlukları boyunca EN 10893-11, kabul kategorisi U2'ye veya EN 10893-6 görüntü kalitesi sınıfı R2'ya göre test edilecektir.

Otomatik olarak test edilmemiş olan boru uçları civarındaki alanlar, elle veya yarı-otomatik ultrasonik teste veya radyografik teste tabi tutulacak ya da kesilecektir.

Ana malzeme 10893-9, kabul kategorisi U2'ya göre test edilecektir.

Boru uçları EN 10893-8'e göre test edilmelidir. Boru boyunun her iki ucundaki son 25 mm.de, çevresel doğrultuda 6 mm.den daha büyük laminasyonlara izin verilmez. Kaynak dikişine bitişik levha veya şerit kenarları, kaynak dikişi boyunca 15 mm. genişliğindeki bölge içinde EN 10893-9 veya EN 10893-8, kabul kategorisi U2'ye göre, her durumda test edilecektir.

4.7 Sızdırmazlık testi

Tüm borularda, A.8.8'e göre sızdırmazlık testi yapılacaktır.

C. Yüksek Sıcaklıklı Servislerde Kullanılan Borular

1. Kapsam

Bu kurallar, buhar kazanları, basınçlı kaplar, boru devreleri ve proses teçhizatlarında kullanılan ve karbon, karbon-manganez, Mo ve CrMo çeliklerinden üretilen dikişsiz ve kaynaklı borulara uygulanır. Bu kurallara uyan borular normal ortam sıcaklıkları ve yüksek çalışma sıcaklıklarında kullanılır.

Bu uygulamalar için, genelde standart boru kaliteleri kullanılır (uygun boru kaliteleri için Tablo 4.6'ya bakınız).

2. Isıl İşlem

Borulara, aşağıda belirtildiği şekilde uygun ısıl işlem uygulanmalıdır:

2.1 Karbon, karbon-manganez ve 0,3 Mo çelik boruları: normalize edilmiş;

2.2 1 Cr 0,5 Mo ve 2,25 Cr 1 Mo çelik boruları: su verilmiş ve temperlenmiş.

Eğer sıcak şekillendirme işlemi yeterli düzgünlükte uygun bir yapı sağlarsa 2.1 maddesinde belirtilen borulara, sıcak şekillendirme işleminin ardından ısıl işlem uygulanmasına gerek yoktur. Bu durumlarda, 2.2 maddesinde belirtilen alaşımlı borulara temperleme yeterli olabilir.

3. Malzeme Özellikleri İle İlgili İstekler

3.1 Kimyasal bileşim

Boru çeliklerinin kimyasal bileşimleri Tablo 4.7'de verilen değerlere veya mümkün olan hallerde, ilgili standart veya spesifikasyonlara uygun olacaktır.

3.2 Mekanik özellikler

Oda sıcaklığındaki testler sonucunda, Tablo 4.8'de veya uygulanacak hallerde ilgili standartlar veya spesifikasyonlarda istenilen çekme mukavemeti, akma sınırı ve kopma uzaması değerleri sağlanacaktır.

3.3 Teknolojik özellikler

Halka testi sonucunda, borular A.8.5'de belirtilen istekleri sağlayan şekil değiştirme özelliklerini gösterecektir.

3.4 Darbe enerjisi

Borular en az, Tablo 4.8'de belirtilen darbe enerjisi değerlerini sağlayacaktır.

3.5 Yüksek sıcaklık özellikleri

Yüksek sıcaklıklardaki %0,2 uzama sınırı Tablo 4.9'da veya ilgili standart ve spesifikasyonlarda belirtilen istekleri sağlayacaktır.

3.6 Kollektörler için boyutsal toleranslar

İç çapı ≤600 mm. olan dikişsiz kollektör boruları ve kollektörler için aşağıdaki boyutsal toleranslar geçerlidir:

- Dış net genişlik ≤225 mm. ise, iç ve dış net genişlik için ± %1,0 ya da,

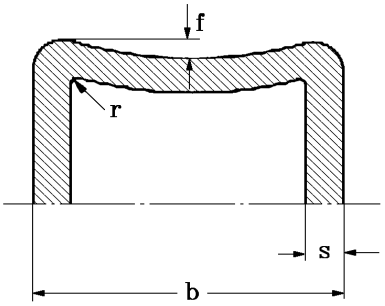
  Dış net genişlik >225 mm. ise, iç ve dış net genişlik için ± %1,5,

- Et kalınlığı için: %0'dan + %25'e kadar,

- Kare boruların lateral eğriliği Şekil 4.1'deki gibi olacaktır.

Kare borularda iç köşe yarıçapı, s et kalınlığına bağlı olarak, en az:

$r \geq s/3 \geq 8$ mm. olmalıdır.



b [mm]	100'e kadar	101-200	201-300	301 ve üstü
f [mm]	0,75	1,0	1,5	2,0

Şekil 4.1 Kare boruların yanal eğiklik toleransı

Tablo 4.6 Yüksek sıcaklığa dayanıklı çeliklerden yapılan standart borular

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	Uygun boru kaliteleri			
	EN 10216-2	EN 10217-2	ISO 9329-2	ISO 9330-2
TL-R 360 W	P 235 GH	P 235 GH	PH 23	PH 23
TL-R 410 W	P 265 GH	P 265 GH	PH 26	PH 26
TL-R 460 W	-	-	PH 29	-
TL-R 510 W	20 Mn Nb 6	-	PH 35	PH 35
0,3 Mo	16 Mo 3	16 Mo 3	16 Mo 3	16 Mo 3
1 Cr 0,5 Mo	13 Cr Mo 4-5	-	13 Cr Mo 4-5	13 Cr Mo 4-5
2,25 Cr 1 Mo	10 Cr Mo 9-10	-	11 Cr Mo 9-10	11 Cr Mo 9-10

Tablo 4.7 Yüksek sıcaklığa dayanıklı boruların kimyasal bileşimi

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	Kimyasal bileşim [%]							
	C	$Si_{maks.}$	Mn	$P_{maks.}$	$S_{maks.}$	Cr	Mo	$Al_{top.}$
TL-R 360 W	≤ 0,16	0,35	≤1,20	0,025	0,020	≤0,30	≤0,08	≥0,020 **(1)**
TL-R 410 W	≤ 0,20	0,40	≤1,40					
TL-R 460 W	≤ 0,22	0,40	≤1,40					
TL-R 510 W	≤ 0,23	0,55	0,80-1,50					
0,3 Mo	0,12-0,20	0,35	0,40-0,90			-	0,25-0,35	≤0,040
1 Cr 0,5 Mo	0,10-0,17	0,35	0,40-0,70			0,70-1,15	0,40-0,60	
2,25 Cr 1 Mo	0,08-0,14	0,50	0,30-0,70			2,00-2,50	0,90-1,10	

(1) *Çeliğin, belirtilmesi gereken, diğer azot tutucu elementleri yeterli oranda içermesi durumunda bu istek uygulanmaz. Eğer titan kullanılırsa, üretici;*
(Al+Ti/2 ≥ %0,20 olduğunu kanıtlamalıdır.

Tablo 4.8 Yüksek sıcaklığa dayanıklı boruların oda sıcaklığındaki mekanik ve teknolojik özellikleri

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	Çekme mukavemeti R_m [N/mm²]	Akma mukavemeti R_{eH} [N/mm²] min.	Kopma uzaması $\left(L_o = 5{,}65 \cdot \sqrt{S_o}\right)$ A [%] min.		Darbe enerjisi KV [J] min.	
			Boyuna	Enine	Boyuna	Enine
TL-R 360 W	360-500	235	25	23	41	27
TL-R 410 W	410-570	255	21	19		
TL-R 460 W	460-580	270	23	21		
TL-R 510 W	510-650	355	19	17		
0,3 Mo	450-600	270	22	20		
1 Cr 0,5 Mo	440-590	290	22	20		
22,5 Cr 1 Mo	450-630	280	20	18		

Tablo 4.9 Yüksek sıcaklıklarda minimum $R_{P0,2}$ uzama sınırı değerleri

Çelik kalitesi		Belirtilen sıcaklıklarda [C°] $R_{P0,2}$ minimum akma sınırı [N/mm²]								
Malzeme kodu	Malzeme no.	100	150	200	250	300	350	400	450	500
TL-R 360 W	1.0345	198	187	170	150	132	120	112	108	-
TL-R 410 W	1.0425	226	213	192	171	154	141	134	128	-
TL-R 460 W	-	-	-	235	215	175	155	145	135	-
TL-R 510 W	1.0471	312	292	264	241	219	200	186	174	-
0,3 Mo	1.5415	243	237	224	205	173	159	156	150	146
1 Cr 0,5 Mo	1.7335	264	253	245	236	192	182	174	168	166
22,5 Cr 1 Mo	1.7380	249	241	234	224	219	212	207	193	180

4. Testler

Aşağıda belirtilen testler yapılacaktır.

4.1 Kimyasal bileşim testi

Üretici, A.8.1'e göre her eriyik için kimyasal bileşimi belirleyecektir.

4.2 Çekme testi

A.8.2'ye göre boru örnekleri arasından seçilen test numuneleri ile çekme testi yapılacaktır.

4.3 Teknolojik testler

4.3.1 Bir test grubundan iki boru alınmak üzere, borular Tablo 4.1'de belirtilen halka testlerinden birine, aşağıda belirtilen şekilde tabi tutulacaktır:

Eritme kaynaklı borularda, **TL** Kuralları, Kısım 3 – Kaynak Kuralları'na göre bir kaynak dikişi eğme testi yapılacaktır. Eğme mandreli çapı 3 t olacaktır.

4.3.2 Halka yassılaştıma testinde, baskı levhaları arasındaki mesafenin hesaplanması için A.8.5.2'de verilen formüle C katsayısı olarak aşağıdaki değerler konulacaktır:

360 mukavemet kategorisindeki borular için: C = 0,09

Diğer boru kaliteleri için : C = 0,07

4.4 Çentik darbe testi

Test, oda sıcaklığında A.8.2'ye göre seçilen örnek borulardan alınan enine Charpy V-çentik test numunesi kullanılarak yapılır. Dış çap <200 mm. olduğunda boyuna test numuneleri alınarak test edilebilir.

4.5 Yüksek sıcaklık çekme testi

Alt bölüm A, 8.3'ün gerektirdiği veya siparişte belirtilen hallerde, yüksek sıcaklık çekme testi yapılarak %0,2 uzama sınırı belirlenecektir.

4.6 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Alt bölüm A, 8.6'da belirtilen kontroller yapılacaktır.

4.7 Tahribatsız muayeneler

Tüm borular, üretici tarafından, tüm uzunlukları ve kesitleri boyunca, EN 10893'e göre tahribatsız muayeneye tabi tutulacaktır, A.8.7'ye bakınız.

4.7.1 Dikişsiz ve basınç-kaynaklı boruların tahribatsız muayenesi

Borular, boyuna hataların algılanması amacıyla, EN 10893-10, kabul sınıfı U2, alt sınıf C'ye göre tahribatsız teste tabi tutulacaktır.

Otomatik olarak test edilmemiş olan boru uçları civarındaki alanlar, yukarıda belirtilen prosedürlere göre elle veya yarı-otomatik ultrasonik testlere tabi tutulacak veya radyografik olarak test edilecek ya da kesilecektir.

4.7.2 Eritme kaynaklı boruların tahribatız muayenesi

Boruların kaynak dikişleri, EN 10893-11, kabul sınıfı U2'ye veya EN 10893-6, görüntü kalitesi sınıfı R2'ye göre tüm uzunlukları boyunca test edilecektir.

Otomatik olarak test edilmemiş olan boru uçları civarındaki alanlar, yukarıda belirtilen prosedürlere göre elle veya yarı-otomatik ultrasonik testlere tabi tutulacak veya radyografik olarak test edilecek ya da kesilecektir.

Ana malzeme, EN 10893-9, kabul sınıfı U2'ya göre test edilecektir. Boru uçları EN 10893-8'e göre test edilecektir. Boru boyunun her iki ucundaki son 25 mm.de, çevresel doğrultuda 6 mm.den daha büyük laminasyonlara izin verilmez.

Kaynak dikişine bitişik levha veya şerit kenarları, kaynak dikişi boyunca 15 mm. genişliğindeki bölge içinde EN 10893-9 veya EN 10893-8, kabul sınıfı U2'ye göre, her durumda test edilecektir.

4.8 Sızdırmazlık testi

Tüm borularda, üretici tarafından A.8.8'e göre sızdırmazlık testi yapılacaktır.

D. Düşük Sıcaklıklı Servislerde Kullanılan Borular

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, dizayn sıcaklıkları 0°C'ın altında olan, gaz tankerlerinin kargo ve proses donanımında kullanımı amaçlanan, et kalınlığı 25 mm. ye kadar olan, soğuğa dayanıklı karbon, karbon-manganez, nikel alaşımlı veya östenitik çeliklerden yapılmış, dikişsiz veya kaynaklı borulara uygulanır.

Bu uygulamalar için, özellikle düşük sıcaklıktaki darbe enerjisi dahil olmak üzere, bu kurallardaki istekleri sağlaması şartıyla uygun standart çelikler de kullanılır. Uygun boru kaliteleri için Tablo 4.10'a bakınız.

1.2 Boru et kalınlığının 25 mm. yi aşması halinde, istekler konusunda **TL** ile özel anlaşma sağlanacaktır.

1.3 Bu boruların gaz tankerlerinin, kargo ve proses donanımında kullanılması halinde Tablo 4.11'deki minimum dizayn sıcaklıkları geçerlidir.

2. Isıl İşlem

Malzemeye bağlı olarak, borular Tablo 4.12'de belirtilen ısıl işlemlerden biri uygulanmış durumda teslim edilecektir.

Östenitik borularda gereken karakteristikler korunabildiği takdirde ısıl işlemin ardından, az miktarda şekil değişimine yol açan soğuk çekme yapılabilir.

Kaynaklı östenitik borular, üretim yöntemi testlerinin malzeme karakteristikleri hakkında olumlu sonuçlar vermesi şartı ile kaynaklı olarak, kaynağın ardından ısıl işlem uygulanmamış halde teslim edilebilirler. Ancak bunların üretiminde kullanılan şeritler veya levhalar, çözeltide tavlanmış ve su verilmiş olmalıdır. Ek olarak, her türlü pullanma, cüruf kalıntısı veya yüzeydeki herhangi yabancı maddeler ve iç veya dış yüzeylerdeki temper izleri etkili bir şekilde, örneğin; asitle, taşlama ile veya kum raspası ile giderilecektir.

Tablo 4. 10 Standartlara göre düşük sıcaklıklı servisler için uygun boru kaliteleri

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	EN 10216-4 (1) veya EN 10217-4 (2)	EN 10216-3 (1) veya EN 10217-3 (2)	DIN 17458 (1) veya DIN 17457 (2)	ISO 9329-3 (1) veya ISO 9330-3 (2)	ISO 9329-4 (1) veya ISO 9330-6 (2)	ASTM (3) A 312 M
TL-R 360 T	P 215 NL P 255 QL			PL 25		
TL-R 390 T	P 265 NL	P 275 NL 1 P 275 NL 2				
TL-R 490 T		P 355 NL 1 P 355 NL 2				
TL-R 0,5 Ni	13 Mn Ni 6-3			13 Mn Ni 6-3		
TL-R 3,5 Ni	12 Ni 14			12 Ni 14		
TL-R 9 Ni	X 10 Ni 9			X 10 Ni Mn 9		
1.4306			X 2 Cr Ni 19-11		X 2 Cr Ni 1810	TP 304 L
1.4404			X 2 Cr Ni Mo 17-13-2		X 2 Cr Ni Mo 17-12	TP 316 L
1.4541			X 6 Cr Ni Ti 18-10		X 6 Cr Ni Ti 18-10	TP 321
1.4550			X 6 Cr Ni Nb 18-10		X 6 Cr Ni Nb 18-10	TP 347
1.4571			X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12-2		X 6 Cr Ni Mo Ti 17-12	

(1) *Dikişsiz borular.*
(2) *Kaynaklı borular.*
(3) *Tablo 4.14'e göre çentik darbe enerjileri kanıtlanacaktır.*

Tablo 4.11 Minimum dizayn sıcaklıkları

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	Minimum dizayn sıcaklığı [° C]
TL-R 360 T TL-R 390 T TL-R 490 T	-55 **(1)**
TL-R 0,5 Ni TL-R 3,5 Ni	-55 -90
TL-R 9 Ni	-165
Östenitik borular	-165
(1) *Gerekli darbe enerjisinin onay testlerinde kanıtlanması halinde geçerlidir.*	

3. Malzeme Özellikleri İle İlgili İstekler

3.1 Kimyasal bileşim

Boru çeliklerinin kimyasal bileşimi Tablo 4.13'deki verilere veya uygulanabilen hallerde, ilgili standartlara veya spesifikasyonlara uygun olacaktır.

3.2 Östenitik boruların kristaller arası korozyona direnci

Östenitik çelik borular, kristallerarası korozyona dirençli olacaktır. Kaynağın ardından yeni bir ısıl işlemin (su verme) uygulanmadığı hallerde, sadece kaynaklı durumda korozyona dirençli boru kaliteleri kullanılabilir. Örneğin; Ti veya Nb ile stabilize edilmiş veya karbon miktarı C ≤ %0,03 (Tablo 4.13'e bakınız) olan çelikler.

Tablo 4.12 Soğuğa dayanıklı çelik boruların ısıl işlemleri

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	Isıl işlem tipi
TL-R 360 T TL-R 390 T TL-R 490 T	Normalize edilmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş
TL-R 0,5 Ni	Normalize edilmiş
TL-R 3,5 Ni	Normalize edilmiş ve temperlenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş
TL-R 9 Ni	Çift normalize edilmiş ve temperlenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş
Dikişsiz östenitik borular	Çözeltide tavlanmış ve su verilmiş
Kaynaklı östenitik borular	Çözeltide tavlanmış ve su verilmiş veya kaynaklı halde

3.3 Mekanik özellikler

Tablo 4.14'de veya uygulanan hallerde ilgili standartlar veya spesifikasyonlarda istenilen çekme mukavemeti, akma sınırı veya %0,2 veya %1 uzama sınırı ve kopma uzaması değerleri oda sıcaklığındaki testler sonucunda sağlanacaktır.

3.4 Teknolojik özellikler

Borular, halka testinde, şekil değiştirme özelliklerine ait A.8.5'de belirtilen istekleri sağlayacaktır.

3.5 Düşük sıcaklık darbe enerjisi

Tablo 4.14'de ilgili borular için belirtilen gerekli darbe enerjisi değerleri, yine aynı tabloda gösterilen test sıcaklığında yapılan testler sonucunda sağlanacaktır. Bu istekler, ilgili standartlar veya spesifikasyonlardaki eşdeğer boru kalitesine de, belirtilen değerlere bakılmaksızın uygulanır.

4. Testler ve Testlerin Kapsamı

Aşağıda belirtilen testler yapılacaktır.

4.1 Kimyasal bileşim testi

Her eriyiğin kimyasal bileşimi boru üreticisi tarafından veya kaynaklı borularda malzeme üreticisi tarafından A.8.1'e göre belirlenecektir.

4.2 Kristaller arası korozyona direnç testi

4.2.1 Kristaller arası korozyona direnç; östenitik borularda siparişte belirtildiği takdirde veya karbon sınır değeri veya titanyum ve niyobyum ile yeterli dengeleme hususlarında istekleri sağlamayan malzemelerden yapılan borularda test edilecektir (3.2'ye bakınız).

4.2.2 Kristaller arası korozyona direnç testi, her eriyik için en az iki örnekte, ISO 3651-2'ye göre yapılır. Test numuneleri aşağıdaki şekilde işlem görmelidirler:

- Karbon miktarı C ≤ %0,03 olan çelikler ile stabilize edilmiş çeliklere, hassaslaştırıcı ısıl işlem (700°C'da, 30 dakika, suda su verme) uygulanır;
- Diğer tüm çelik kaliteleri teslim şartlarında olmalıdır.

Tablo 4.13 Düşük sıcaklıklı servislere ait çelik boruların kimyasal bileşimi

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	Kimyasal bileşim [%]									
	C_{maks}	Si	Mn	$P_{maks.}$	S_{maks}	Cr	Ni	Mo	N	Diğer
TL-R 360 T	0,16	≤ 0,40	0,40-1,20	0,025	0,020	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,08	-	Al_{met} ≥ 0,015 **(1)** **(2)**
TL-R 390 T	0,16	≤ 0,40	0,50-1,50							
TL-R 490 T	0,18	0,10-0,50	≥ 0,90							
TL-R 0,5 Ni	0,16	≤ 0,50	0,85-1,70	0,025	0,015	≤ 0,15	0,30-0,85	≤ 0,10	-	Al_{met} ≥ 0,015 **(1)** **(3)**
TL-R 3,5 Ni	0,15	0,15-0,35	0,30-0,85	0,025	0,010	-	3,25-3,75	-		V ≤ 0,05
TL-R 9 Ni	0,13			0,020			8,5-9,5	≤ 0,10		
1.4306	0,030	≤ 1,00	≤ 2,00	0.045	0.015	18.0-20.0	10.0-12.0	-	≤ 0.10	-
1.4404	0,030					16,5-18,5	10.0-13.0	2.0-2.5	≤ 0.10	
1.4541	0,08					17,0-19,0	9,0-12,0	-	-	Ti ≥ 5x%C ≤ 0,70
1.4550	0,08					17,0-19,0	9,0-12,0	-	-	Nb ≥ 10x%C ≤ 1,00
1.4571	0,08					16,5-18,5	10.5-13.5	2,0-2,5	-	Ti ≥ 5x%C ≤ 0,70

(1) *Al'nin bir kısmı veya tamamı yerine diğer ince taneli elementler kullanılabilir.*

(2) *Kalan elementler : Cu ≤ 0,20 ; Cr + Cu + Mo ≤ 0,45*

(3) *Kalan elementler : Nb ≤ 0,05 ; Cu ≤ 0,15 ; V ≤ 0,05; toplam ≤ 0,30*

Tablo 4.14 Düşük sıcaklıklı servislere ait çelik boruların mekanik ve teknolojik özellikleri

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	Çekme mukavemeti R_m [N/mm²]	Akma mukavemeti veya uzama sınırı R_{eH} or $R_{P0,2}$, $R_{P0,1}$ (1) [N/mm²] min.	Kopma uzaması A [%] min.		Darbe enerjisi KV (2) [J] min.		
			Boyuna	Enine	Test sıcaklığı[C°]	Boyuna	Enine
TL-R 360 T	360-490	255	25	23	Dizayn sıcaklığının 5K altında, min. -20°C	41 (29)	27 (19)
TL-R 390 T	390-510	275	24	22			
TL-R 490 T	490-630	355	22	20			
TL-R 0,5 Ni	490-610	355	22	20	-60		
TL-R 3,5 Ni	440-620	345	22	20	-95		
TL-R 9 Ni	690-840	510	20	18	-196		
1.4306	460-680	215	40	35	-196	-	60
1.4404	490-690	225	40	30			
1.4541	500-730	235	35	30			
1.4550	510-740	240	35	30			
1.4571	500-730	245	35	30			

(1) *$R_{P0,2}$ ve R_{eH} ferritik çeliklere, $R_{P0,1}$ östenitik çeliklere uygulanır.*

(2) *3 test numunesinin ortalama değeri, parantez içi değerler minimum tekil değerlerdir.*

4.3 Çekme testi

Çekme testi, A.8.2'ye göre seçilmiş örnek borulardan alınan test numunelerine uygulanacaktır.

4.4 Teknolojik testler

4.4.1 Borulara, Tablo 4.1'de belirtilen halka testlerinden biri uygulanır. Testlerin yapılması için, test grubunun 2 borusunun bir ucundan test numuneleri alınacaktır.

4.4.2 Halka yassılaştırma testinde kullanılacak baskılar arasındaki mesafenin hesaplanması için, A.8.5.2'de verilen formülde C katsayısı olarak Tablo 4.15'deki değerler kullanılacaktır.

Tablo 4.15

Mukavemet sınıfı veya boru kalitesi	C katsayısı
TL-R 360 T	0,09
TL-R 390 T ve TL-R 490 T	0,07
TL-R 0,5 Ni	
TL-R 3,5 Ni	0,08
TL-R 9 Ni	0,06
Östenitik borular	0,10

4.5 Çentik darbe testi

4.5.1 Et kalınlığı ≥6 mm. olan borularda çentik darbe testi, A.8.2'ye göre seçilen her örnek borudan alınan Charpy V-çentik test numunesi ile yapılır.

Eğer borunun boyutları, test numunelerinin doğrultma yapılmadan alınmasına uygunsa, bunlar boru eksenine dik (enine) alınacaktır. Bu durumda, eritme kaynaklı borularda; çentik, kaynak metalinin ortasında olacak tarzda ek (enine) test numunesi seti alınacaktır.

Tüm diğer hallerde test numunesi, boru eksenine paralel olacak tarzda alınacaktır.

4.5.2 Eğer boru et kalınlığı, standart boyutlarda (10x10 mm.) test numunesinin hazırlanmasına olanak vermiyorsa, 7,5x10 mm. veya 5x10 mm. boyutlarında test numuneleri kullanılır. Bu parçalara, standart test numuneleri ile karşılaştırmalı olarak Tablo 4.16'daki istekler uygulanır.

4.6 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Kontroller A.8.6'ya göre yapılacaktır.

4.7 Tahribatsız muayeneler

Tüm borular üretici tarafından, tüm uzunlukları boyunca 10893'e göre tahribatsız muayeneye tabi tutulacaktır.

4.7.1 Dikişsiz ve basınç-kaynaklı boruların tahribatsız muayenesi

Borular, boyuna hataların algılanması amacıyla, EN 10893-10, kabul sınıfı U2, alt sınıf C'ye veya EN 10893-3 (sadece ferromanyetik boru kaliteleri için), kabul sınıfı F2'ye göre tahribatsız teste tabi tutulacaktır.

Otomatik olarak test edilmemiş olan boru uçları civarındaki alanlar, EN 10893-10, kabul sınıfı U2, alt sınıf C'ye göre elle veya yarı-otomatik ultrasonik teste tabi tutulacak veya kesilecektir.

4.7.2 Eritme kaynaklı boruların tahribatsız muayenesi

Boruların kaynak dikişleri, EN 10246-9, kabul kategorisi U2 veya EN 10246-10, görüntü kalitesi sınıfı R2'ye göre tüm uzunlukları boyunca test edilecektir.

Otomatik olarak test edilmemiş olan boru uçları civarındaki alanlar, yukarıda belirtilen prosedürlere göre elle veya yarı-otomatik ultrasonik testlere tabi tutulacak veya radyografik olarak test edilecek ya da kesilecektir.

Ana malzeme, EN 10246-15, kabul sınıfı U2'ye göre test edilecektir.

Boru uçları EN 10246-17'ye göre test edilmelidir. Boru boyunun her iki ucundaki son 25 mm.de, çevresel doğrultuda 6 mm.den daha büyük laminasyonlara izin verilmez.

Kaynak dikişine bitişik levha veya şerit kenarları, kaynak dikişi boyunca 15 mm. genişliğindeki bölge içinde EN

10246-15 veya EN 10246-16, kabul sınıfı U2'ye göre, her durumda test edilecektir.

4.8 Sızdırmazlık testi

Tüm boruların üretici tarafından A8.8' e göre sızdırmazlık testi yapılacaktır.

E. Paslanmaz Çelik Borular

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, kimyasal tankerlerin kargo ve proses teçhizatında ve kimyasal dengenin gerektiği diğer devrelerde, basınçlı kaplarda, teçhizatta bulunan dikişsiz ve kaynaklı paslanmaz östenitik ve östenitik ferritik çelikten üretilen borulara uygulanır. Ulusal veya uluslararası standartlara ve bilinen spesifikasyonlara uyan borular ile alt bölüm D, Tablo 4.13'de belirtilen östenitik borular, aşağıdaki şartlara uygun olarak üretilir ve test edilir.

1.2 Boru kaliteleri, daha sonraki üretim işlemi (örneğin; kaynak) de göz önüne alınarak kimyasal dengeyi sağlayacak şekilde seçilir.

2. Isıl İşlem

Borular çözeltide tavlanmış ve su verilmiş olarak teslim edilir. Ancak kaynaklı borular, bu bölümdeki uygulama için gerekli kimyasal dengeye sahip olmak ve D.2'de belirtilen şartlara uymak koşulu ile ısıl işlem uygulanmaksızın da teslim edilebilir.

3. Malzeme Özellikleri İle İlgili İstekler

3.1 Kimyasal bileşim

Boru çeliklerinin kimyasal bileşimi tanınmış standartlara veya şartnamelere uygun olacaktır.

3.2 Kristallerarası korozyona direnç

Teslim şartlarında tüm borular kristallerarası korozyona dirençli olacaktır.

Kaynaklı durumda korozyona dirençli boru kaliteleri kullanılması halinde, kaynaktan sonra yeni bir ısıl işlem (su verme) yapılmaz. Örneğin; Ti veya Nb ile stabilize edilmiş veya karbon miktarı C ≤ %0,03 olan çeliklerden üretilmiş borular.

3.3 Mekanik özellikler

Çekme mukavemeti, %1 uzama sınırı ve kopma uzaması için gerekli değerler ilgili standartlara veya tanınmış spesifikasyonlara uygun olacaktır.

3.4 Teknolojik özellikler

Borular, halka testinde, şekil değiştirme özelliklerine ait A.8.5'de belirtilen istekleri sağlayacaktır.

3.5 Yüksek sıcaklık özellikleri

Yüksek sıcaklıklarda kullanılacak boruların, söz konusu sıcaklık mertebesindeki gerekli %0,2 veya %1 uzama sınırı, ilgili standartlar veya tanınmış spesifikasyonlarda belirtilen değerleri sağlayacaktır.

Tablo 4.16 Boyutları azaltılmış test numunelerinde darbe enerjisi

Tablo 4.14'de belirtilen gerekli darbe enerjisi (1) (standard test numunesi)	Aşağıdaki test numuneleri için gerekli darbe enerjisi			
	7,5 mm. x 10 mm.		5 mm. x 10 mm.	
[J] min.	Ortalama değer [J] min.	Minimum tekil değer [J]	Ortalama değer [J] min.	Minimum tekil değer [[J]
27 (19) 41 (29)	22 34	16 24	18 27	13 22
(1) *3 test numunesinin ortalama değeri, parantez içi değerler minimum tekil değerlerdir.*				

3.6 Çentik Darbe Enerjisi

İstenilen darbe enerjisi değerleri, ilgili standartlar ve tanınmış standartlara göre oda sıcaklığında yapılan testlerle sağlanacaktır.

4. Testler

Aşağıda belirtilen testler yapılacaktır:

4.1 Kimyasal bileşim testi

Her eriyiğin kimyasal bileşimi boru üreticisi veya kaynaklı borularda, borunun yapıldığı malzemenin üreticisi tarafından, A.8.1'e göre belirlenecektir.

4.2 Kristallerarası korozyona direnç testi

Uygulama amacına ve/veya boru kalitesine bağlı olarak, kristallerarası korozyona direnç testi aşağıdaki borularda yapılacaktır:

4.2.1 Malzemenin kalitesine bakılmaksızın, kimyasal tankerlerde kullanılan borularda;

4.2.2 3.2'de belirtilen stabilizasyon ve sınırlı karbon miktarları hususlarındaki isteklere uymayan borularda;

4.2.3 Kapsam dışı uygulamalarda kullanılan, stabilize hale getirilmiş veya sınırlı karbon içeren çeliklerden yapılmış borularda ve özellikle yoğun korozyon beklenmesi nedeni ile bu testin yapılması öngörülen borularda.

Test şartları D.4.2.2'de belirtildiği şekilde olacaktır.

4.3 Çekme testi

Çekme testi, A.8.2'ye göre seçilen örnek borulardan alınan test numuneleri ile yapılır.

4.4 Teknolojik testler

Standartlarda daha kapsamlı testler istenmedikçe, boruların %2'sinin bir ucunda alt bölüm A, Tablo 4.1'de belirtilen halka testlerinden biri yapılacaktır. Halka yassılaştırma testinde kullanılan baskıların arasındaki mesafenin hesabında, A.8.5.2'de verilen formüldeki C katsayısı 0,10 olarak alınacaktır.

4.5 Yüksek sıcaklık çekme testi

A, 8.3'de istenilen hallerde veya siparişte istenildiğinde, yüksek sıcaklık çekme testi ile %0,2 veya %1 uzama sınırı belirlenecektir.

4.6 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Testler A.8.6'ya göre yapılacaktır.

4.7 Tahribatsız muayeneler

Tüm borular üretici tarafından, tüm uzunlukları boyunca EN 10893’e göre tahribatsız muayeneye tabi tutulacaktır.

Borular, boyuna hataların algılanması amacıyla, EN 10893-10, kabul sınıfı U2, alt sınıf C’ye göre tahribatsız teste tabi tutulacaktır.

Otomatik olarak test edilmemiş olan boru uçları civarındaki alanlar, EN 10893-8, kabul sınıfı U2, alt sınıf C’ye göre elle veya yarı-otomatik ultrasonik teste tabi tutulacak ya da kesilecektir.

4.8 Sızdırmazlık testi

Tüm boruların, A.8.8'e göre, üretici tarafından sızdırmazlık testi yapılacaktır.

F. Fitingler

1. Kapsam

Bu kurallar; borulardan veya levhalardan imal edilen ve boru devrelerinde veya basınçlı donanımda kullanımı öngörülen, dikişsiz ve kaynaklı karbon, karbon manganez, düşük alaşımlı ve alaşımlı çelik fitinglere uygulanır.

2. Çelik Kaliteleri

2.1 Borulardan imal edilen fitingler; uygulamaya bağlı olarak, üretim, kimyasal bileşim ve mekanik özellikler yönünden A ÷ E’deki isteklere uygun olacaktır.

Fitingler, borulardan sıcak veya soğuk şekil verilerek üretilebilir.

2.2 Levhalardan imal edilen fitingler; uygulamaya bağlı olarak, üretim, kimyasal bileşim ve mekanik özellikler yönünden Bölüm 3'deki isteklere uygun olacaktır.

2.3 Aksi gerekmedikçe, fitinglerin imalinde kullanılan malzemeler üreticisi sertifikasına sahip olacaktır.

3. Teslim Koşulları

Tüm fitingler, ilgili malzeme için belirtilen ısıl işleme tabi tutulmuş veya sıcak işlenmiş durumda olacaktır.

Sıcak şekillendirme ile üretilen ferritik çelik fitingler, eşdeğerliliğin kanıtlanması koşuluyla, normalizasyon yerine normalize edilerek şekillendirilmiş durumunda teslim edilebilir.

Soğuk şekillendirme ile üretilen fitingler, genelde, şekillendirildikten sonra ısıl işleme tabi tutulacaktır.

Kaynaklı fitinglerin ısıl işlem prosedürü onay testleri sırasında belirlenecektir.

4. Mekanik Özellikler

Tamamlanmış fitinglerin mekanik özellikleri, orijinal malzemeler (levha veya boru) için belirtilen değerlere uygun olacaktır.

5. Testler

5.1 Mekanik ve teknolojik testler

Fitingler, döküm için homojen demetler halinde test için sunulacak ve her bir örnek sayısı A.8.2'ye göre seçilecektir.

Demetin homojenliğini doğrulamak üzere, en az 3 birim olmak üzere, fitinglerin % 10'unda Brinell HB sertlik testi yapılacaktır Sertlik değeri arasındaki farklılık 30 birimden fazla olmayacaktır.

Uygulamaya bağlı olarak, A ÷ E'deki mekanik ve teknolojik testler için her demetten iki fiting seçilecektir.

Çekme testler, en sert ve en yumuşak fitinglerde yapılacaktır.

5.2 Tahribatsız testler

Onay prosedürü sırasında veya siparişte aksi belirtilmedikçe, sörveyörün kararına bağlı olarak, dış çapı 75 mm'den büyük olan kaynaklı fitinglerde, genelde radyografik muayene yapılacaktır.

6. Markalama

A,9'da belirtilen isteklere uyulacaktır.

7. Sertifikalandırma

A,10'da belirtilen isteklere uyulacaktır.

BÖLÜM 5

DÖVME ÇELİKLER

Sayfa

A. Genel 5-3

1. Kapsam
2. Üretim
3. Dövme Parçaların Kaliteleri
4. Kimyasal Bileşim
5. Isıl İşlem (Yüzey Sertleştirme ve Düzeltme Dahil)
6. Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar
7. Sızdırmazlık
8. Mekanik ve Teknolojik Özellikler
9. Testler
10. Muayene
11. Tahribatsız Testler
12. Kusurlu Dövmelerin Onarımı
13. Dövmelerin Belirlenmesi
14. Sertifikalandırma

B. Tekne ve Makina Yapımı için Dövme Çelikler 5-10

1. Kapsam
2. Çelik Kaliteleri
3. Teslim Koşulları ve Isıl İşlem
4. Kimyasal Bileşim
5. Mekanik ve Teknolojik Özellikler
6. Testler

C. Krankşaftlar için Dövme Çelikler..... 5-13

1. Kapsam
2. Çelik Kaliteleri
3. Malzeme ile İlgili İstekler
4. Üretim ve Teslim Koşulları
5. Testler

D. Dişliler için Dövme Çelikler 5-17

1. Kapsam
2. Çelik Kaliteleri
3. Kaynaklı Dişli Çarklar
4. Isıl İşlem
5. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar
6. Malzeme ile İlgili İstekler
7. Testler

E. Kazanlar, Basınçlı Kaplar ve Sistemler için Dövme Çelikler..... 5-21

1. Kapsam
2. Çelik Kaliteleri
3. Isıl İşlem ve Teslim Koşulları
4. Malzeme ile İlgili İstekler

5. Testler

F. Düşük Sıcaklıklı Servisler için Dövme Çelikler 5-23

1. Kapsam
2. Çelik Kaliteleri
3. Isıl İşlem ve Teslim Koşulları
4. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar
5. Malzeme ile İlgili İstekler
6. Testler

G. Dövme Bileşenlerin Tahribatsız Testleri 5-25

1. Kapsam
2. Testler
3. Gözle Muayene
4. Manyetik Parçacık Testi
5. Girici Sıvı Testi
6. Ultrasonik Testler

H. Tahribatsız Testlerin Gerekli olduğu Dövme Bileşenlerin Listesi 5-32

I. Manyetik Parçacık Testi (MT) için Muayene Bölgeleri Sınıfları 5-33

J. Ultrasonik Testler (UT) için Muayene Bölgeleri Sınıfları 5-38

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar; ilgili **TL** Gerekliliklerinde (örneğin IACS UR M72, IACS UR M68, vb.) ve/veya **TL** kurallarında belirtildiği gibi tekne ve makina uygulamalarında kullanımı amaçlanan dövme çeliklere uygulanır. Bu kurallar, gerektiğinde, basit şekilli bileşenler olarak işlenecek dövme kütük malzemeye ve haddelenmiş çubuklara da uygulanır.

1.2 Bu kurallar, dizayn ve kabul testlerindeki mekanik özelliklerinin sadece ortam sıcaklığında belirlendiği dövme çeliklere uygulanır. Diğer uygulamalar için, özellikle dövme parçaların düşük veya yüksek sıcaklıklı servislerde kullanımının öngörüldüğü hallerde, ilave istekler gerekebilir.

1.3 Alternatif olarak, buradaki kurallara eşdeğer olmaları veya **TL** tarafından özel olarak onaylanmaları veya gerekli bulunmaları koşuluyla, ulusal veya özel spesifikasyonlara uygun olan dövme çelikler de kabul edilebilir.

2. Üretim

2.1 Dövme parçalar, **TL** tarafından onaylı bir üreticide üretilecektir.

2.2 Dövme parçaların üretiminde kullanılan çelikler **TL** tarafından onaylı bir prosese göre üretilecektir. Çeliğin üretildiği fabrikalar **TL** tarafından onaylanacaktır. Çeliğin dövmeden ayrı bir fabrikada üretildiği durumlarda, çelik üreticisi de **TL** tarafından onaylanacaktır.

2.3 Tamamlanmış dövme parçalarda, oyukluk ve zararlı ayrışımların önlenmesi bakımından, kesilmek üzere yeterli üst ve alt fazlalıklar bırakılacaktır.

2.4 Plastik deformasyon; ısıl işlemden sonra düzgünlük, yapının üniformluluğu ve yeterli mekanik özellikler sağlanacak şakilde olacaktır.

2.5 Azalma oranı, döküm malzemesinin ortalama kesit alanına bağlı olarak hesaplanacaktır. Döküm malzemesinin başlangıçta şişirilmiş olduğu hallerde, referans alan, bu işlemden sonraki ortalama kesit alanı olarak alınabilir. Aksine onaylanmadıkça, toplam azalma oranı asgari olarak aşağıdaki gibi olacaktır:

2.5.1 Tomruktan veya dövme kaba kütükten ya da kütüklerden yapılan dövme parçalar için: L>D ise 3:1 ve L≤D ise 1,5:1.

2.5.2 Haddelenmiş ürünlerden yapılan dövme parçalar için: L>D ise 4:1 ve L≤D ise 2:1.

2.5.3 Şişirme ile yapılan dövmelerde, şişirmeden sonraki boy, şişirmeden önceki boyun 1/3'ünden fazla veya, en az 1,5:1'lik ilk dövme azalması durumunda, şişirmeden önceki boyun yarısından fazla olmayacaktır.

2.5.4 Haddelenmiş çubuklar için; 6:1.

L ve D, ilgili dövme parçanın boyu ve çapıdır.

2.6 Aksi onaylanmadıkça, dövme parçaların veya haddelenmiş kütük ve çubukların alevli kesme, yontma veya arkla oyma ile şekillendirilmesi, bilinen yöntemler kullanılarak son ısıl işlemden önce yapılacaktır.

Çeliğin bileşiminin ve/veya yapısının gerektirdiği hallerde ön ısıtma uygulanacaktır. Bazı bileşenlerde, alevle kesilen tüm yüzeylerin işlenmesi gerekebilir.

2.7 İki veya daha fazla dövme parçanın kompozit bir bileşen oluşturacak şekilde kaynakla birleştirildiği hallerde, önerilen kaynak yöntemi onay için verilecektir. Kaynak yöntem testinin yapılması gereklidir.

2.8 Krankşaflar için, çalışma sırasındaki gerilme modu dikkate alınarak en avantajlı yönde tane akışı istenildiğinde, önerilen üretim yöntemi için **TL**'nun özel onayı istenilebilir. Bu gibi durumlarda testler, yeterli yapının ve tane akışının sağlandığını gösterebilmelidir.

2.9 IACS UR W28, tekne konstrüksiyonu ve deniz yapılarının bileşenlerinde kullanımı amaçlanan dövme çeliklerin kaynak prosedür testleri gerekliliklerine uygulanır. Diğer WPS gereklilikleri ve bunların vasıflandırılması, kaynakçı sertifikasyonu ve kaynak sarf malzemelerinin tip onayı **TL**'nun değerlendirmesine tabidir.

2.10 Tekne yapıları için dövme çeliklerin eritme kaynağında çalışması öngörülen kaynakçılar, IACS UR W32: Tekne yapım çeliklerinin kaynakçıları için vasıflandırma planı'na göre vasıflandırılacaktır.

3. Dövme Parçaların Kaliteleri

Tüm dövme parçalar, servisteki kullanımlarına zarar vere-bilecek yüzeysel ve iç kusurlardan arınmış olacaktır.

4. Kimyasal Bileşim

4.1 Tüm dövme parçalar sakinleştirilmiş çelikten yapılacak ve kimyasal bileşim, üretilen dövme parçanın çelik tipine, boyutlarına ve gerekli mekanik özelliklerine uygun olacaktır.

4.2 Her eriyiğin kimyasal bileşimi, üretici tarafından, tercihen eriyiğin dökülmesi sırasında alınan örnekte belirlenecektir.
Çoklu eriyiklerin ortak bir potaya yüklenmesi halinde, pota analizi gereklidir.

4.3 Kimyasal bileşim Tablo 5.1 ve 5.2'de verilen genel sınırlara veya uygulaması varsa, onaylı spesifikasyon isteklerine uygun olacaktır.

Tablo 5.1 Tekne yapımı dövme çelikleri (6) için kimyasal bileşim sınırları (1)

Çelik tipi	C	Si	Mn	P	S	Cr(4)	Mo(4)	Ni(4)	Cu(4)	Toplam kalanlar
C, C-Mn	0,23 **(2), (3)**	0,45	0,30-1,50	0,035	0,035	0,30 **(4)**	0,15 **(4)**	0,40 **(4)**	0,30	0,85
Alaşımlı	**(5)**	0,45	**(5)**	0,035	0,035	**(5)**	**(5)**	**(5)**	0,30	-

(1) *Aralık olarak gösterilmedikçe, bileşim kütle yüzdesi olarak verilmiştir.*

(2) *Aşağıda belirtilen formülle hesaplanan (C_{eq}) karbon eşdeğerinin % 0,41'den fazla olmaması koşuluyla, karbon miktarı bu düzeyin üzerine çıkarılabilir:*

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad [\%]$$

(3) *Kaynaklı yapılarda kullanılması amaçlanmayan C ve C-Mn çelik dökümlerinin karbon miktarı maksimum 0,65 olabilir.*

(4) *Elementler, kalan elementler olarak değerlendirilir.*

(5) *Spesifikasyon onay için verilecektir.*

(6) *Dümen rotları ve iğnecikler kaynak edilebilir kalitede olmalıdır.*

Tablo 5.2 Makina yapımı dövme çelikleri için kimyasal bileşim sınırları (1)

Çelik tipi	C	Si	Mn	P	S	Cr (4)	Mo (4)	Ni (4)	Cu (4)	Toplam kalanlar
C, C-Mn	0,23 **(2)(3)**	0,45	0,30-1,50	0,035	0,035	0,30 **(3)**	0,15 **(3)**	0,40 **(3)**	0,30	0,85
Alaşımlı **(5)**	0,45	0,45	0,30-1,00	0,035	0,035	Min. 0,40 **(6)**	Min. 0,15 **(6)**	Min. 0,40 **(6)**	0,30	-

(1) *Aralık veya minimum olarak gösterilmedikçe, bileşim kütle yüzdesi olarak verilmiştir.*

(2) *(C_{eq}) karbon eşdeğerinin % 0,41'den fazla olmaması koşuluyla, karbon miktarı bu düzeyin üzerine çıkarılabilir..*

(3) *Kaynaklı yapılarda kullanımı amaçlanan C ve C-Mn çelik dökümlerinin karbon miktarı maksimum 0,65 olabilir.*

(4) *Minimum olarak gösterilmedikçe elementler, kalan elementtler olarak değerlendirilir.*

(5) *Alaşımlı çelik dökümlerin kaynaklı yapılarda kullanımında, önerilen kimyasal bileşim **TL** onayına tabidir.*

(6) *Elementlerden biri veya daha fazlası minimum miktara uygun olacaktır.*

4.4 Üreticinin seçimine bağlı olarak, alüminyum, niyobyum veya vanadyum gibi uygun tane inceltici elementler ilave edilebilir. Bu elementlerin miktarı raporlanacaktır.

4.5 Spesifikasyonlarda artık element olarak belirtilen elementler, özel surette çeliğe katılmayacaktır. Katılması durumunda bu elementlerin miktarı raporlanacaktır.

4.6 Bu bölümde kullanılan karbon eşdeğeri (C_{eq}) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanacaktır:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad [\%]$$

5. Isıl İşlem (Yüzey Sertleştirme ve Düzeltme Dahil)

5.1 Tüm sıcak işlemlerin tamamlanmasından sonra, üretimin uygun bir aşamasında, tane yapısının inceltilmesi ve gerekli mekanik özelliklerin elde edilmesi için, dövme çelikler ısıl işleme tabi tutulacaktır.

5.2 Madde 5.6 ve 5.7'de belirtilenler hariç, dövme çelikler aşağıdaki işlemlerden birine tabi tutulacaktır:

5.2.1 Karbon ve karbon-manganez çelikler

Tamamen tavlanmış
Normalize edilmiş
Normalize edilmiş vetemperlenmiş
Su verilmiş ve temperlenmiş

5.2.2 Alaşımlı çelikler

Normalize edilmiş
Normalize edilmiş ve temperlenmiş
Su verilmiş ve temperlenmiş

Tüm çelik türleri için temperleme sıcaklığı 550 º C'dan az olmayacaktır.

Teslim koşulu, dizayn ve uygulama gerekliliklerini karşılayacaktır, gerekli mekanik özellikleri elde etmek için uygun ısıl işlem yöntemini seçmek üreticinin sorumluluğundadır. Dövme dişlilerin yüzey sertleştirmesi amaçlanmadığı durumlarda, daha düşük temperleme sıcaklığına izin verilebilir.

5.3 Isıl işlem, düzenli tarzda bakımı yapılan, sıcaklığın kontrolü ve kaydedilmesi için gerekli şekilde donatılan fırınlarda yapılacaktır. Fırın boyutları, dövme parçanın tümünde sıcaklığın, gerekli ısıl işlem sıcaklığına düzgün olarak çıkartabilecek özellikte olacaktır. Çok büyük dövme parçalarda alternatif ısıl işlem yöntemleri **TL** tarafından özel olarak değerlendirilecektir.

Fırının sıcaklık düzgünlüğünün düzenli olarak doğrulandığı durumlar hariç, sıcaklığın yeterince düzgün olduğunun ölçülmesi ve kaydedilmesi için, fırına yeterli ısıl çifti (thermocouple) bağlanacaktır.

5.4 Eğer herhangi bir nedenle, dövmenin daha sonraki sıcak işlemlerden dolayı ısıtılması söz konusu ise, dövme parça yeniden ısıl işleme tabi tutulacaktır.

5.5 Dövme parçanın yüzey sertleşmeye tabi tutulması öngörülüyorsa, önerilen yöntem ve spesifikasyonun tüm ayrıntıları onay için verilecektir. Bu onay için, üreticiden, önerilen yöntemin gerekli sertlik ve derinlikte üniform bir yüzey sağladığı ve çeliğin özelliklerini bozmadığını testlerle kanıtlaması istenebilir.

5.6 Endüksiyonla sertleştirme veya nitrürlemenin yapılacağı durumlarda, dövme parçalar uygun bir aşamada, bu yüzey sertleştirmesine uygun bir ısıl işleme tabi tabi tutulacaktır.

5.7 Sementasyon uygulamasının yapılacağı durumlarda, dövme parçalar uygun bir aşamada, daha sonraki işleme ve sementasyona uygun bir ısıl işleme (genelde, tam tavlama veya normalizasyon ve temperleme) tabi tabi tutulacaktır.

5.8 Eğer bir dövme parça lokal olarak yeniden ısıl işleme tabi tutulursa veya son ısıl işlemden sonra düzeltme işlemine tabi tutulursa, daha sonra gerilme giderici ısıl işlem gerekebilir. Üretici, nihai ısıl işlem ve bunun sonucunda dövme parçanın mikro yapısı ve mekanik özellikleri üzerinde herhangibir olumsuz etkiden kaçınmak için bu sıcaklığı sıkı bir şekilde kontrol etmelidir.

5.9 Dövme atölyesi, kullanılan fırını, fırın dolgusunu, tarihi, sıcaklığı ve sıcaklık süresini belirten kayıtları tutacaktır. Talep halinde kayıtlar sörveyöre verilecektir.

6. Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar

Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar için sipariş resimlerinde veya uygulandığı durumlarda ilgili standartlarda verilen değerler geçerlidir. Bu konudaki talimatlar sipariş dökümanlarında verilecek ve sörveyöre bildirilecektir.

7. Sızdırmazlık

Çalışma akışkanı tarafından iç basınçla zorlanan içi boş dövme parçaları belirlenen test basıncında sızdırmaz olacaktır.

8. Mekanik ve Teknolojik Özellikler

8.1 Çekme testi

Bu kurallardaki veya uygulandığı durumlarda ilgili standart ve spesifikasyonlardaki tablolarda belirtilen istekler, çekme testi sonucunda sağlanacaktır.

8.2 Çentik darbe enerjisi

Çeşitli çelik kaliteleri için belirlenen çentik darbe enerjisi değerleri 3 test numunesinin ortalama değeri ile sağlanacaktır. Bu üç test sonucundan biri, ortalama değerin altında olabilir, ancak ortalama değerin %70'inden daha az olamaz.

8.3 Diğer özellikler

Belirli çelik kaliteleri için, örneğin; kristallerarası korozyona direnç veya yüksek sıcaklıklarda %0,2 uzama sınırı gibi özel karakteristiklerin istenildiği durumlarda, bu karakteristikler uygun testler ile belirlenecektir.

9. Testler

9.1 Kimyasal bileşimin belirlenmesi

Üretici her eriyiğin kimyasal bileşimini belirleyecek ve ilgili sertifikayı sörveyöre verecektir. Sertifikada ilgili çelik kalitesinin eriyiğine ait kimyasal bileşim belirtilecektir.

Bileşimde herhangi bir tereddüt oluştuğunda veya sertifika ile dövme parçalar arasındaki bağlantı kanıtlanamadığında, ürün analizi yapılacaktır.

9.2 Mekanik özelliklerin testi ve test numunelerinin seçimi

9.2.1 Mekanik özellikler, çekme mukavemeti, akma sınırı veya %0,2 uzama sınırı, kopma uzaması ve kopmada kesit daralması değerleri çekme testi ile belirlenecektir.

9.2.2 Aksi belirtilmedikçe, çentik darbe enerjisi her dövme parçasında veya her test miktarında yapılacak çentik darbe testi ile kanıtlanacaktır.

9.2.3 İstenilen testler ve olası tekrar testleri için yeterli ve temsil edeceği dövme parçanın o bölümündeki kesit alanından az olmayacak test malzemesi alınmalıdır. Bu test malzemesi 9.2.15 ve 9.2.18'e göre sağlananlar hariç, her dövme parça ile bütünün eş parçası olmalıdır. 9.2.18'ye göre demet tetestine izin veriliyorsa, alternatif olarak test malzemesi bir üretim parçası veya ayrı dövme olabilir. Ayrı dövme test malzemesi, temsil ettiği dövme parça azalma oranına benzer orana sahip olmalıdır.

9.2.4 Bu isteklerin karşılanması için bir çekme test numunesi ve, gerek duyulduğunda üç Charpy V- çentik darbe test numunesi, bir test numunesi setini oluşturmalıdır.

9.2.5 Normal olarak test numuneleri eksenleri, her ürünün ana eksenel yönüne ya tamamen paralel (boyuna test) veya tamamen teğetsel (teğetsel test) olarak kesilir.

9.2.6 Test numuneleri aşağıdaki gibi yerleştirilmelidir:

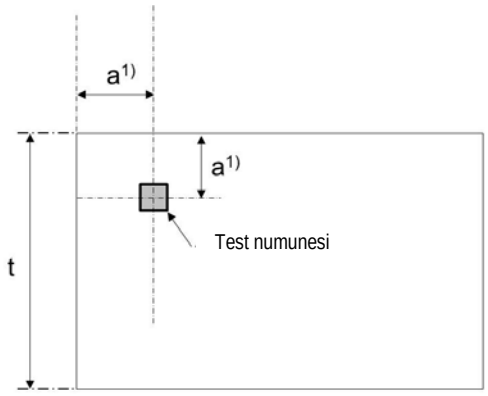
a) t kalınlığı veya D çapı en fazla 50 mm olan dövme parçalar için, test numunesinin boyuna ekseni, ısıl işlem görmüş yüzeylerin altında t/2 veya D/2 mesafesinde yer alacaktır.

b) t kalınlığı veya D çapı 50 mm'den fazla olan dövme parçalar için, test numunesinin boyuna ekseni, ısıl işlem görmüş herhangi bir yüzeyin altında t/4 veya D/4 (yarıçapın ortası) veya 80 mm. (hangisi küçükse) mesafesinde yer alacaktır.

Test numunesinin boyuna ekseni, ısıl işlem görmüş herhangi bir yüzeyden Şekil 5.1'de gösterilen mesafede olacak şekilde yerleştirilecektir.

c) Halka ve disk şekilli dövme parçalar için (bu şekildeki dövmeler için test numunesi konumlarının uzun veya serbest formlu dövmelerden farklı olabileceği dikkate alınarak) teğetsel numuneler hem düşey hem de yatay doğrultuda kalınlık ≤ 25 mm için t/2'de ve kalınlık > 25 mm için yüzeyin 125 mm altından alınacaktır.

Mümkünse, > 25 mm kalınlık için, test malzemesinin hiçbir kısmı, Şekil 5.1'de gösterildiği gibi, herhangibir ısıl işlem görmüş yüzeye 125 mm'den daha yakın olmayacaktır.



1) "a", yukarıdaki b) ve c)'ye göre test numunesinin ısıl işlem görmüş yüzeye olan mesafesidir.

Şekil 5.1 Test numunesinin konumu

9.2.7 Üreticinin, önerdiği test yeri veya yönünün bir bileşenin gerekli mekanik özelliklerini daha iyi temsil ettiğini kanıtlayabildiği durumlarda, bu konuda **TL** ile anlaşmaya varılabilir. Bu gibi durumlarda, ısıl işlem süreci, önerilen test konumu veya yönü ve teknik gerekçe onay için **TL**'na sunulacaktır.

9.2.18'de belirtilenler hariç, testlerin sayısı ve yönü B.6.1, C.5 ve D.7.2 maddelerinde belirtilen şekilde olacaktır.

9.2.8 Gerektiğinde test numunesinin dövme parçadaki geometrik yeri ile liflerin doğrultusuna bağlı yeri ayırdedilir.

Tablolarda kullanılan boyuna, teğetsel ve enine tanımları, liflerin doğrultusu ile ilgili olarak dövme parçalarda test numunelerinin konumunu ifade eder. Bu tanımlar aşağıdaki gibi belirlenir:

Boyuna :Test numunesinin boyuna ekseni, doğrusal olmayan liflerin ana doğrultusuna paraleldir.

Teğetsel :Test numunesinin boyuna ekseni, eğrisel lif izlerini kiriş şeklinde keser (Bir dereceye kadar eğri konumda olur)

Enine :Test numunesinin boyuna ekseni, lif izlerini dik olarak keser. Boyuna ekseni, ek olarak lif izlerinin sıkıştığı (bir genişlemeye dik olduğu) test numunesinin yeri kalınlık doğrultusunda diye bilinen durumunda test numunesinin yeri enine olarak tanımlanmaz.

9.2.9 Normal olarak, test numuneleri, bu amaçla ana dövme parça ile birlikte dövme işlemi uygulanan fazla malzemeden alınacaktır. Bu test kısımları, normal olarak, dövme parçaya son ısıl işlem uygulandıktan sonra ana parçadan ayrılabilir. Bu durumda, sonraki gerilme giderici ısıl işlem ihmal edilebilir. Isıl işlemden önce test kısmının ana parçadan ayrılmasına, sadece üretim yönteminin bu durumu kaçınılmaz hale getirmesi durumunda izin verilebilir. Bu durumda, ana dövme parçası ile test kısımlarına birlikte ısıl işlem uygulanmalıdır.

9.2.10 Çekme testi ve çentik darbe testi için alınacak test kısımlarının belirlenmesinde aşağıdakiler uygulanır:

- Normalize edilmiş dövme parçalarda her test demetinde bir parçadan bir test kısmı,
- Su verilmiş ve temperlenmiş dövme parçalarda her test demetinde iki dövme parçasının her birinden bir test kısmı.10 parça veya daha az olan test demetlerinde yalnız bir dövme parçadan bir test kısmı istenir.

Tüm su verilmiş ve temperlenmiş dövme parçaların en az %5'ine demet testlerinde bir sertlik testi uygulanır.

9.2.11 Siparişteki anlaşma koşullarına uygun olarak test kısımları aşağıdaki gibi alınır:

- Bir dövme parçadan (tamamı parçalanarak),

- Dövme parça için öngörülen ek malzemeden,

- Aynı şekilde dövülmüş ısıl parça ile birlikte ısıl işlem görmüş, aynı eriyikten alınmış benzer boyutlardaki örnekten.

9.2.12 Tüm test kısımlarına, dövme parçanın ilgili kesitine uygun kesite sahip olacak derecede şekillendirmek üzere dövme işlemi uygulanacaktır. Test kesitleri, sadece ilk testlerin yapılması için gereken test numunelerinin değil, aynı zamanda olası yenilenecek testler için gerekli test numunelerinin alınmasına da yetecek büyüklükte olacaktır.

Tüm test kısımları ve örnekleri, temsil ettikleri dövme parçaları veya birim test miktarları ile kolaylıkla ilgi kurabilecek tarzda markalanacaktır.

9.2.13 Üretim yöntemi, **TL**'nun özel onayına tabi olan dövme çelikler için, test kısımlarının adedi ve konumu, üretim yöntemi esas alınarak özel olarak belirlenecektir.

9.2.14 Aynı eriyikten alınmış ve birlikte ısıl işlem görmüş, benzer boyutlardaki dövme çelikler bir test demetinde toplanmalıdır.

9.2.15 Hepsi birlikte aynı fırında ısıl işlem görmüş bir dövme çelik, test amacıyla bir dizi bileşenlerine ayrıldığı zaman, bunlar tek bir dövme çelik olarak değerlendirilebilir ve istenilen test sayısı birden fazla özgün çeliğin toplam boya ve kütlesine bağlıdır.

9.2.16 Karbonlanması gereken elemanlar veya uçları daha sonra kapatılması gereken içi boş dövme çelikler dışındaki test malzemesi, tüm ısıl işlem tamamlanana kadar bir dövme çelikten kesilmemelidir.

9.2.17 Dövme çeliklerin karbonlanması gerektiğinde, ön ve karbonlanmanın tamamlanmasından sonraki her iki test için yeterli test malzemesi sağlanacaktır.

Bu amaçla, dövme parçanın boyutu veya kütlesi ne olursa olsun sadece bir yerden istenilen testler ve birleşik milli dövme parçalar dışında, C.5.1.1, 5.1.2 ve D.7.2'de ayrıntıları verilen yerlerden, boyuna yönde tekrarlanan test malzemesi setleri alınmalıdır.

Test malzemesi, D/4 çapa (D dişli parçanın bitmiş çapıdır) veya 60 mm'ye (hangisi küçükse) işlenmelidir.

Dövmede ön testler için, daha sonra dövmeye uygulanacak yalancı karbonlama ve ısıl işlem bir test malzemesi setine uygulanmalıdır.

Kesin kabul testleri için, test malzemenin ikinci setine temsil ettiği dövme çelik ile birlikte yalancı karbonlama ve ısıl işlem uygulanmalıdır.

Dövme yapan firma veya dişli üreticisinin kararına göre, büyük en kesitli test parçaları karbonlanabilir veya yalancı karbonlanabilir ama bunlar son su verme ve temperleme ısıl işleminden önce istenilen çapa işlenmelidir.

Karbonlanacak dövme çeliklerin testinde alternatif yöntemler için **TL** ile özel anlaşmaya varılabilir.

9.2.18 Parça ağırlığı ≤1000 kg. olan normalize edilmiş dövme parçaların veya parça ağırlığı ≤ 500 kg. olan su verilmiş ve temperlenmiş dövme parçalar demet testi yapılabilir. Bir demet, benzer şekil ve boyuttaki dövme parçalardan oluşmalı, aynı eriyik, aynı fırın yükünde ısıl işlem görmüş ve normalize edilmiş dövme çelikler için 6 tonu, su verilmiş ve temperlenmiş dövme çelikler için 3 tonu geçmeyen kütlede olmalıdır.

TL ile başka bir anlaşma yapılmamışsa, test demetinin büyüklüğü Tablo 5.3'de belirtildiği gibi olacaktır.

Her bir test demetindeki parça sayısının %10'una kadar kalan miktar bir test demetine dağıtılabilir.

Parça ağırlığı > 1000 kg. (normalize edilmiş) ve >500 kg. (su verilmiş ve temperlenmiş) olan dövme parçalar tek olarak test edilir.

Tablo 5.3 Test demetlerindeki dövme parça sayıları ve tekil parçaların ısıl işlem ağırlığı

Tekil dövme parçasının ısıl işlem ağırlığı [kg]	Test demetindeki dövme parça sayısı
15'e kadar	≤ 300
15'den 150'ye kadar	≤ 100
150'den 300'e kadar	≤ 50
300'den 1000'e kadar	≤ 25

9.2.19 Sıcak haddelenmiş profiller için, bir demet testi yöntemi de uygulanabilir. Bir demet aşağıdakilerden oluşur:

- Aynı fırın yükünde ısıl işlem görmüş olan, aynı haddelenmiş tomruk veya kaba kütükten sağlanan, birbirinden farklı boylarda kesilmiş malzeme, veya

- Aynı eriyik, aynı fırın yükünde ısıl işlem görmüş ve toplam kütlesi 2,5 tonu geçmeyen ve aynı çaptaki profiller.

9.2.20 Test numunelerinin hazırlığı ve meknaik test yöntemleri Bölüm 2'nin isteklerine uygun olacaktır. Aksine anlaşmaya varılmamışsa, tüm testler sörveyör gözetiminde yapılacaktır.

9.3 Test numunelerinin olumsuz sonuç vermesi durumunda testlerin yenilenmesi

Eğer çekme veya çentik darbe testlerinin sonucunda gerekli değerler elde edilemezse veya bir çentik darbe testi, gerekli ortalama değerin % 70'inden daha düşük bir sonuç verirse, dövme parça veya birim test miktarı reddedilmeden önce, Bölüm 2'de belirtilen testlerin yenilenmesi ile ilgili yöntem uygulanabilir. Aynı test kısmından, orijinal test numunesi olarak veya diğer test kısımlarından ya da ilgili test demetini temsil eden örneklerden ilave test numuneleri alınacaktır.

10. Muayene

10.1 Tüm dövme parçaların erişilebilir yüzeyleri, üretici tarafından % 100 görsel muayeneye tabi tutulmalı ve sörveyöre sunulmalıdır. Mümkünse, görsel muayenede iç yüzeyler ve delikler de incelenecektir. Aksine anlaşmaya varılmadıkça, boyutların doğrulanması üreticinin sorumluluğundadır.

10.2 Kaynaklı bileşenler ile ilgili **TL** Gerekliliklerinde veya onaylı yöntemlerde gerek görülen hallerde, kabulden önce, üretici tarafından uygun tahribatsız test de yapılacak ve sonuçlar raporlanacaktır.

10.3 İlgili **TL** Gerekliliği veya IACS Rec. 68'in gerektirdiği durumlarda, dövme parçalar ultrasonik muayene için uygun durumda işlendikten ve son ısıl işlem yapıldıktan sonra, ultrasonik muayeneye tabi tutulacaktır. Muayene edilecek dövme parçaların şekli ve boyutları uygun olduğunda hem radyal hem de eksenel tarama yapılacaktır.

10.4 Muayene yöntemi ve kapsamı, NDT ve kabul kriterleri **TL** ile kararlaştırılacaktır. IACS Rec. 68 kabul edilebilir bir standart olarak addedilir.

Seri üretilen dövme parçalar için muayenenin kapsamı **TL**'nun kararına göre belirlenecektir.

10.5 Aksi kararlaştırılmadıkça, muayeneler üretici tarafından yapılacaktır, ancak sörveyörler muayenenin kararlaştırılan prosedüre göre yapıldığını doğrulamak için hazır bulunmayı talep edebilir.

10.6 Dövme parça, fabrikada işlenmek üzere "dövülmüş" durumda tedarik edilirse, üretici dövmenin iç kalitesini doğrulamak için uygun bir ultrasonik muayenenin yapılmasını sağlayacaktır.

10.7 Gelişmiş ultrasonik yöntemlerin uygulandığı hallerde, örneğin PAUT veya TOFD, bu gelişmiş yöntemlerin uygulanmasıyla ilgili genel yaklaşım için, IACS UR W34, malzemelerin ve kaynakların gelişmiş tahribatsız muayenesi-Aralık 2019'a bakınız. Bu gibi durumlarda, kabul/ret kriterlerine ilişkin kabul seviyeleri, IACS Rec. 68'deki ilgili bölüme göre olabilir.

10.8 Yüzeyi sertleştirilen dövme parçaların (A.5.5) onay koşulları gerektiriyorsa, temsil ettikleri dövme parçalarla aynı anda ilave test parçaları da işlenecektir. Bu test parçaları, lokal olarak sertleştirilen ve onaylı spesifikasyonun isteklerine uygun olması gereken sertlik, şekil ve derinliğin belirlenmesi amacıyla bölümlere ayrılacaktır.

10.9 Daha sonraki işleme veya testler sırasında kusurlu bulunan dövme parçalar, daha önceki sertifikasyonlarına bakılmaksızın reddedilecektir.

11. Tahribatsız Testler

11.1 Tahribatsız testlerin yapılması gerektiği durumlarda, bu testler üretici ve/veya işin yapıldığı birimler tarafından yapılacaktır.

11.2 Tahribatsız testler; G'de verilen spesifikasyonlara göre yapılacaktır.

12. Kusurlu Dövmelerin Onarımı

12.1 Kusurlar, bileşen ölçülerinin kabul edilir olması koşuluyla, taşlama veya yontma ve taşlama ile giderilebilir. Oluşan oyuklukların köşe yarıçapları, oyukluk derinliğinin yaklaşıl 3 katı olacak ve keskin köşelerden kaçınmak üzere bitişik yüzeylere yumuşak geçiş sağlanacaktır. Kusurlu malzemelerin bütünüyle onarıldığı, manyetik parçacık veya girici sıvı testiyle doğrulanacaktır.

12.2 Dövme krankşaftlar ve dövme pervane şaftları gibi burulma yorulmasına tabi olanlar hariç olmak üzere, dövme parçaların kaynakla onarımına, önceden **TL**'nun onayı alınmak koşuluyla, izin verilebilir. Bu durumda, onarımın büyüklüğü ve yeri, önerilen kaynak yöntemi, ısıl işlem ve daha sonraki muayene yöntemlerinin tüm ayrıntıları onay için verilecektir.

12.3 Dövme üreticisi, onarılann her dövme parça için, onarım kayıtlarını ve daha sonraki muayeneleri izlenebilir şekilde muhafaza edecektir. Kayıtlar, talep halinde sörveyöre verilecektir.

13. Dövmelerin Belirlenmesi

13.1 Üretici, tüm tamamlanmış dövme parçaların orijinal döküme kadar izlenebilmesini sağlayacak bir belirleme sistemi kuracak ve gerektiğinde dövme parçaların izlenmesi için sörveyöre tüm olanakları sağlayacaktır.

13.2 Kabulden önce, olumlu sonuç vererek test edilmiş ve muayene edilmiş dövme parçalar, üretici tarafından aşağıda belirtilen şekilde markalanacaktır:

- Çelik kalitesi,
- Belirleyici numara, döküm numarası veya dövme parçanın geriye doğru izlenmesini sağlayacak diğer işaretler,
- Üreticinin adı veya ticari işareti,
- **TL** damgası,
- TL ofisinin kısaltılmış adı,
- Muayeneden sorumlu sörveyörün damgası,
- Test basıncı (uygulanmış ise),
- Son muayene tarihi.

13.3 Çok sayıda küçük dövme parçaların üretiminde, farklı belirleyici düzenlemeler **TL** tarafından özel olarak kabul edilebilir.

14. Sertifikalandırma

Üretici, kabul edilmiş olan her dövme parça veya her dövme demeti için, aşağıdaki özellikleri içeren muayene sertifikası düzenleyecektir:

- Müşteri adı ve sipariş numarası,
- Dövmenin tanımı ve çelik kalitesi,
- Belirleyici numara,
- Çelik üretim prosesi, döküm numarası ve pota örneğinin kimyasal analizi,
- Mekanik testlerin sonuçları,
- Yapılmışsa, tahribatsız testlerin sonuçları,
- Sıcaklık ve süre dahil, ısıl işlemin ayrıntıları.

B. Tekne ve Makina Yapımı için Dövme Çelikler

1. Kapsam

Bu kurallar, tekne ve makina yapımındaki yapı ve konstrüksiyon elemanlarının (örneğin; şaftlar, piston rotları, konnektin rotlar, dümen şaftları ve iğnecikler) üretimi için alaşımlı ve düşük alaşımlı malzemelerden yapılan dövme parçalara uygulanır.

Bu kurallar ayrıca, son şekli mekanik işlemlerle elde edilen şaftlar, pinler, bağlantı rotları ve benzeri parçaların üretiminde kullanılan haddelenmiş yuvarlak çelik çubuklara da uygulanır.

2. Çelik Kaliteleri

4'deki isteklerin yerine getirilmesi koşulu ile aşağıdaki

çelikler kullanılabilir:

2.1 Bilinen standartlara (örneğin; ISO 683, EN 10250-2 ve EN 10250-3) göre uygun dövme çelik kaliteleri.

2.2 Uygunluklarının **TL** tarafından doğrulanmış olması koşuluyla, diğer standartlar veya malzeme spesifikasyonlarına göre diğer alaşımsız ve düşük alaşımlı çelikler.

Burada ürün için bir ilk uygunluk testi istenebilir.

3. Teslim Koşulları ve Isıl İşlem

3.1 Tüm dövme çeliklere uygun bir şekilde ısıl işlem uygulanmalıdır. Aşağıdaki ısıl işlemler kabul edilir:

- Karbon ve karbon manganezli çelikler için: Normalizasyon
  Normalizasyon ve temperleme (havada su verme ve temperleme)
  Su verme ve temperleme.

- Alaşımlı çelikler için:
  Su verme ve temperleme.

3.2 Normalize edilmiş durumda teslim edilen büyük karmaşık şekilli karbon ve karbon manganez dövme parçalara, eğer normalizasyon işleminden sonra önemli bir mekanik işlem yapılacaksa, ayrıca gerilme giderici ısıl işlem uygulanmalıdır.

4. Kimyasal Bileşim

4.1 Dövme çeliklerin kimyasal bileşimi için Tablo 5.1 ve 5.2'de verilen sınır değerler geçerlidir.

4.2 Dövme parçalar kaynaklı birleştirmelerde kullanılıyorsa, bileşim kullanılan kaynak yöntemi ile ilgili olarak özellikle belirlenmeli ve onay için **TL**'na sunulmalıdır.

5. Mekanik ve Teknolojik Özellikler

5.1 Tablo 5.6 ve 5.7'de, değişik mukavemet değerleri için minimum akma sınırı, kopmadaki kesit daralması, kopma uzaması ve çentik darbe enerjisi isteklerini verir, fakat bunların özel kaliteler olması gerektiği anlamına gelmez. Minimum çekme mukavemeti değeri verilenler arasında kalan, belirli bir çelik kullanılması öneriliyorsa diğer özellikler için minimum değerleri enterpolasyon ile elde edilebilir.

5.2 Dövme çelikler genel limitler dahilinde Tablo 5.6 veya 5.7'de ayrıntıları verilen, fakat ilgili **TL** Gerekliliklerine göre ek isteklere tabi, herhangi bir minimum çekme mukavemeti için temin edilebilir**.**

5.3 Mekanik özellikler belirtilen minimum çekme mukavemetine uygun olarak Tablo 5.6 veya 5.7'de verilen isteklere uygun olacaktır veya uygulaması varsa, onaylı spesifikasyon isteklerine uygun olacaktır.

5.4 **TL** kararına bağlı olarak aşağıdakilerde sertlik testleri istenebilir:

Dişliler için dövme çelikler: Isıl işlem tamamlandıktan sonra ve dişlerin mekanik işleminden önce. Sertlik, dişin daha sonra kesileceği yüzeyin çevresinde eşit aralıklı dört yerden belirlenecektir. Diş kesilmişparçanın bitmiş çapı 2.5 mm'yi geçerse yukarıda verilen test konumu sayısı sekize çıkarılır. Dişli çarkın çevresinin genişliği 1.25 mm'yi geçerse, sertlik dövme parçasının her iki ucundan sekiz yerden ölçülecektir.

- Demet testi yapılan küçük krankşaftlar ve dişliler için dövme çelikler: Bu durumda her dövme parçada en az bir sertlik testi yapılacaktır.

Sertlik testi sonuçları raporlanacaktır. Bilgi olarak, örnek Brinell sertlik değerleri Tablo 5.7'de verilmiştir.

5.5 Endüksiyonla sertleştirilmiş, Nitrürlenmiş ve Karbonlanmış dövme parçalarda da sertlik testleri istenebilir. Dişliler için dövme çelikler için uygulanabildiği durumlarda, bu testler dişler bitmiş yüzeye taşlandıktan sonra yapılacaktır. Bu testlerin sonuçları onaylı spesifikasyonlara uygun olmalıdır (A.5.5'e bakınız).

Sertlik testleri yapılması gerektiğinde, dövme parçaların değişik noktalarında veya birim test ünitesinin değişik parçalarında ölçülen sertlik değerleri arasındaki farklılık Tablo 5.5'de belirtilenlerden fazla olamaz.

5.6 Çekme testlerinin yenilenmesi Bölüm 2'ye uygun olarak yapılır.

5.7 Çentik darbe testlerinin yenilenmesi Bölüm 2'ye uygun olarak yapılır.

5.8 5.6 ve 5.7'ye göre ilave testler için test numuneleri, tercihen ilk testler için alınan yerlerin bitişiğinden alınacaktır, ancak alternatif olarak başka test konumlarından veya tekil elemanı/demeti temsil eden örneklerden de alınabilir.

5.9 Bir dövme tekil elemanının veya demetinin test isteklerini karşılamadığı hallerde, üretici tercih ederse yeniden ısıl işlem yaparak tekrar kabul testine sunabilir.

5.10 Dövme parçalardan iki test numunesi alındığında, ölçülen çekme mukavemeti değerleri arasındaki fark Tablo 5.4'de belirtilenlerden fazla olamaz.

Tablo 5.4 Çekme mukavemeti değerleri arasındaki izin verilen farklılık

Minimum çekme mukavemeti R_m [N/mm^2]	Çekme mukavemeti değerleri arasındaki izin verilen farklılık [N/mm^2]
< 600	70
≥ 600 <900	100
≥ 900	120

Tablo 5.5 Sertlik değerleri arasındaki izin verilen farklılık

Minimum çekme mukavemeti R_m [N/mm^2]	Brinell sertlik değerleri arasındaki farklılık
< 600	25'e kadar
≥ 600 < 900	35'e kadar
≥ 900	42'ye kadar

5.11 Minimum çekme mukavemetine bağlı olarak, Tablo 5.6 ve 5.7'de belirtilen gerekli darbe enerjisi değerleri sağlanacaktır. Bunun dışında, dümen rodu ve iğneciklerin boyuna Charpy V-çentik test numunesinde, ICE-B3 ve ICE-B4 ek klas işareti alan gemiler için 0°C'da ve PC 1 ÷ PC 7 kutup suları buz ek klas işareti alan gemiler için - 20°C'da ölçülen darbe enerjisi değeri en az 27 J olacaktır. Bir tekil değer, ortalama değerin altında olabilir, ancak 19 J'dan az olamaz.

Buz klaslı gemilerde kullanılan pervane şaftları için, en az %22'lik (L_o= 5d_o çekme test numunesi) bir kopma uzaması ve - 10°C'da Charpy V-çentik test numunesinde ölçülen 27 J'lük bir darbe enerjisi değerine ulaşılacaktır.

6. Testler

6.1 Mekanik testler

Testler, A.9.2'ye göre çekme ve çentik darbe testlerinden oluşur. Test demetinde toplanan su verilmiş ve temperlenmiş dövme parçalar ek olarak sertlik testi ile de incelenecektir.

Tekneye dahil olan parçalar; dümen, iğnecik, vb.dir.. Makinaya dahil olan parçalar; şaft, konektin rot, vb.dir

Üretimde gerekli tedbirler alınmış olanlar dışında, her dövme parçanın boyuna doğrultusunda bir test seti alınmalıdır, alternatif yönler ve konumlar için Şekil 5.2, 5.3 ve 5.4 kullanılabilir. Dövme parça kütlesi 4 tonu ve boyu 3 m'yi geçiyorsa, her iki ucundan bir test seti alınmalıdır. Limitler dövülecek kütleye ve boya bağlıdır ama test malzemesi hariç tutulur.

6.2 Buz klaslı gemilerin pervane şaftlarının dümen rotları ve iğneciklerinin çentik darbe testlerinde Charpy V test numuneleri kullanılacaktır. Tüm diğer ürünlerin test numunelerinin şeklinin seçimi üreticiye bırakılmıştır.

6.3 Tahribatsız muayeneler

G.'de belirtilen spesifikasyonlar uygulanır. H.'da belirtilenbileşenler, açıklanan kapsama göre test edilecektir.

6.4 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Tüm dövme parçalar, teslim durumunda yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü için sörveyöre sunulacaktır.

Table 5.6 Tekne yapımı dövme çelikleri için mekanik özellikler

Çelik kalitesi	Çekme mukavemeti (1) R_m N/mm² min.	Akma mukavemeti R_{eH} N/mm² min.	Kopma uzaması A5 % min.		Kesit Daralması Z % min.		Charpy V-çentik darbe testi (2)		
							Test Sıcaklığı (°C)	Minimum ortalama enerji (J)	
			Boyuna	Teğet	Boyuna	Teğet		Boyuna	Teğet
C and C-Mn	400	200	26	19	50	35	0	27	18
	440	220	24	18	50	35	0	27	18
	480	240	22	16	45	30	0	27	18
	520	260	21	15	45	30	0	27	18
	560	280	20	14	40	27	0	27	18
	600	300	18	13	40	27	0	27	18
Alloy	550	350	20	14	50	35	0	32	22
	600	400	18	13	50	35	0	32	22
	650	450	17	12	50	35	0	32	22

(1) *Ek olarak çekme mukavemeti için aşağıdaki aralıklar belirtilebilir:*

Belirtilen minimum çekme mukavemeti:	*<600 N/mm²*	*≥600 N/mm²*
Çekme mukavemeti aralığı:	*120 N/mm²*	*150 N/mm²*

(2) *Dizayn ve uygulamaya bağlı olarak ve **TL** ile anlaşmaya tabi olarak, Charpy V-çentik testi için alternatif gereklilikler özel olarak değerlendirilebilir.*

C. Krankşaftlar için Dövme Çelikler

1. Kapsam

Bu kurallar, alaşımsız ve düşük alaşımlı çeliklerden yapılmış dövme krankşaftlara ve yarı tamamlanmış krankşaftların dövme karşı ağırlık, veb ve pinlerine uygulanır.

2. Çelik Kaliteleri

Yalnız, öngörülen kullanma amacının uygunluğu **TL** tarafından onaylanmış malzemelerin kullanımına izin verilir. Bu nedenle motor üreticileri, malzemenin değerlendirilmesi için mekanik özellikler, ısıl işlem, kimyasal bileşim, üretim yöntemleri gibi tüm gerekli verileri de içeren **TL** spesifikasyonlarını ve/veya resimleri onay için sunacaktır. Tablo 5.6 ve 5.7'deki minimum istekler sağlanacaktır.

3. Malzeme ile İlgili İstekler

3.1 Çeliğin kimyasal bileşimi, mekanik özellikleri, istenilen çentik darbe enerjisi ve sertlik değerleri için onaylanmış spesifikasyonlar veya resimlerin içerdiği veriler geçerlidir.

3.2 Eriyikte hidrojen miktarının 2 ppm'i aşmaması için çeliğe, üretiminin ardından vakum gaz giderme işlemi yapılacaktır.

4. Üretim ve Teslim Koşulları

4.1 Mümkün olan hallerde tamamlanmış krankşaftlarının karşı ağırlıklarına yarı tamamlanmış yassı ürün olarak ön dövme işlemi uygulanacak ve sonra uygun yükleme karakteristikli lif izi elde etmek üzere kaba dövme parçasına preste şekil verilecektir. Ancak, gerekli karakteristiklerin sağlanması şartıyla, diğer üretim yöntemleri de kullanılabilir. **TL**'na üretim yöntemi hakkında bilgi verilecektir.

Table 5.7 Makina yapımı dövme çelikleri için mekanik özellikler (2)

Çelik kalitesi	Çekme mukavemeti (1) R_m N/mm² min.	Akma mukavemeti R_{eH} N/mm² min.	Kopma uzaması A5 % min.		Kesit Daralması Z % min.		Charpy V-çentik darbe testi 2) 4)			Sertlik (3) (Brinell)
			Boyuna	Teğet	Boyuna	Teğet	Test sıcaklığı (°C)	Min. ort. Enerji (J) Boy.	Min. ort. Enerji (J) Teğ.	
C and C-Mn	400	200	26	19	50	35	AT(5)	27	18	110-150
	440	220	24	18	50	35				125-160
	480	240	22	16	45	30				135-175
	520	260	21	15	45	30				150-185
	560	280	20	14	40	27				160-200
	600	300	18	13	40	27				175-215
	640	320	17	12	40	27				185-230
	680	340	16	12	35	24				200-240
	720	360	15	11	35	24				210-250
	760	380	14	10	35	24				225-265
Alloy	600	360	18	14	50	35				175-215
	700	420	16	12	45	30				205-245
	800	480	14	10	40	27				235-275
	900	630	13	9	40	27	27	18		260-320
	1000	700	12	8	35	24	25	16		290-365
	1100	770	11	7	35	24	21	13		320-385

(1) *Ek olarak çekme mukavemeti için aşağıdaki aralıklar belirtilebilir:*

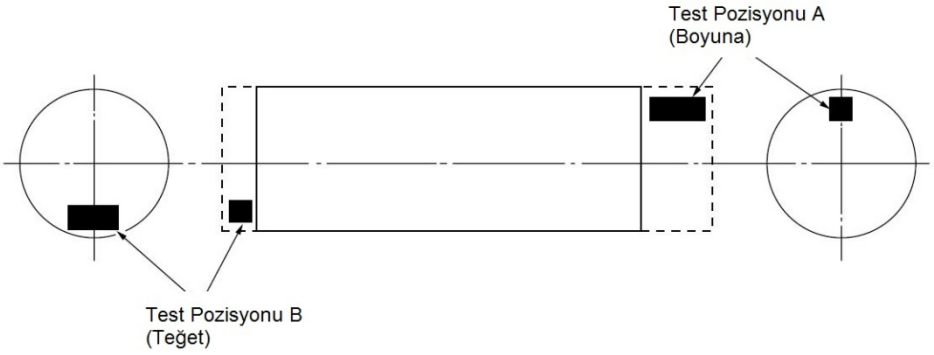
Belirtilen minimum çekme mukavemeti:	*<900 N/mm²*	*≥900 N/mm²*
Çekme mukavemeti aralığı:	*150 N/mm²*	*200 N/mm²*

(2) *IA Super, IA, IB ve IC buz kas işaretine sahip gemilerde kullanmak üzere tasarlanmış pervane şaftları ve şaft civataları gibi deniz suyu sıcaklığına maruz kalan makinalarda kullanılan malzemeler için Charpy V-çentik darbe testi, tüm çelik kaliteleri için -10°C'da ve ortalama enerji minimum 20 J olacak şekilde yapılmalıdır (boyuna test). Bir tekil değer, ortalama değerin altında olabilir, ancak bu ortalama değerin %70'inden az olamaz.*

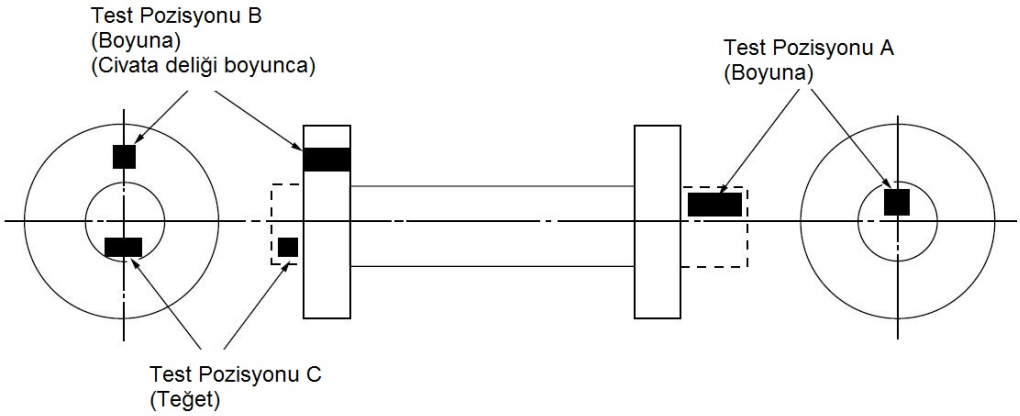
(3) *Sertlik değerleri tipik değerler olup ve sadece bilgi amaçlı verilmiştir.*

(4) *Dizayn ve uygulamaya bağlı olarak ve TL ile anlaşmaya tabi olarak, Charpy V-çentik testi için alternatif gereklilikler özel olarak değerlendirilebilir*

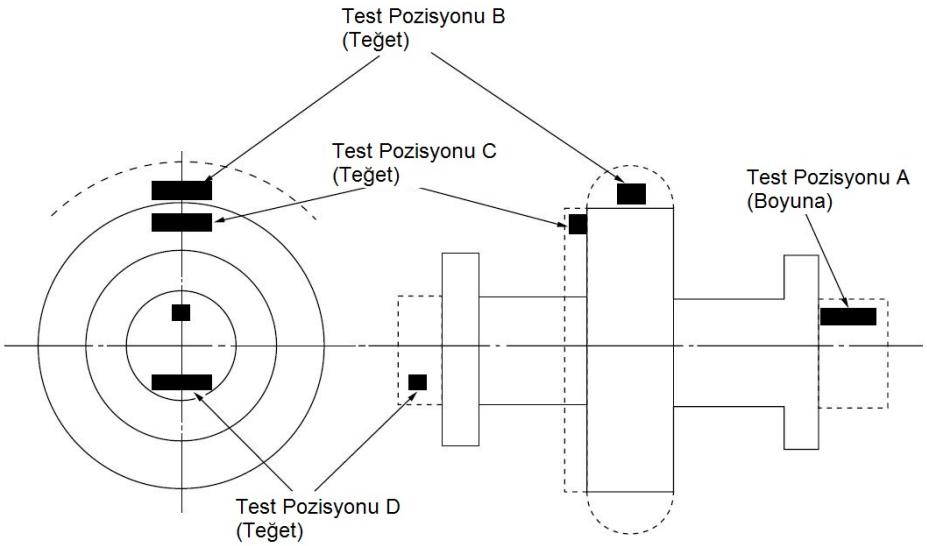
(5) *AT, ISO 148-1:2016'da belirtilen ortam sıcaklığını (yani 23 °C ± 5 °C) ifade eder.*



Şekil 5.2 Düz şaft



Şekil 5.3 Flençli şaft



Şekil 5.4 Manşonlu Flençli Şaft

4.2 Krankşaftlarının vebleri, dövülmüş veya haddelenmiş yassı ürünlerden sıcak kesme ile üretiliyorsa, kesilen yüzeydeki ısıdan etkilenen alan, mekanik işleme ile tamamıyla giderilecektir. Bu kural, belirtilen ısıl işlemin uygulanmasından önce başlangıç malzemesinden kesilen veblere uygulanmaz.

4.3 Krankşaftlar normal olarak su verilmiş ve temperlenmiş durumda teslim edilecektir. Ancak, karbon ve karbon-manganez çeliklerinden yapılan krankşaftlar ve bunların parçaları normalize edilmiş veya normalize edilmiş ve temperlenmiş durumda olabilir. Krankşaftlara yüzey sertleştirme işlemi yapılacaksa, ısıl işlemin türü üretici spesifikasyonunda belirtilecektir.

5. Testler

5.1 Çekme testi

Mekanik özellikler çekme testi ile belirlenecektir. Bu amaçla 5.1.1 ve 5.1.6'ya göre test numuneleri alınacaktır.

5.1.1 Krank veb:

Her bir dövme parçadan teğetsel yönde en az bir test seti alınacaktır.

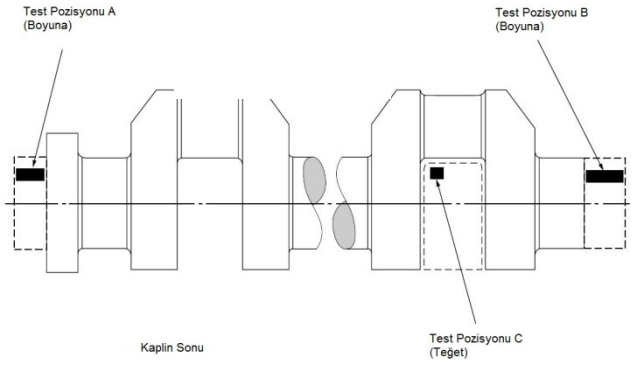
5.1.2 Dolu açık kalıp dövme krank şaftları:

Her bir dövme parçanın tahrik şaftı sonundan boyuna doğrultuda en az bir test seti alınacaktır (Şekil 5.5'deki test pozisyonu A'ya bakınız).

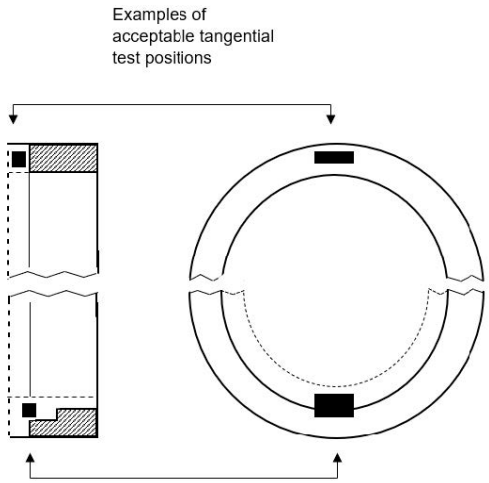
Ağırlık 3 ton'dan fazla olduğunda, test numuneleri boyuna doğrutuda her iki uçtan alınacaktır (Şekil 5.5'deki test pozisyonu A ve B'ye bakınız). Karşı ağırlıkların mekanik olarak işlendiği veya alevle kesildiği durumlarda, döndüren şaft sonundaki karşı ağırlıkdan alınan malzemeden teğetsel doğrultuda ikinci bir test seti alınacaktır (Şekil 5.5'deki test pozisyonu C'ye bakınız).

5.1.3 Dövme Ringler (döner ringler gibi)

Her bir dövme parçadan teğetsel yönde bir test seti alınacaktır (test seti konumları Şekil 5.6'da gösterilmektedir). İşlenmiş çapın 2,5 m'yi veya kütlenin (test malzemesi dahil, ısıl işlem görmüş olarak) 3 ton'u aştığı durumlarda, zıt konumlarda iki test seti alınacaktır.



Şekil 5.5 Krankşaftta test numunelerinin yeri



Şekil 5.6 Dövme ringler

5.1.4 Karşı ağırlıkların ön dövme işlemi görmüş krankşaftında mekanik olarak işlendiği veya alevle kesildiği durumlarda, kaplinden en uzak karşı ağırlıkdan alınan malzemeden enine doğrultuda ikinci bir test seti alınacaktır (Şekil 5.5'e bakınız).

Test kısmı su verme ve temperlemeden önce alınmamalıdır.

5.1.5 Aynı eriyikten alınmış, aynı fırında aynı ısıl işlem görmüş, ısıl işlem ağırlığı 500 kg'a kadar olan aynı boyutlara sahip krankşaftlar Tablo 5.3'e göre test demeti halinde birleştirilir. Su verilmiş ve temperlenmiş krankşaftlarda her test demetinden iki çekme test

numunesi alınır. Normalize edilmiş şaftlarda bir test numunesi yeterlidir.

5.1.6 Dövme işlemi uygulanmış karşı ağırlıklardan enine test numunesi alınacaktır. **TL** ile aksine bir anlaşma yapılmamışsa, her bir parçadan bir adet test numunesi alınacaktır.

5.1.7 Büyük krankşaftlardan iki test numunesi alındığında, ölçülen çekme mukavemetleri arasındaki fark B.5.3'de verilen değerleri aşmamalıdır.

5.1.8 Üretim yöntemi özellikle A.2.8'e göre onaylanış ise, kapalı kalıp dövme krank şaftları ve dövme krank şaftları için, üretim yöntemine göre, alınacak test numunelerinin sayısı ve yeri ile ilgili TL ile anlaşmaya varılmalıdır.

5.2 Çentik darbe testi

Her bir dövme parçaya veya test demetine çentik darbe testi uygulanacaktır. Test numuneleri setinin sayısı (her biri 3 test numunesindan oluşur) ve bunların yeri 5.1.1 ÷ 5.1.4'de çekme test numuneleri için belirtilen koşullara uygun olacaktır.

5.3 Sertlik testi

5.3.1 Demet halinde yapılan testlerde krankşaftların en az % 10'una sertlik testi uygulanacaktır. Sertlik test yöntemi ve parçadaki sertlik testi uygulama yeri **TL** ile anlaşarak belirlenir.

5.3.2 Dövme parçaların değişik yerlerinde veya bir test demetindeki değişik parçalarda ölçülen sertlik değerleri arasındaki farklar, B.5.5'de belirtilen değerleri aşmayacaktır.

5.4 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Krankşaft üreticileri yüzey düzgünlüğünü ve boyutları kontrol edecek ve ölçü kayıt belgelerini sörveyöre verecektir. Ayrıca krankşaftları son kontrol için sörveyöre gösterecek ve boyut kontrolü için gerekli ölçü aletlerini hazır bulunduracaktır.

5.5 Tahribatsız muayeneler

Krankşaftlar, G.'de belirtilen kapsamda tahribatsız testlere tabi tutulacaktır.

D. Dişliler için Dövme Çelikler

1. Kapsam

Bu kurallar, ana makina ve yadımcı makinaların dişlilerinin çarkları ve çark kasnakları üretiminde kullanılmak üzere, karbon, karbon-manganez ve düşük alaşımlı çeliklerden yapılmış dövme parçalara uygulanır.

2. Çelik Kaliteleri

6'daki isteklerin yerine getirilmesi koşulu ile aşağıdaki çelikler kullanılabilir:

2.1 ISO 683-1, 2'ye göre su verilmiş ve temperlenmiş çelikler, ISO 683-3'e göre semantasyon yapılmış çelikler, ISO 683-5'e göre nitratlama yapılmış çelikler ve öngörülen kullanma amacına uygunluğu kanıtlanmış diğer bazı çelik kaliteleri. Tablo 5.8 öngörülen uygun çelik kalitelerini içermektedir.

Tablo 5.8 Dişliler için uygun çelik kaliteleri

Çelik kalitesi	Standart
42 Cr Mo 4	ISO 683-1, 2
16 Mn Cr 5	ISO 683-3
20 Mn Cr 5	
18 Cr Ni Mo 7-6	

2.2 Öngörülen kullanma amacına uygunluğu kanıtlanan ve 2.1'de belirtilenleri karşılayabilen diğer standartlardaki çelikler.

2.3 **TL**'nun kullanılmasına izin verdiği, özel malzeme spesifikasyonlarındaki çelikler. Bu amaçla dişli üreticileri ilgili spesifikasyonları onay için **TL**'na gönderecektir. Bu spesifikasyonlar, değerlendirilmek üzere, üretim yöntemleri, kimyasal bileşim, ısıl işlem, yüzey sertliği ve mekanik özellikler gibi verileri içerecektir.

3. Kaynaklı Dişli Çarklar

Dişli çarklar, parçalarının birbiri ile kaynakla birleş-tirilmesinden yapılmışsa, tahribatsız muayene yöntemlerinin kapsamı ve kaynak hataları için kabul kriterleri ile kaynak süreçlerinin tüm ayrıntıları onaylanmak üzere **TL**'na gönderilecektir. Kaynakların özellikleri, öncelikle bir kaynak yöntem testi ile kanıtlanacaktır.

4. Isıl İşlem

4.1 Dişlilerin açılmasının ardından yüzey sertleşmesi istenmeyen dövme parçalara, su verme ve temperleme işlemi uygulanacaktır. Karbon ve karbon-manganez çelikleri de normalize edilebilir ve temperlenebilir.

4.2 Dişlilerin açılmasının ardından yüzey sertleştirme işlemi uygulanan dövme parçalarda, ısıl işlem aşağıdaki şekilde, yüzey sertleştirme işleminin türüne bağlıdır:

4.2.1 Karbonlamanın ardından, semente edilmiş çelikler sertleştirilir ve düşük sıcaklıkta temperlenir. Sertleştirme derinliği, zaman-sıcaklık periyodu ve minimum sertlik spesifikasyonda belirtilecektir.

4.2.2 İndüksiyonla sertleştirilmiş çeliklere, sertleştirme işleminden önce, su verme ve temperleme işlemi uygulanır. Karbon ve karbon-manganez çeliklerine, su verme ve temperleme yerine normalize işlemi uygulanır. Isıl işlemin türü, sertleştirme derinliği, sertleştirme sıcaklığı, su verme ortamı ve sertlik sınırı (min/maks) spesifikasyonda belirtilecektir.

4.2.3 Nitratlama yapılacak çeliklere, nitratlamadan önce su verme ve temperleme işlemi uygulanacaktır. Mümkün olan durumlarda, nitratlama gazların etkisi ile yapılacaktır. Isıl işlemin türü, nitratlama/sertleştirme derinliği ve sertlik sınırı (min/maks) spesifikasyonda belirtilecektir.

4.3 4.2'de belirtilen ısıl işlemler ve yüzey sertleştirme işlemleri, üniform bir sertleştirme derinliği ve spesifikasyonlarda istenilen sertlik elde edilecek tarzda yapılacaktır. **TL**, yüzey tabakasının üniformluğu, derinliği ve sertliğinin kanıtlanacağı test numunelerinin yapımını isteme hakkını saklı tutar.

5. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar

Bu hususlarda sipariş resimlerinde belirtilen veriler geçerlidir.

6. Malzeme ile İlgili İstekler

6.1 Kimyasal bileşim

6.1.1 Kimyasal bileşim için ilgili standartlar ve onaylanmış spesifikasyonlarda belirtilen sınır değerleri geçerlidir.

6.1.2 Dövme parçalar kaynaklı dişli çarklarda kullanıldığında, bileşim, kullanılan kaynak yöntemi ile ilgili olarak özel surette belirlenmeli ve onay için **TL**'na sunulacaktır.

6.2 Mekanik ve teknolojik özellikler

Su verilmiş ve temperlenmiş çelikler, Tablo 5.6 ve 5.7'de minimum çekme mukavemetine bağlı olarak belirtilen akma sınırı, kopma uzaması, kesit daralması için minimum istekleri sağlayacaktır.

Semente edilmiş çeliklerde, dövme parça ile birlikte ısıl işlem gören test numunelerine Tablo 5.9'daki istekler uygulanır.

6.3 Sertlik

Tüm dişliler için, spesifikasyonlar ve onaylı resimlerde diş bölgesi için belirtilen sertlik değerlerine uyulması şarttır.

7. Testler

Aşağıdaki testler yapılacaktır:

7.1 Kimyasal bileşim testi

Malzeme üreticisi her eriyiğin kimyasal bileşimini belirleyecek ve bununla ilgili bir belge düzenleyecektir.

7.2 Son ısıl işlem uygulanmış, indüksiyonla ve nitratla sertleştirilmiş dövme parçaların çekme testi

Mekanik özellikler çekme testi ile belirlenecektir. Test numuneleri aşağıdaki şekilde olacaktır:

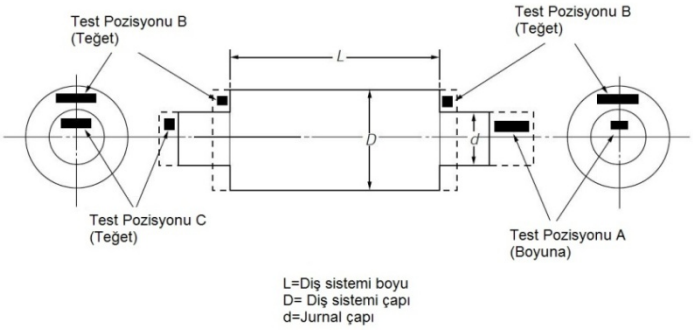
Tablo 5.9 Dövme parça ile birlikte ısıl işlem gören test numuneleri için istenilen mekanik ve teknolojik değerler

Çelik kalitesi	Test parçası çapı Φ [mm]	Akma sınırı R_{eH} [N/mm²] min	Çekme mukavemeti R_m [N/mm²]	Kopma uzaması A (1) [%] min.		Kesit daralması Z (1) [%] min.		Çentik darbe enerjisi KU (1) [J] min.		Çentik darbe enerjisi KV (1) [J] min.	
				ℓ	t, *tr*	ℓ	t,- *tr*	ℓ	t,- *tr*	ℓ	t,- *tr*
16 Mn Cr 5	30	590	780-1080	10	8	40	27	24	18	22	16
20 Mn Cr 5		690	980-1280	8	6	35	27	20	15	18	13
18 Cr Ni Mo 7-6		785	1080-1320	8	6	35	27	20	15	18	13
16 Mn Cr 5	63	440	640-940	11	9	40	27	24	18	22	16
20 Mn Cr 5		540	780-1080	10	8	35	27	24	18	22	16
18 Cr Ni Mo 7-6		685	980-1280	8	6	35	27	20	15	18	13

(1) *Test numunesi ekseninin yeri ℓ = boyuna, t= teğetsel, tr= enine*

7.2.1 Pinyonlar

Diş bölgesindeki işlenmiş çap 200 mm.den büyükse, her dövme parçadan bu bölgeye yakın yerden bir teğetsetest seti alınacaktır (Şekil 5.7'deki test pozisyonu B'ye bakınız). Eğer boyutları, bu konumda bir test numunesi alınmasına uygun değilse, yatak mili uzantısından teğetsel bir test numunesi alınabilir (Şekil 5.7'deki test pozisyonu C'ye bakınız). Eğer yatak mili çapı 200 mm. veya daha küçükse, bu durumda boyuna test numunesi alınabilir (Şekil 5.7'deki test pozisyonu A'ya bakınız). Tamamlanmış diş sisteminin boyu 1,25 m. den fazla ise her iki ucundan bir test seti alınacaktır.



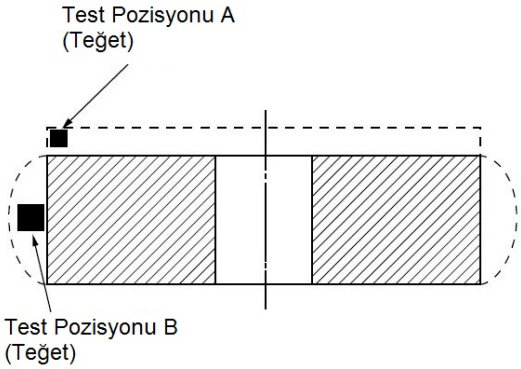
Şekil 5.7 Pinyon

7.2.2 Küçük pinyonlar

Diş bölgesindeki bitmiş çapı 200 mm. den küçük olan pinyon-larda, yatak milinden boyuna bir test seti alınacaktır (Şekil 5.7'deki test pozisyonu A'ya bakınız)

7.2.3 Dişli çarklar

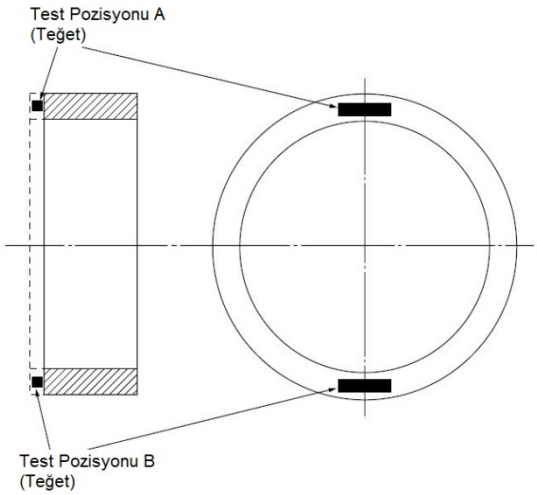
Her bir dövme parçadan teğetsel bir test seti alınacaktır (Şekil 5.8'daki test pozisyonu A veya B'ye bakınız).



Şekil 5.8 Dişli çarklar

7.2.4 Çark kasnakları (genişletilerek imal edilenler)

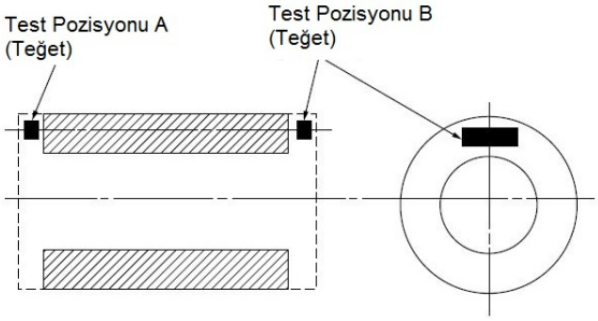
Her bir dövme parçadan teğetsel bir test seti alınacaktır (Şekil 5.9'deki test pozisyonu A veya B'ye bakınız). Eğer bitmiş diş sistemi çapı 2,5 m. yi aşarsa veya ısıl işlem uygulanmış parçanın, test malzemesi hariç, ağırlığı 3 ton'dan fazla ise, test numunesi kasnak çapının karşılıklı iki noktasından alınacaktır (Şekil 5.9'deki test pozisyonu A ve B'ye bakınız). Boyuna test için mekanik özellikler uygulanacaktır.



Şekil 5.9 Çark kasnakları

7.2.5 Pinyon gövdeleri

Her bir dövme parçadan teğetsel bir test seti alınacaktır (Şekil 5.10'daki test pozisyonu A veya B'ye bakınız). Tamamlanmış boyu 1,25 m. den fazla ise, test setleri her iki uçtan da alınacaktır.



Şekil 5.10 İçi boş pinyon gövdeleri

7.3 Kabuk sertleştirimli çeliklerde çekme testi

7.3.1 Söz konusu test kısmına, ait olduğu dişli parçası veya test demeti ile birlikte ısıl işlem uygulanır. Bu amaçla test kısmı aşağıdaki iki değerden küçük olanına eşit çapta olacak şekilde işlenecektir:

0,25 x diş sistemi çapı veya

63 mm. çap

Eğer test numunesinin çapı 63 mm. den küçükse, sörveyör ile anlaşılarak standart boyutlar kullanılabilir (örn: EN ISO 683-3'e göre çap 30 mm.).

Çekme test numunesi, test kısmından alınacak ve test edilecektir.

7.3.2 Dişli üreticisinin 7.3.1'de belirtilenden daha büyük kesitte test kısmı üretmesi seçeneği vardır. Ancak, nihai sertleştirme ve temperleme için parçalar belirtilen boyutlara getirilmelidir.

7.4 Dövme parçalarda mukavemet farkı

Büyük dövme parçalarından iki test numunesi alındığında, ölçülen çekme mukavemeti değerleri arasındaki fark B.5.3'de belirtilenlerden fazla olamaz.

7.5 Çentik darbe testi

Her dövme parça veya birim test miktarına, mümkün olduğunca, çentik darbe testi uygulanacaktır. Test setlerinin (her biri üç test numunesi içerir) sayısı, dövme parçalar veya test kısımlarından test numunelerinin alındığı yer, yapılacak ısıl işlemler için uygulamaya göre 7.2 ve 7.3'deki koşullar geçerlidir. Testler üreticinin seçimine göre Charpy V veya Charpy U-test numuneleri ile yapılabilir.

7.6 Sertlik testi

7.6.1 Isıl işlemden sonra ve dişlerin açılmasından önce, tüm dövme parçalara onaylı resimlerde belirtilen yerlerde sertlik testi uygulanacaktır. Dişli çarkın diş uzunluğu (L), 500 mm. den büyükse, diş sisteminin her iki ucunda test yapılacaktır.

7.6.2 Yüzeyi sertleştirilmiş tüm dişlilerde, sertleştirme ve taşlamadan sonra, dişlerde ek sertlik testi yapılacaktır. Ölçü noktalarının sayısı, diş sisteminin çevresini ve genişliğini koruyacak şekilde belirtilen sertlik değerlerine uygun olarak seçilir.

7.6.3 Dövme parçaların veya bir test demetinin çeşitli parçalarının belirtilen noktalarından ölçülen değerler arasındaki farklar B.5.5'de verilenlerden fazla olamaz.

7.7 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Dişli üreticileri diş sistemlerinin yüzey düzgünlüğünü ve boyutlarını kontrol edecektir. Ürünlerin son kontrol için sörveyöre gösterecek ve ölçü kayıt belgelerini verecektir. Dişli üreticisi, sörveyörün tekrar kontrolü için gerekli ölçü aletlerini hazır bulunduracaktır.

7.8 Demet testleri

Aynı eriyikten alınmış, aynı sıra ile ısıl işlem görmüş, ısıl işlem ağırlığı 300 kg. kadar olan benzer boyutlardaki dövme parçalar, Tablo 5.3'e göre test demetleri halinde birleştirilebilir. Her test demetinden, çekme ve çentik darbe testi için iki test kısmı alınır. Her dövme parçaya sertlik testi uygulanacaktır.

7.9 Tahribatsız muayeneler

7.9.1 Diş sistemi çapının 200 mm. yi aştığı hallerde, üretici tüm dövme parçaların diş bölgesinde ultrasonik muayenelerini yapacaktır.

7.9.2 Dişlerinin yüzeyi sertleştirilmiş dişli parçalarının tüm diş bölgelerinin çatlak muayenesi, manyetik toz veya girici sıvı yöntemi kullanılarak yapılacaktır.

Çeşitli parçalardan imal edilen dişli çarkların kaynaklarının, proses onayı sırasında tahribatsız muayeneleri yapılacaktır.

Testler, G.'de belirtilenlere uygun olarak yapılacaktır.

E. Kazanlar, Basınçlı Kaplar ve Sistemler için Dövme Çelikler

1. Kapsam

Bu kurallar flençler, nozullar, valf gövdeleri, tam nüfuziyetli köşe kaynaklı ve kaynak boyunlu kısımların üretiminde kullanılan aşımlı ve alaşımsız dövme çeliklere uygulanır. Sıfırın altındaki sıcaklıklarda sertleşen dövme çelikler için F'ye bakınız.

2. Çelik Kaliteleri

Aşağıda belirtilen malzemeler kullanılabilir:

2.1 EN 10250-2'ye göre 300°C işletme sıcaklığına kadar kaynak edilebilen alaşımsız yapı çelikleri.

2.2 EN 10222-2'ye göre yüksek sıcaklıklara dayanıklı ferritik veya martenzitik çeliklerden yapılmış dövme parçalar.

2.3 EN 10222-4'e göre kaynak edilebilir ince taneli yapı çeliklerinden yapılan dövme parçalar.

2.4 EN 10222-5'e göre paslanmaz östenitik veya östenitik-ferritik çelikten dövme parçalar.

2.5 EN 1092−1'e göre çelikten flençler.

2.6 Çelik kaliteleri 2.1 ila 2.5'e eşdeğer olan ve öngörülen kullanma amacına uygunluğu kanıtlanan diğer standart ve malzeme spesifikasyonlarındaki çelikler. Bunlar için bir ilk uygunluk testi istenebilir. Ferritik çelikler ek olarak aşağıdaki minimum istekleri sağlayacaktır:

2.6.1 Kopma uzaması (A) **TL** tarafından belirli çelik kaliteleri için istenilen karakteristik minimum değerleri sağlayacak, fakat enine ve teğetsel doğrultuda %14'den ve boyuna doğrultuda %16'dan az olmayacaktır.

2.6.2 Çentik darbe enerjisi, **TL** tarafından belirli çelik kaliteleri için istenilen karakteristik minimum değerleri sağlayacak, fakat oda sıcaklığında Charpy V test numuneleri ile yapılan testlerde enine ve teğetsel doğrultuda 27 J'dan, boyuna doğrultuda 39 J'dan az olmayacaktır. Bu değerler üç testin ortalama değerleridir. Bunlardan bir tanesi ortalama değerin altına düşebilir, ancak bu değerin %70'inden az olamaz.

3. Isıl İşlem ve Teslim Koşulları

Tüm dövme parçalar çelik kalitelerine uygun ısıl işlem yapılmış olarak teslim edilecektir. Alaşımsız çelik kalitelerinde, normalizasyon yerine dövme veya haddeleme sırasında veya bunların ardından **TL**'nun

onaylaması koşulu ile sıcaklık kontrollü eşdeğer bir yöntem uygulanabilir.

Çubuk veya sac malzemeden mekanik işlemlerle üretilen parçalarda başlangıç malzemelerindeki ısıl işlem yeterlidir.

4. Malzeme ile İlgili İstekler

4.1 Genel istekler

Çeliğin kimyasal bileşimi, mekanik özellikleri, çentik darbe enerjisi ve sertlik değerleri için 2.1 ÷ 2.5'de adı geçen standartlar veya onaylı spesifikasyonların içerdiği veriler geçerlidir.

4.2 Kaynak edilebilirlik

Bu kurallara uygun çelikler, bilinen işyeri yöntemlerine göre kaynak edilebilmelidir. Kimyasal bileşime bağlı olarak ön ısıtma veya kaynaktan sonraki ısıl işlem gerekli olabilir.

4.3 Kristaller arası korozyona direnç

Östenitik çelikler teslim şartlarında kristallerarası korozyona dirençli olacaktır. Dövme parçaların daha sonraki, ısıl işlem uygulanmaksızın kaynaklı konstrüksiyonlarda (örneğin; kaynaklı valfler, flençlerde) kullanımı halinde, kristallerarası korozyona dirençliliğini koruyabilen çelik kaliteleri seçilecektir (örneğin; Ti veya Nb ile stabilize edilmiş çelikler veya karbon miktarı C≤%0,03 olan çelikler gibi).

5. Testler

Dövme çelik parçalar, tamamlanmış durumda (teslim durumunda) test edilecek ve bunlara aşağıdaki testler uygulanacaktır.

5.1 Çekme testi

5.1.1 Mekanik özellikler çekme testi ile belirlenecektir. Test numuneleri hazırlanması için anma ağırlığı 1000 kg. kadar olan aynı eriyikten alınan, aynı sıra ile ısıl işlem görmüş olan benzer boyutlardaki dövme çelik parçalar, Tablo 5.1'e göre test demetleri halinde birleştirilir.

Normalize edilmiş dövme çelik parçalarda her test demetinden bir test numunesi, başka ısıl işlem durumunda olan parçalarda her demetten iki test numunesi alınır. Parça sayısı ≤10 parça veya anma ağırlığı 15 kg'a kadar ≤30 parça olanlarda bir test numunesi yeterlidir.

5.1.2 Demetlere göre yapılan testlerde, en yumuşak ve en sert parça, test için seçilecektir (5.3'e bakınız).

5.1.3 Parça ağırlığı 1000 kg'dan fazla olan her parçadan bir test numunesi alınır.

5.2 Çentik darbe testi

Dövme çelik parçalara çentik darbe testi uygulanacaktır. Test setlerinin sayısı (her set 3 Charpy test numunesinden oluşur) çekme test numunelerinde olduğu gibi belirlenecektir.

5.3 Sertlik testi

5.3.1 Su verilmiş ve temperlenmiş durumdaki dövme parçalarda, standart boyutlu flençler dışında, her dövme parçaya sertlik testi uygulanacaktır.

5.3.2 Standart boyutlu flençlerin aşağıda belirtilen miktarlarına test uygulanacaktır:

- Normalize edilmiş çeliklerin en az %3'üne,
- Su verilmiş ve temperlenmiş ve östenitik-ferritik çeliklerde aynı test demetinin en az %10'una.

5.3.3 5.3.1 ve 5.3.2'de belirtilmeyen parçalarda, bir test demetinin en az %20'si test edilecektir.

5.4 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Üretici ürünün yüzey düzgünlüğünü ve boyutlarını kontrol edecek ve son kontrol için sörveyöre gösterecektir.

5.5 Gerçek malzeme kullanımı ile ilgili test

Alaşımlı çeliklerden yapılan dövme parçalara, üretici tarafından, gerçek malzemenin kullanıldığından emin olmak için özel testler uygulanacaktır.

5.6 Tahribatsız muayeneler

Anma ağırlığı 300 kg.ın üstünde olan tüm dövme parçaların üretici tarafından tahribatsız muayeneleri ve gerektiğinde ek olarak yüzey çatlak muayeneleri yapılacaktır. Testler G.'ye uygun olarak yapılacaktır.

5.7 Kristallerarası korozyona karşı direnç testi

Kaynaklı konstrüksiyon için öngörülen östenitik ve östenitik-ferritik çeliklerden ve siparişlerinde şart koşulan diğer östenitik çeliklerden yapılan dövme parçaların üretici tarafından kristallerarası korozyona karşı direnci kontrol edilmelidir. Testler aşağıdaki koşullarda yapılacaktır:

- C ≤ %0,03 içeren çelikler ve hassas ısıl işlemden (700°C, 30 dak. suda su verilmiş) sonra stabilize edilmiş çelikler;

- Teslim durumunda tüm diğer çelikler. Bu halde her eriyikten en az iki test numunesi alınarak tanınmış standartlara (örneğin; ISO 3651-2) göre test edilecektir.

F. Düşük Sıcaklıklı Servisler için Dövme Çelikler

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, gaz tankerlerinin kargo ve proses donanımında kullanımı amaçlanan soğuğa dayanıklı çelikten üretilen dövme parçalara uygulanır. Örneğin; flençler, valf parçaları kaynaklı birleştirme parçaları.

1.2 İlgili dizayn sıcaklığı 0°C'ın altında olmamak üzere belirlenmiş, sıvılaştırılmış amonyak için kullanılan dövme parçalarda (örneğin; flençler, halkalar, nozullar) kimyasal bileşim için Bölüm 3, E.8.1.1 Tablo 3.17'deki ve mekanik özellikler için Bölüm 3, E.8.2.2'deki sınır değerler göz önüne alınmalıdır. Bundan başka çentik darbe enerjisi için Bölüm 3, E.8.3'deki istekler geçerlidir.

1.3 Dizayn sıcaklığı 0°C'ın altında olmamak üzere belirlenmiş, gaz tankerlerinde kullanılan anma sınırı 420'den 690 N/mm^2 kadar olan yüksek mukavemetli su verilmiş ve temperlenmiş yapı çeliklerinden üretilmiş dövme parçalarda, 1.2'deki istekler uygulanır.

2. Çelik Kaliteleri

Minimum dizayn sıcaklığı için Tablo 5.10'da belirtilen sınırlarda, 5'teki isteklerin sağlanması koşulu ile aşağıdaki çelik kalitelerinin kullanılmasına izin verilir:

2.1 Tablo 5.10'a göre standart çelikler.

2.2 Çelik kaliteleri 2.1'dekilere eşdeğer olan ve öngörülen kullanma amacına uygunluğu kanıtlanan diğer standart ve malzeme spesifikasyonlarındaki diğer çelikler. Bunlar için bir ilk uygunluk testi istenebilir.

3. Isıl İşlem ve Teslim Koşulları

Tüm dövme parçalar, çelik kalitelerine uygun ısıl işlem yapılmış olarak teslim edilecektir (normalize edilmiş, su verilmiş ve temperlenmiş veya çözeltide tavlanmış ve temperlenmiş).

Çubuk veya sac malzemeden mekanik işlemlerle üretilen parçalarda başlangıç malzemesindeki ısıl işlem yeterlidir.

4. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar

Bunlar için standartlar ve spesifikasyonlardaki veriler uygulanır.

5. Malzeme ile İlgili İstekler

5.1 Genel İstekler

Kimyasal bileşim, mekanik özellikler ve sertlik değerleri için ilgili standartlar ve onaylı spesifikasyonların içerdiği veriler geçerlidir.

5.2 Kaynak edilebilirlik

Bu kurallara uygun çelikler, bilinen işyeri yöntemlerine göre kaynak edilebilecektir.

5.3 Düşük sıcaklık ortamında çentik darbe enerjisi

Tablo 5.11'de çelik kaliteleri için istenilen çentik darbe enerjisi değerleri, tablodaki sıcaklıklarda Charpy V test numuneleri kullanılarak sağlanacaktır.

5.4 Kristallerarası korozyona direnç

Östenitik çelikler teslim şartlarında kristallerarası korozyona dirençli olacaktır. Dövme parçaların daha sonraki, ısıl işlem uygulanmaksızın kaynaklı konstrüksiyonlarda (örneğin; kaynaklı valfler, flençlerde) kullanımı halinde, kristallerarası korozyona dirençliliği koruyabilen çelik kaliteleri seçilecektir (örneğin; Ti veya Nb ile stabilize edilmiş çelikler veya karbon miktarı C ≤%0,03 olan çelikler gibi).

6. Testler

Dövme çelik parçalar, tamamlanmış durumda (teslim durumunda) test edilecek ve bunlara aşağıdaki testler uygulanacaktır:

6.1 Çekme testi

6.1.1 Mekanik özellikler çekme testi ile belirlenecektir. Test numuneleri hazırlanması için anma ağırlığı 1000 kg'a kadar olan aynı eriyikten alınan, aynı sıra ile ısıl işlem görmüş olan benzer boyutlardaki dövme çelik parçalar, Tablo 5.3'e göre test demetleri halinde birleştirilir.

Normalize edilmiş dövme çelik parçalarda, her test demetinden bir test numunesi, başka ısıl işlem durumunda olan parçalarda her demetten iki test numunesi alınır. Parça sayısı ≤10 parça veya anma ağırlığı 15 kg'a kadar ≤30 parça olanlarda bir test numunesi yeterlidir.

6.1.2 Demetlere göre yapılan testlerde, en yumuşak ve en sert parça test için seçilecektir (6.3’e bakınız).

6.1.3 Parça ağırlığı 1000 kg'dan fazla olan her dövme parçadan bir test numunesi alınır.

6.2 Çentik darbe testi

Dövme parçalara, Charpy V test numuneleri ile çentik darbe testi uygulanacaktır. Test setlerinin sayısı (her 3 test numunesinden oluşur) çekme test numunelerinde olduğu gibi belirlenecektir. Testler Tablo 5.11'de belirtilen test sıcaklıklarında yapılacaktır.

6.3 Sertlik testi

6.3.1 Su verilmiş ve temperlenmiş durumdaki dövme parçalarda, standart boyutlu flençler dışında, her dövme parçaya sertlik testi uygulanacaktır.

6.3.2 Standart boyutlu flençlerin aşağıda belirtilen miktarlarına test uygulanacaktır:

- Normalize edilmiş çeliklerin en az %3'üne
- Su verilmiş ve temperlenmiş östenitik ve östenitik-ferritik çeliklerde aynı test demetinin en az %10'una.

6.3.3 6.3.1 ve 6.3.2'de belirtilmeyen parçalarda, bir test demetinin en az %20'si test edilecektir

6.4 Yüzey düzgünlügü ve boyutların kontrolü

Üretici, ürünün yüzey düzgünlüğünü ve boyutlarını kontrol edecek ve son kontrol için sörveyöre gösterecektir.

6.5 Doğru malzeme kullanımı ile ilgili test

Alaşımlı çeliklerden yapılan dövme parçalarda, üretici tarafından gerçek malzeme kullanıldığından emin olmak için özel testler uygulanacaktır.

6.6 Tahribatsız muayeneler

Anma ağırlığı 300 kg.ın üstünde olan tüm dövme parçaların üretici tarafından tahribatsız muayeneleri ve gerektiğinde ek olarak yüzey çatlak muayeneleri yapılacaktır. Testler G.’ye uygun olarak yapılacaktır.

6.7 Kristallerarası korozyona karşı direnç testi

Kaynaklı konstrüksiyon için öngörülen östenitik çeliklerden ve siparişlerinde şart koşulan diğer östenitik çeliklerden yapılan dövme parçaların üretici tarafından kristallerarası korozyona karşı direnci kontrol edilmelidir

Testler aşağıdaki koşullarda yapılacaktır:

- C ≤ %0,03 içeren ve hassas ısıl işlemden (700°C, 30 dak. suda su verilmiş) sonra stabilite edilmiş çelikler;
- Teslim durumunda tüm diğer çelikler. Bu halde her eriyikten en az iki test numunesi alınarak tanınmış standartlara (örneğin; ISO 3651-2) göre test edilecektir.

G. Dövme Bileşenlerin Tahribatsız Testleri

1. Kapsam

1.1 Buradaki kurallar, B ÷ F'deki isteklere uygun olan ve başka kurallar veya üretici spesifikasyonları üzerinde anlaşmaya varılmamış olan dövme parçaların tahribatsız testlerine uygulanır.

Tahribatsız testlerin yapılması gereken dövme parçaların listesi ile yapılacak testler, H.'de verilmiştir.

1.2 Buradaki kurallarda manyetik parçacık testi ve ultrasonik testlerle ilgili olarak belirtilen yöntemler, ferritik çelik kalitelerinden yapılan dövme bileşenlere uygulama ile sınırlıdır.

Östenitik veya östenitik-ferritik çelik kalitelerinden yapılan dövme bileşenler için, ultrasonik ve girici sıvı testleri ile ilgili yöntemler ve kabul kriterleri hususunda **TL** ile anlaşmaya varılacaktır. Burada, üretici veya sipariş sahibinin standartları veya spesifikasyonları esas alınabilir.

1.3 1.2'deki açıklamalar dikkate alınarak, aşağıda belirtilen test yöntemleri uygulanır, Tablo 5.12'ye bakınız.

1.4 G.'de belirtilen yöntemler ve test kriterleri; üreticiler, daha sonraki işlemleri yapan kuruluşlar ve **TL** sörveyörleri tarafından kullanılacaktır.

Sipariş sahibi, örneğin; makinalar ve türbinler gibi belirli dövme parçalarla ilgili ilave kuralların uygulanmasını isterse, bunu test spesifikasyonunda belirtecek ve **TL** sörveyörüne bildirecektir.

Alternatif olarak, yöntemlerin ve kabul kriterlerlerinin aşağıdaki istekleri karşılaması koşuluyla, tahribatsız testler üretici veya sipariş sahibinin test spesifikas-yonlarına göre yapılabilir.

1.5 Testler için dövme parçalar, hataların yapısal bütünlük üzerindeki olası etkilerine göre tip I, II ve III muayene bölgelerine ayrılırlar. Manyetik parçacık testi için ayrıca tip IV'de söz konusudur. I no.lu muayene bölgesinde, göstergelerin adedi ve büyüklüğü en azdır. Muayene bölgelerinin sınıflandırılmasında aşağıdaki esaslar belirleyicidir:

- Öngörülen işletme yükleri,
- Hataların, bileşenin güvenirliği üzerindeki etkileri,
- Bileşenin arızası halinde olası hasar riski,
- Son işlemden sonra hatalardan arınmışlık ve yüzey durumu.

Sevk tesisinin en önemli dövme parçaları için muayene bölgelerinin sınıflandırılması I ve J'de verilmiştir.

1.6 Manyetik parçacık testi için I'da ve ultrasonik testler için J'de muayene bölgeleri sınıflandırması belirtilmeyen dövme parçalar için, üretici veya sipariş sahibi, 1.5'de belirtilen esasları dikkate alarak, test spesifikasyonunda muayene bölgelerini belirtecek ve bunları **TL** sörveyörüne bildirecektir.

Ayrıca, test spesifikasyonu gerekli kabul kriterleri ile ilgili detayları içermelidir (örneğin; EN 10228-1, -2, -3'e göre kalite sınıfı).

2. Testler

2.1 Testlerin yapılmasından sorumlu iç veya dış muayene kuruluşunun gözetmeninin belirtilen testleri yapmasından sonra, nihai işlenmiş dövme bileşenler gözle muayene için **TL** sörveyörüne sunulacaktır.

2.2 Testlerle ilgili olarak, ön testler ve kabul testleri birbirinden ayrılmalıdır. Ön testler ile, dövme bileşenlerin test edilebilirliği ve kullanılabilirliği belirlenir ve bu testler genelde üreticinin görevidir.

Kabul testleri, gerekli özelliklere uygun olan ısıl işlemler yapıldıktan sonra, tercihen son işleme tabi tutulmuş bileşen üzerinde yapılır. Gerekirse kabul testleri, küçük bir işleme payı ile üretim kademesinde ve ultrasonik testler için daha küçük konturla ön işlemeden sonra yapılabilir.

Bu husustaki ayrıntılar test spesifikasyonunda belirtilecek ve **TL** sörveyörüne bildirilecektir.

Tablo 5.10 Düşük sıcaklıklı servisler için kabul edilen dövme kaliteleri

Çelik cinsi	Kabul edilen minimum dizayn sıcaklığı	Çelik kalitesi veya Malzeme No.	Standart
Kaynak edilebilen ince taneli yapı çeliği	-20°C **(1)**	P 285 NH	EN 10222-4
		P 285 QH	
		P 355 N	
		P 355 QH	
%0,5 nikelli çelik	-55°C	13 Mn Ni 6-3	EN 10222-3
%2,25 nikelli çelik	-65°C	-	EN 10222-3
%3,5 nikelli çelik	-90°C	12 Ni 14	
%5 nikelli çelik	-105°C	12 Ni 19	
	-165°C **(2)**	X 12 Ni 5	
%9 nikelli çelik	-165°C	X 8 Ni 9	
Östenitik çelikler	- 165°C	1.4301 (304) **(3)**	EN 10222-5
		1.4307 (304 L)	
		1.4401 (316)	
		1.4404 (316 L)	
		1.4541 (321)	
		1.4550 (347)	

(1) *Minimum dizayn sıcaklığı bir kabul testi ile belirlenebilir.*

(2) *Minimum dizayn sıcaklığı -165°C bir kabul testi ile kanıtlanması halinde geçerlidir.*

(3) *Parantez içindeki sayılar AISI standartlarına uygun çeliklere ait değerleri göstermektedir.*

Tablo 5.11 Düşük sıcaklıklı servislerde kullanılan dövme çeliklerde istenilen çentik darbe enerjisi değerleri

Çelik tipi	Test sıcaklığı	Darbe enerjisi KV [J] (1) min.	
		Boyuna	Enine
Kaynak edilebilir ince taneli çelikleri ve %0,5 nikelli çelikler	Dizayn sıcaklığının 5 K altında fakat en az -20°C	27 (19)	22 (15)
%2,25 nikelli çelik	-70°C	34 (24)	24 (17)
%3,5 nikelli çelik	-95°C		
% 5 nikelli çelik	-110°C		
% 5 nikelli çelik	-196°C **(2)**		
% 9 nikelli çelik	-196°C		
Östenitik çelikler	-196°C	41 (27)	27 (19)

(1) *3 Chapy test numunesinden ölçülen ortalama değer. Parantez içindeki sayılar minimum tekil değerleri gösterir.*

(2) *Test sıcaklığı -196°C, %5 nikelli çeliğin minimum dizayn sıcaklığının -165°C olarak kabul edilmesi halinde geçerlidir.*

Tablo 5.12 Test yöntemleri

Test	Yöntem	Kısa gösterim (2)
Dış durum	Gözle muayene	VT
	Manyetik parçacık testi **(1)**	MT
	Girici sıvı testi	PT
İç durum	Ultrasonik test	UT

(1) *Sadece ferritik çelik kalitelerinden yapılan dövme parçalar için.*
(2) *ISO 9712'e göre tanım.*

2.3 Sörveyöre, öngörülen testler hakkında, üretici veya daha sonraki işlemleri yapan kuruluş tarafından bilgi verilecektir. Testlere katılım konusu sörveyörün kararına bağlıdır.

2.4 Testler; dövme parçalar için H'da ve J'de belirtilen bölgelerde veya test spesifikasyonunda belirtilen bölgelerde yapılacaktır. Sonuçların, dövme bileşende başka hataların da bulunduğunu gösterdiği hallerde testlerin kapsamı sörveyörle anlaşarak arttırılacaktır.

2.5 Tablolarda belirtilen boyut, sayı ve konumları aşan veriler teknik olarak mümkünse giderilecektir. Yüzeydeki oyulmuş alanlar tekrar teste tabi tutulacaktır.

2.6 İç hatalar veya yüzeye yakın hatalar tatminkar sonuçlarla taşlama yoluyla giderilemiyorsa, sipariş sahibi ve **TL** sörveyörü dövme parçanın kullanımı konusunda karar verecektir.

3. Gözle Muayene

3.1 Üretici, dövme parçanın her üretim aşamasında dış durumu ve ölçülere uygunluğunu doğrulayacaktır. Dövme hataları, daha sonraki işleme yoluyla giderilemeyecekse, taşlanarak giderilecektir.

3.2 Kabul testleri için dövme bileşen, nihai işlenmiş halde sörveyöre sunulacaktır. Gerekirse, dövme bileşenin ham halde veya ön işlenmiş halde **TL** sörveyörünce muayenesi yapılabilir.

3.3 Çatlaklar, dövme laminasyonları veya yüzeye yakın kalıntılar gibi malzeme devamsızlıklarına izin verilmez ve bunların onarılması gerkir. Gerekli alanlar ilave çatlak algılama testine tabi tutulur.

3.4 Sörveyör, **TL** kabul test sertifikasında gözle muayeneyi belgelendirir. Örneğin; test sertifikasına aşağıda belirtilen metin yazılabilir:

"Yukarıda belirtilen dövme bileşenler gözle muayene edilmiştir. Öngörülen istekler sağlanmıştır".

3.5 Sipariş sahibinin talebi halinde, üretici EN 10204-3-1'e göre, testlerin ayrıntılarını ve sonuçlarını içeren bir muayene sertifikası düzenleyecektir.

4. Manyetik Parçacık Testi

4.1 Test edilecek yüzeyler; pas, yağ, kir, koruyucu boya ve hataların algılanmasına etki edebilecek diğer maddelerden arınmış olacaktır.

4.2 İşlenmiş test alanlarının pürüzlüğü, ön işlenmiş yüzeylerde R_a = 12,5 µm ve nihai işlenmiş yüzeylerde R_a = 6,3 µm ortalama pürüzlülüğü aşmayacaktır.

4.3 Yüzeyde görülen temas noktaları taşlanacak ve daha sonraki işleme ile giderilemeyecekse, boyunduruk manyetizasyonu ile yeniden test edilecektir.

Nihai olarak işlenmiş yüzeylerde zımba kullanımına izin verilmez.

Nihai işlenmiş dövme bileşenlerin testi, tercihen sabit test donanımları ile yapılmalıdır.

4.4 2.1'den sapma olan hallerde, testler nihai işlemeden önce (örneğin; delikler açılmadan veya yağ kanalları açılmadan önce) yapılmalıdır. Bu durum test talimatlarında belirtilmelidir. Kabul testi, bileşenin nihai işlemesinden sonra sörveyör tarafından yapılacaktır.

4.5 Manyetik parçacık testinin verileri, Tablo 5.13'e göre boyutları ve adetleri yönlerinden I ÷ IV muayene bölgelerine bağlı olarak değerlendirilecektir. Bununla ilgili referans alanı 148 mm. x 105 mm. (DIN A6 ölçüsü) boyutlarında bir dikdörtgen olacak ve her durum için en olumsuz alana yerleştirilecektir (en fazla sayıda veri olan alan).

4.6 Değerlendirme ile ilgili olarak, ayrılmış ve sıralanmış veriler birbirinden ayrılmalıdır. Bu terimler Şekil 5.9'da açıklanmıştır.

4.7 Tablo 5.13'de gösterilen kayıt düzeylerini aşan tüm veriler raporlanacaktır.

İlgili muayene bölgeleri (veya EN 10228-1'e göre ilgili kalite sınıfları) için, boyutları ve adetleri yönünden belirtilen değerleri aşan veriler, çatlaklar, açık dövme izleri ve devamsızlıklar hata olarak kabul edilmeli ve giderilmelidir.

4.8 Krankşaftların yağ delikleri ve oyukluklarının çevresel yüzeylerinde, 1 no.lu bölgede hiçbir tipte veriye izin verilmez.

4.9 Verinin bir çatlak nedeniyle oluştuğu şüphesi varsa, ilave girici sıvı testi yapılacaktır.

4.10 Hataların onarımı

Hatalar uygun önlemlerle giderilecektir. Burada, dövme bileşenin ölçülerinin izin verilen sınırlar dışına çıkmaması sağlanmalıdır. Hataların taşlama ile giderilmesi, oyukluğun ucu boyuna doğrultuda yer alacak ve bitişik yüzeye yumuşak geçiş sağlanacak şekilde, hataya dik yönde yapılmalıdır. Geçiş yarıçapı, oyukluk derinliğinin en az 3 katı olacaktır.

4.11 Hataların taşlama ile giderilmesinden sonra, taşlanan alanlar yeniden parçacık testine tabi tutulacaktır.

4.12 Belirli muayene bölgelerindeki oyulmuş alanların boyut ve konum bakımından değerlendirilmesi, üretici ve/veya sipariş sahibinin spesifikasyonlarına göre yapılacaktır. Eğer ölçüler eksi toleransların altına düşerse, sörveyörün izni alınacaktır.

5. Girici Sıvı Testi

5.1 Test edilecek yüzeyler; pas, yağ, kir, koruyucu boya ve hataların algılanmasına etki edecek diğer maddelerden arınmış olmalıdır.

5.2 Girici sıvı testi, östenitik veya östenitik-ferritik çelik kalitelerinden yapılmış dövme parçalarda yapılacaktır. Ferritik çeliklerden yapılan dövme parçalarda bu test, manyetik parçacık testine ilave olarak yapılabilir; bununla birlikte manyetik parçacık test sonuçları kabul kriterleri açısından belirleyicidir.

5.3 Üretici, asgari olarak aşağıdaki bilgileri içeren bir test talimatı hazırlayacaktır:

- Malzeme kalitesi dahil, dövme bileşenin ayrıntıları,
- Uygulanacak standartlar ve spesifikasyonlar,
- Test yönteminin tanımı,
- Kullanılan test maddesi sistemi,
- Muayene personelinin vasıfları,
- Test edilecek yüzey alanları,
- Gerekli yüzey durumu,
- Test kriterleri,
- Test raporu tipi.

5.4 Aksine anlaşma yapılmadıkça testler, nihai işlenmiş dövme parçalar üzerinde ve sörveyör gözetiminde yapılacaktır.

6. Ultrasonik Testler

6.1 Test edilecek alanlarda, prob'un hatasız işlevini sağlayan uygun bir yüzey koşulu sağlanacaktır. Dövme çapakları, pas, boya, kir, düzgün olmayan ve mekanik hasarlar giderilecek / düzeltilecektir.

6.2 Ön işlenmiş yüzeylerde, $R_a \leq 25$ µm'luk ortalama pürüzlük değeri sağlanacaktır. Tablo 5.14'e göre yüzey pürüzlüğü için uygun kalite sınıfı üzerinde anlaşmaya varılması önerilir.

6.3 Testler, ISO 16810, EN 10228-3, SEP 1923 ve/veya diğer eşdeğer ve tanınmış standartlara, üretici veya sipariş sahibinin spesifikasyonlarına göre de yapılabilir.

6.4 Başka bir kayıt seviyesi belirlenmedikçe, çapı 2 mm. olan disk biçimli reflektörü geçen tüm veriler kaydedilecek ve bunların konumu, boyutu, adedi ve kabul edilebilirliği değerlendirilecek ve raporlanacaktır.

6.5 Kaydedilmesi gereken veriler için, veri alanındaki arka cidar ekosunun genliği, veri bulunmayan bitişik alanlarla karşılaştırılacaktır.

Arka cidar ekosunun zayıflamasının ≥ 4 dB olduğu durumlar, test raporuna dB olarak kaydedilecektir.

6.6 Herhangi tip, boyut ve dağılımdaki çatlaklara izin verilmez.

6.7 Tablo 5.15 veya 5.16'da belirtilen sınır değerleri aşan veriler, hata olarak kabul edilecek ve sörveyör tarafından dövme parçanın, ilk aşamada reddine neden olacaktır. Eğer testler, **TL** onaylı üretici veya sipariş sahibi spesifikasyonuna göre yapılırsa, bu spesifikasyonda belirtilen sınır değerler esas alınır.

6.8 İlk aşamada reddedilmiş olan dövme parçanın kabulü, sipariş sahibi ve sörveyör tarafından yapılan ayrıntılı veri değerlendirmesinden sonra, boyutları, yeri ve dağılımı nedeniyle hataların, dövme parçanın kullanımı üzerinde önemli bir etki oluşturmadığı anlaşıldığı takdirde, mümkündür. Bu durumda, dövme parçanın kabulü, kabul testi sertifikası ile sipariş sahibi ve sörveyör tarafından onaylanacaktır.

Tablo 5.13 EN 10228-1'e göre manyetik parçacık testi için kabul kriterleri

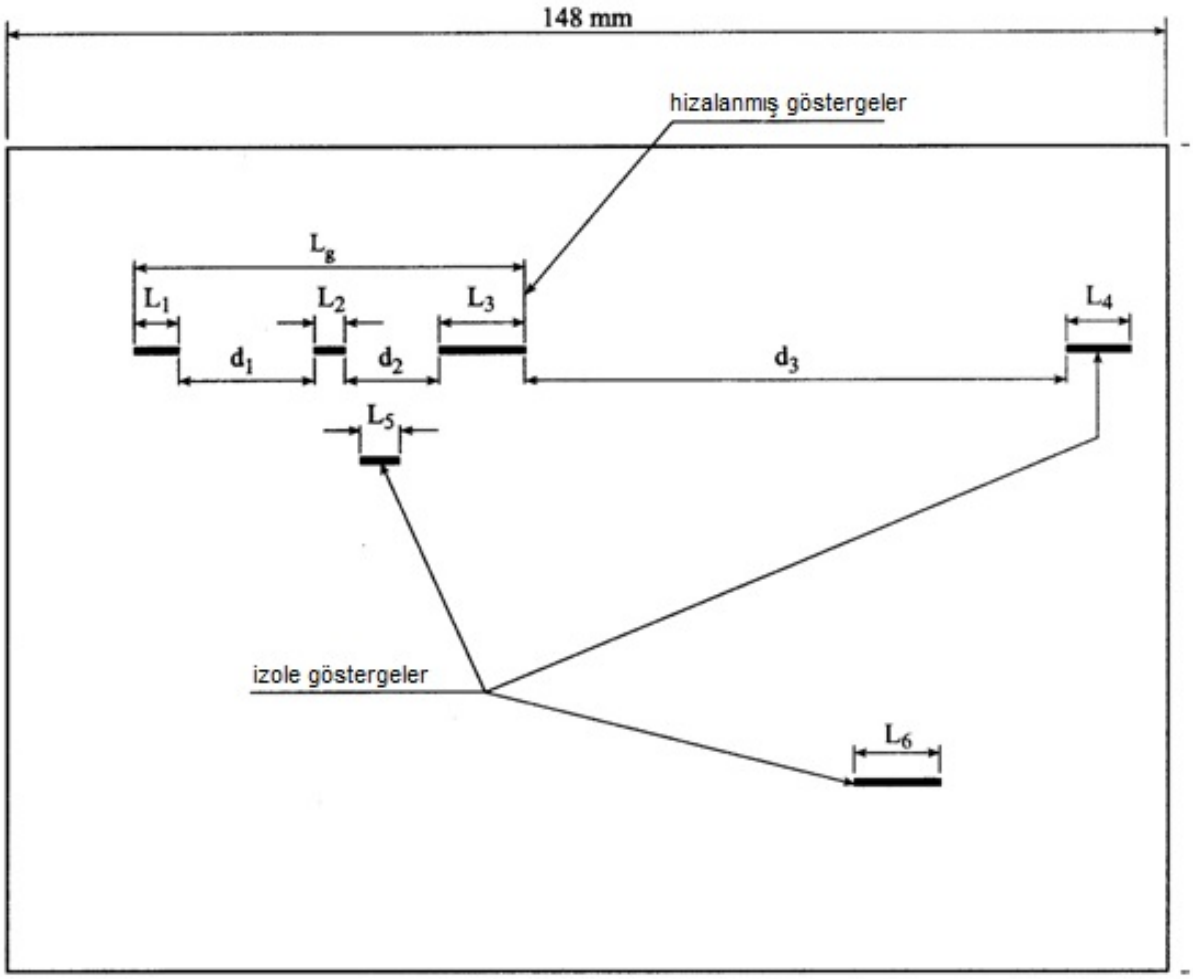
Değerlendirme parametresi	Muayene bölgesi için kabul sınırları			
	IV	III	II	I
	EN 10228-1'e göre ilgili kalite sınıfı			
	1	2	3 (1)	4 (2) (3)
Kayıt düzeyi: verilerin uzunluğu [mm]	≥ 5	≥ 2	≥ 2	≥ 1
L_g sıralanmış veya L_n ayrılmış verilerin izin verilen maksimum uzunluğu [mm]	20	8	4	2
L_g verilerin izin verilen maksimum kümülatif uzunluğu [mm]	75	36	24	5
Referans alanındaki verilerin izin verilen maksimum sayısı	15	10	7	5

(1) *İşleme toleransı 3 mm.yi geçen yüzeylerin testine kalite sınıfı uygulanmaz.*
(2) *İşleme toleransı 1 mm.yi geçen yüzeylerin testine kalite sınıfı uygulanmaz.*
(3) *Krankşaftların köşe birleşimi ve yağ delikleri yüzeylerine kalite sınıfı uygulanmaz.*

Tablo 5.14 Yüzey kalitesi ile ilgili öneriler

Yüzey kalitesi	Kalite ve pürüzlülük sınıfı R_a [μm]			
	1	2	3	4
	≤ 25	≤ 12,5	≤ 12,5	≤ 6,3
İşlenmiş	x	x	x	x
İşlenmiş ve ısıl işleme tabi tutulmuş	x	x	x	
Dövme	x			

Not: *"x" öngörülen pürüzlülükle ulaşılabilecek olan kalite sınıfını gösterir.*



Referans alanı = 148mm × 105mm (A6-Formatı)

$d_1 < 5\ L_1$; $d_2 < 5\ L_2$; $d_3 > 5\ L_3$

L_1, L_2 ve L_3 = sıralanmış verilerin tekil uzunlukları

L_g = L_1, L_2 ve L_3'ün toplam sıralanmış uzunlukları

L_4, L_5 and L_6 = Ayrılmış verilerin uzunlukları (L_n)

$L_g + L_4 + L_5 + L_6$ = Referans alanındaki göstergelerin kümülatif uzunluğu (L_k)

Referans alanındaki verilerin sayısı = 4 (L_g, L_4, L_5, L_6 olarak tanımlanan)

Şekil 5.11 EN 10228-1'e göre manyetik parçacık testi (MT) için referans alanı ve veri tipleri

Tablo 5.15 Dövme bileşenlerin ultrasonik testleri için kabul kriterleri

Dövme bileşen	Bölge	İzin verilen maksimum KSR ölçüsü (1) [mm]	Verilerin izin verilen maksimum uzunluğu (3) [mm]	İki veri arasındaki minimum mesafe (3) [mm]	"m" bileşen uzunluğu başına tüm veri uzunluklarının toplamı [mm]
Pervane şaftları	I **(2)**	-			
Ara şaftlar	II **(2)**	dış : 2	10	10	0,05 · d
Sırast şaftları		iç : 4	15	10	0,10 · d
Dümen rodları ve iğnecikler	III **(2)**	dış : 3	10	10	0,15 · d
Piston rodları **(4)**		iç : 6	15	10	0,20 · d
Konektin rodlar **(5)**	I	-			
Piston rodları	II	2	10	10	0,05 · d
Krosetler	III	4	10	10	0,15 · d (s) **(5)**

(1) *KSR = Disk şeklinde reflektör.*
(2) *Muayene bölgeleri olarak sınıflandırma Şekil 5.15 ÷5.20'de tanımlanmıştır.*
(3) *Kaydedilecek 2 veya daha fazla ayrılmış verinin toplanması için, bitişik 2 veri arasındaki minimum mesafe, en az büyük verinin uzunluğu kadar olmalıdır.*
Bu husus, eksenel ve kalınlık doğrultusundaki mesafelere uygulanır.
Daha küçük mesafeli ayrılmış veriler, sıralanmış veri olarak kabul edilecektir.
(4) *Şaft çapı 150 mm.den büyük piston rodları.*
(5) *Dikdörtgen kesitler için "d" en küçük yanal uzunluk "s"ye karşılık gelir.*

Tablo 5.16 Krankşaftların ultrasonik testleri için kabul kriterleri

Bölge (2)	İzin verilen maksimum KSR ölçüsü (1) [mm]	Verilerin izin verilen maksimum uzunluğu [mm]	İki veri arasındaki minimum mesafe (3) [mm]	Sıralanmış verilerin maksimum adedi (3) (4) [-]	Pin veya jurnal başına ya da flenç başına tüm veri uzunluğunun toplamı (4) [mm]
I	-	-	-	-	-
II	2	10	10	$0{,}01 \cdot d(D) \cdot \frac{1}{mm}$	0,20 · d (D)
III	4	15	10	$0{,}02 \cdot d(D) \cdot \frac{1}{mm}$	0,40 · d (D)

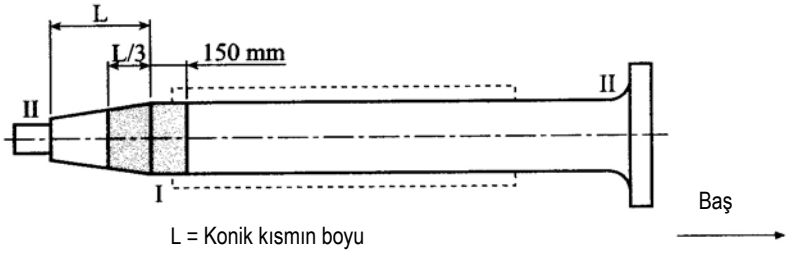
(1) *KSR = Disk şeklinde reflektör.*
(2) *Muayene bölgeleri olarak sınıflandırma Şekil 5.21'de tanımlanmıştır.*
(3) *Kaydedilecek 2 veya daha fazla ayrılmış verinin toplanması için, bitişik 2 veri arasındaki minimum mesafe, en az büyük verinin uzunluğu kadar olmalıdır.*
Bu husus, eksenel ve kalınlık doğrultusundaki mesafelere uygulanır.
Daha küçük mesafeli ayrılmış veriler, sıralanmış veri olarak kabul edilecektir.
(4) *Krank pin çapı "d" veya ana jurnal çapı "D" ile ilgilidir.*

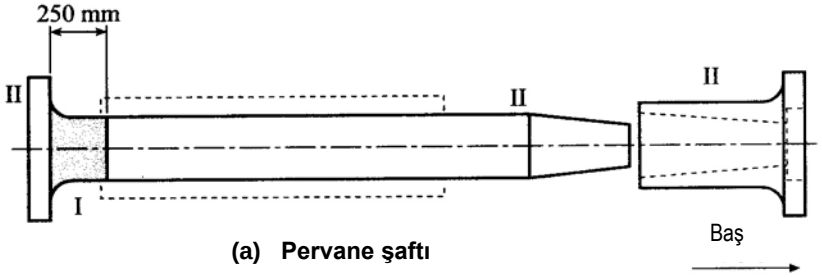
H. Tahribatsız Testlerin Gerekli olduğu Dövme Bileşenlerin Listesi

Dövme bileşenin adı	Uygulanacak test yöntemi		
	VT	MT	UT
Tekneye ait yapısal elemanlar:			
Dümen rodları ve iğnecikler	X	X	X **(1)**
Dizel makina parçaları:			
- Krank şaftlar	X	X	X **(3)**
- Konektin rodlar	X	X	X **(2)**
- Piston rodları	X	X	X **(2)**
- Kroshedler	X	X	X
- Piston kafaları	X	X **(2)**	X
- Silindir kaverleri	X	X **(2)**	X
- Piston pinleri	X	X **(2)**	
- Bağlantı rodları (tayrod)	X	X **(2)**	
- Cıvatalar ≥ M 50:			
- ana yataklar için	X	X **(2)**	
- konektin rod yatağı için	X	X **(2)**	
- kroshedler için	X	X **(2)**	
- silindir kaverleri için	X	X **(2)**	
- Kemşaft tahrik sistemi dişlileri ve zincir dişlileri	X	X **(2)**	
Ana şaft sistemi ve dişliler:			
- Pervane şaftları	X	X	X **(1)**
- Ara şaftlar	X		X **(1)**
- Sırast şaftlar	X	X	X **(1)**
- Dişli çarklar	X	X	X **(4)**
- Dişli şaftları	X	X	X **(4)**
- Pinyonlar	X	X	X **(4)**
- Çark kasnakları	X	X	X **(4)**
Türbo makinalar (ana tahrik için):			
- Rotorlar	X	X	X
- Rotor diskleri	X		X
- Şaftlar	X	X	X
- Kanatlar ve yönlendirme kanatları	X	X **(7) (8)**	
- Turbin gövde cıvataları ≥ M 50	X	X **(7)**	
Diğer bileşenler:			
- e-makinalar için şaftlar (ana)	X	X	
- Dövme bileşenler ,	X	X **(5) (6)**	X **(5)**
- yüksek sıcaklıklarda kullanım için yapılmış çelikler	X	X **(5) (6)**	X **(5)**
- düşük sıcaklıklarda kullanım için yapılmış çelikler	X	X **(6)**	
- Pervane kanatları sabitleme cıvataları ≥ M 50	X	X **(6)**	
- Kızgın buhar devre cıvataları			

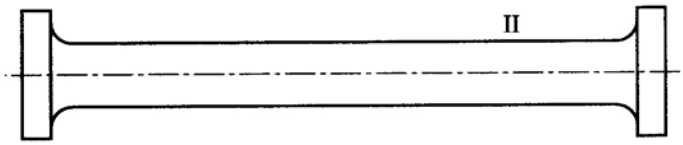
(1) *Çap ≥ 250 mm. için.*
(2) *Silindir çapı > 400 mm. olan dizel makinalar için.*
(3) *Küçük krankşaftların grup halinde testi için, ultrasonik ön malzeme testi yeterlidir. Küçük krankşaftlar, brüt ağırlığı 500 kg.ı geçmeyen şaftlardır.*
(4) *Çapları < 200 mm. olan dişliler veya şaftlar için.*
(5) *Nihai ağırlığı > 300 kg. için.*
(6) *Östenitik veya östenitik-ferritik çelikler için, manyetik parçacık testi (MT) yerine girici sıvı testi (PT).*
(7) *Ana buhar sıcaklığı > 350 °C için.*
(8) *Yüzey çatlak testi (MT, PT) yerine, girdap akımı testi de dikkate alınabilir.*

I. Manyetik Parçacık Testi (MT) için Muayene Bölgeleri Sınıfları

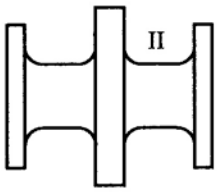




(a) Pervane şaftı



(b) Ara şaft

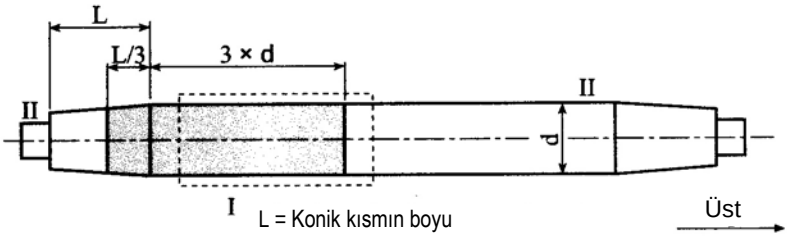


(c) Sırast şaftı

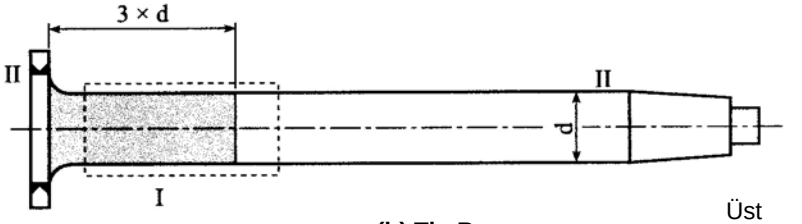
Not:

- *I ÷ IV muayene bölgeleri sınıflandırma esasları için G.1.5'e bakınız.*
- *Kabul kriterleri G. maddesi Tablo 5.13'de verilmiştir.*

Şekil 5.12 Şaftların manyetik parçacık testi için muayene bölgeleri

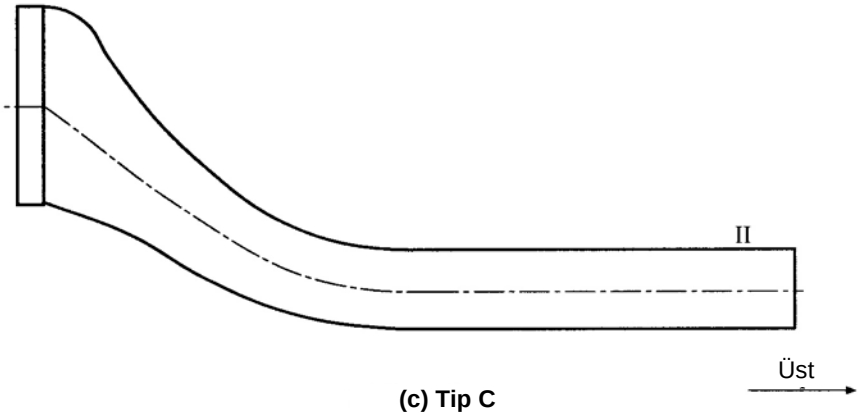


(a) Tip A



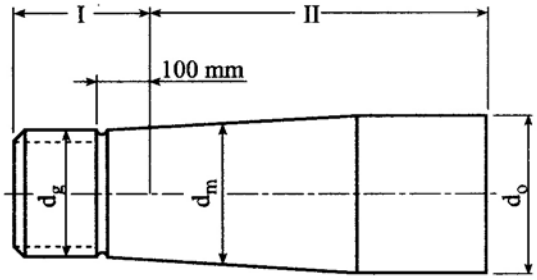
(b) Tip B

Not:
Kaynaklı alanlar, bölge I olarak kabul edilecektir



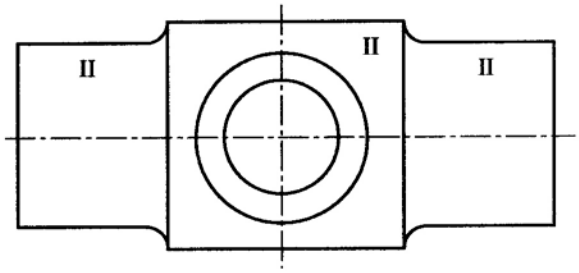
(c) Tip C

Dümen rotu

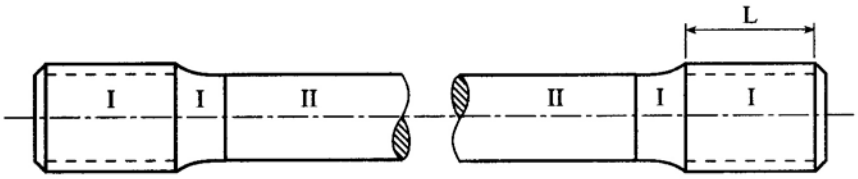


İğnecik

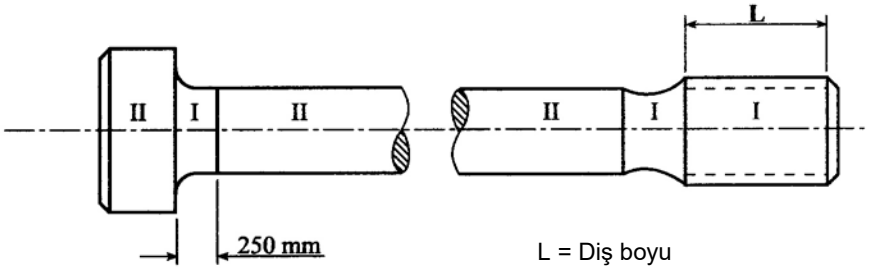
Şekil 5.13 Dümen rotu ve aksesuarlarının manyetik parçacık testi için muayene bölgeleri



Kroshed

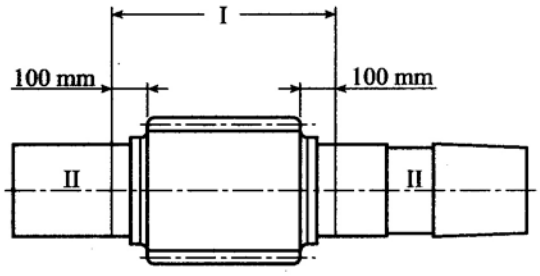


Dizel makinalar için bağlantı rotları



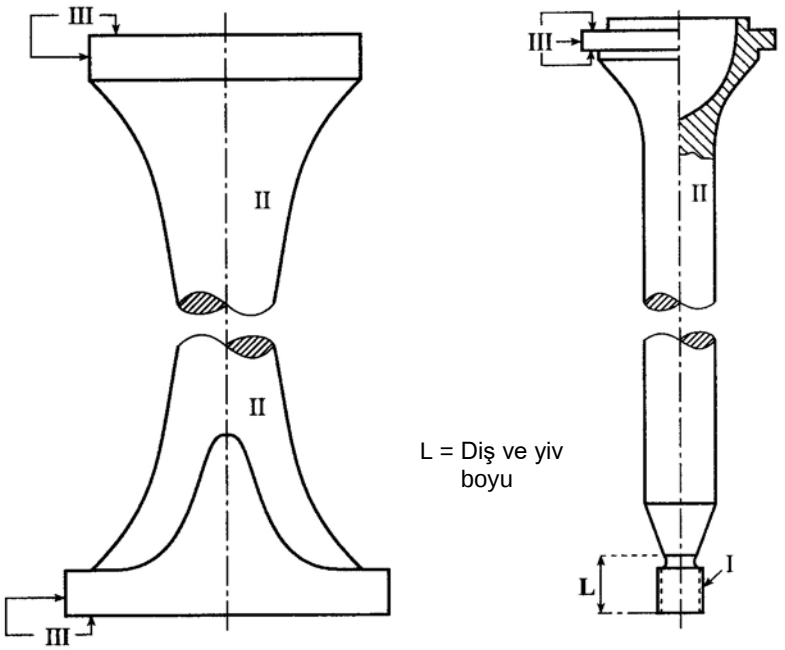
L = Diş boyu

Konektin rot civataları



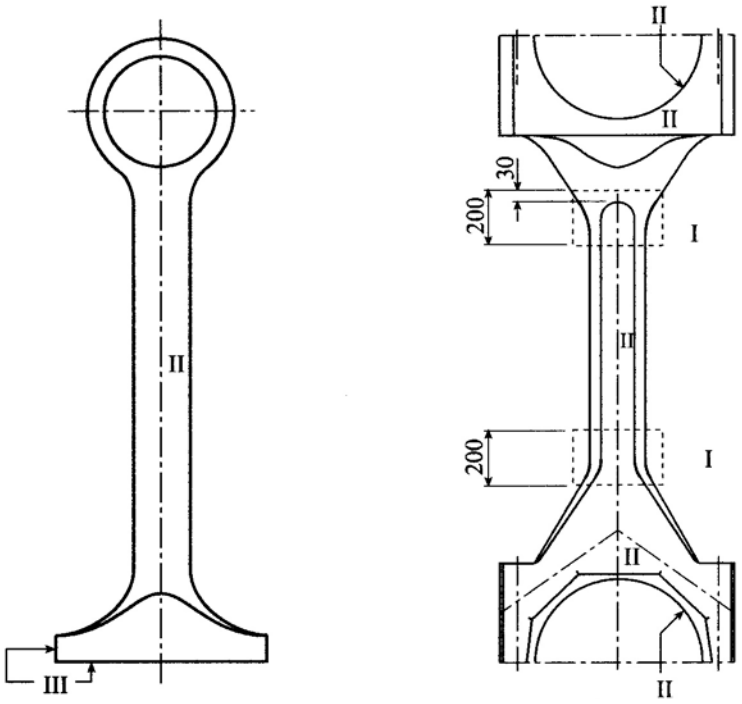
Pinyon şaft

Şekil 5.14 Makina bileşenlerinin manyetik parçacık testi için muayene bölgeleri



Tip 1 **Tip 2**

Piston rotu



Tip 1 **Tip 2**

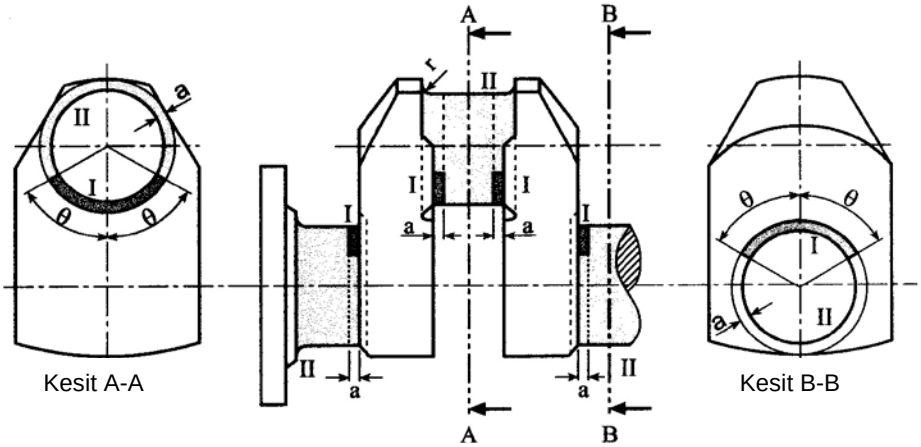
Konektin rot

Not:

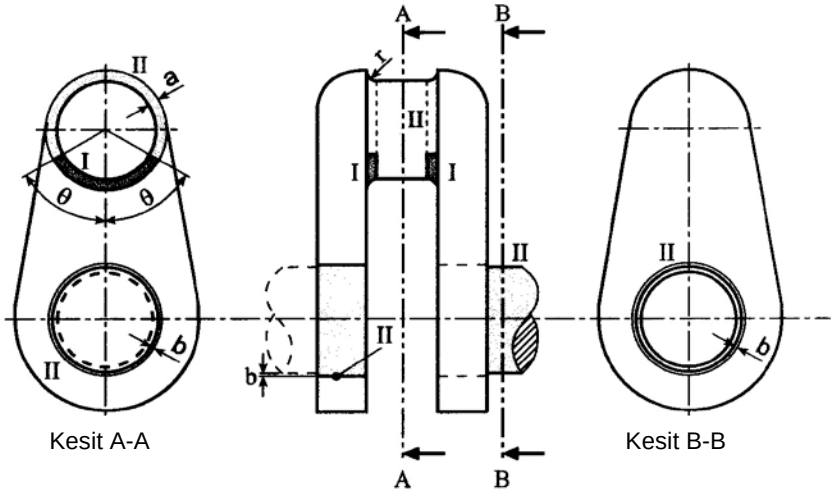
2 · d_B bölgesinde; dişler, yağ delikleri ve bunların köşe yarıçapları bölge I olarak kabul edilecektir.

d_B = Delik çapı

Şekil 5.15 Makina bileşenlerinin manyetik parçacık testi için muayene bölgeleri



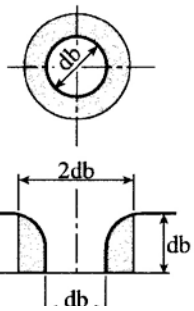
(a) Dolu krankşaft



(b) Çok parçalı krankşaft

Not:

1. *Krankpin veya jurnalin yağlama delikleri civarındaki 2 · d_B alanları bölge I olarak kabul edilecektir (sağdaki skeç).*



db = Yağ deliği çapı

2. *Yukarıdaki şekille ilgili açıklamalars:*
$\theta = 60°$
$a = 1,5 \cdot r$
$b = 0,05 \cdot d$ (sıkı geçmenin çevresel alanı)
r = köşe yarıçağı
d = Pin veya jurnal çapı

3. *Bölgelerin tanımı*

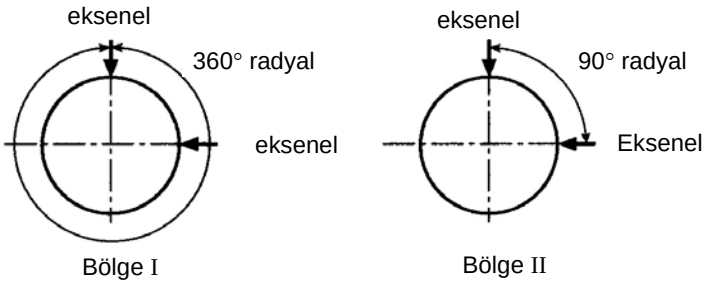
Bölge I

Bölge II

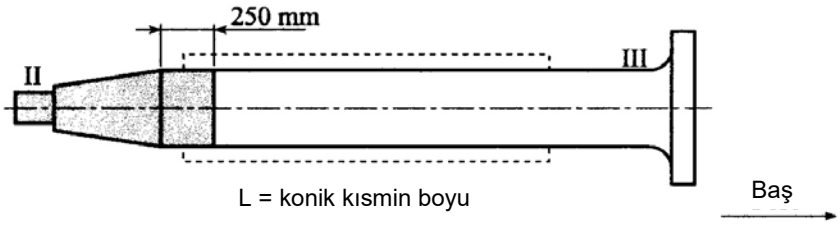
4. *Yukarıda belirtilen sınıflandırmalar dövme krank boşluklarına benzer şekilde uygulanır.*

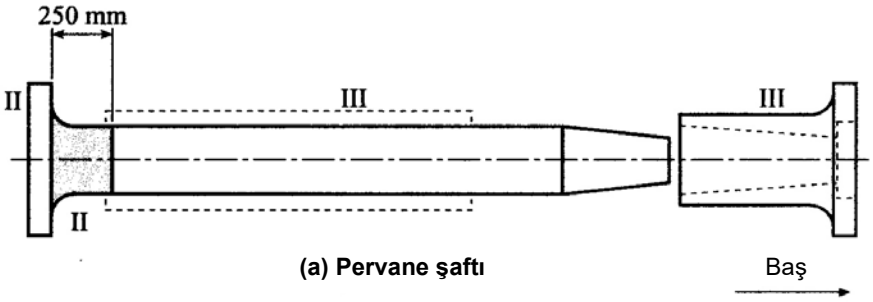
Şekil 5.16 Krankşaftların manyetik parçacık testi için muayene bölgeleri

J. Ultrasonik Testler (UT) için Muayene Bölgeleri Sınıfları

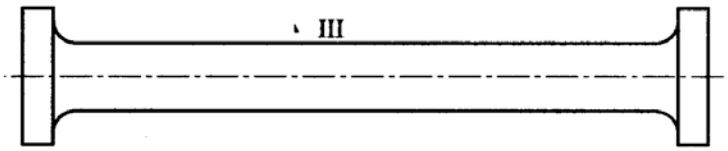


Tarama doğrultuları

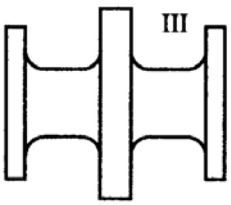




(a) Pervane şaftı



(b) Ara şaft

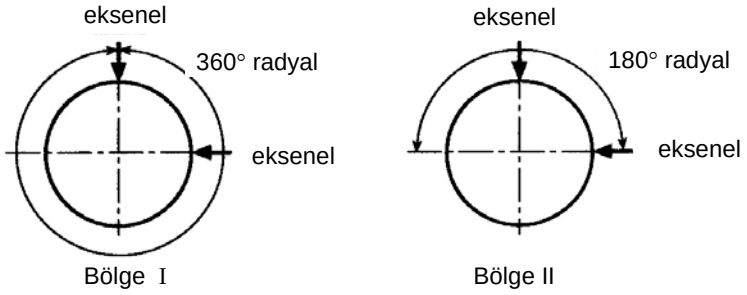


(c) Sırast şaftı

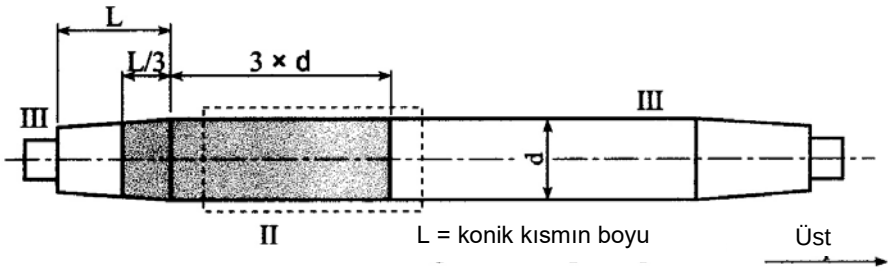
Not :

1. *Konik işleme ve diş açmadan önce, ön işlenmiş durumda UT.*
2. *Baş şaftlar için: Bölge II'ye 360° radyal tarama uygulanır.*
3. *Fleçlerdeki cıvata deliklerinin çevreleri bölge II olarak kabul edilecektir.*

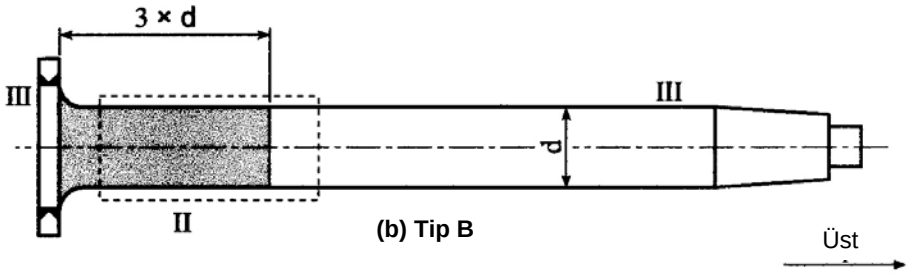
Şekil 5.17 Şaftların ultrasonik testleri için muayene bölgeleri



Tip A ve Tip B için tarama doğrultuları



(a) Tip A

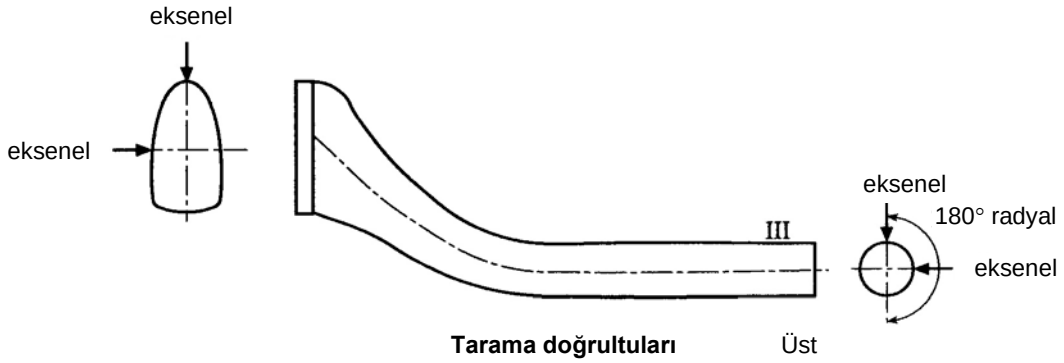


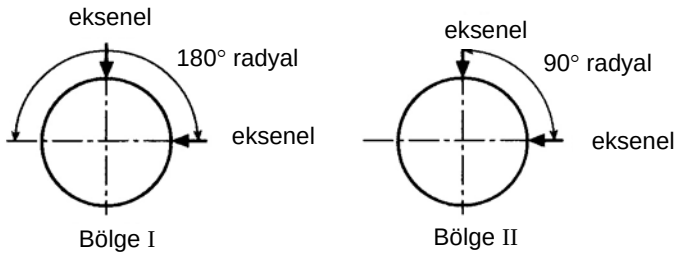
(b) Tip B

Not :

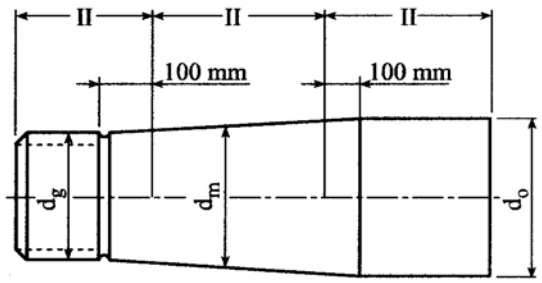
1. *Kaynaklı alanlar, bölge II olarak kabul edilecektirI*
2. *d = şaft çapı*

Şekil 5.18 Dümen rotu ve aksesuarlarının ultrasonik testleri için muayene bölgeleri





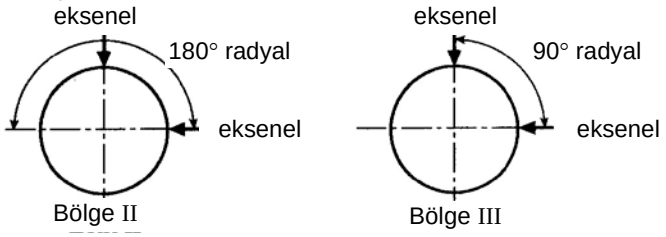
Tarama doğrultuları



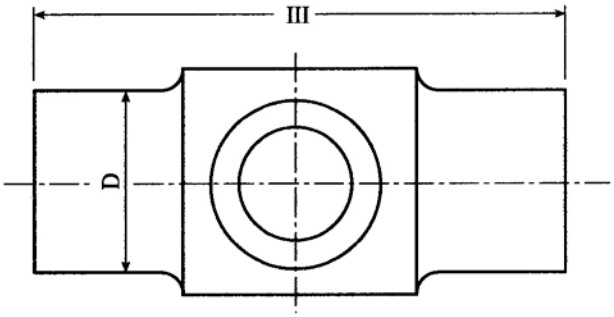
İğnecik

Not :
Konik işleme ve diş açmadan önce, ön işlenmiş durumda test

Şekil 5.19 Dümen rotu ve aksesuarlarının ultrasonik testleri için muayene bölgeleri



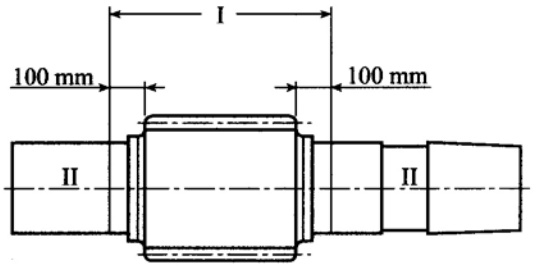
Tarama doğrultuları



Kroshed

Not :

D/3çaplı öz bölgesinde, Tablo 5.15'e göre düşük istekler uygulanır.



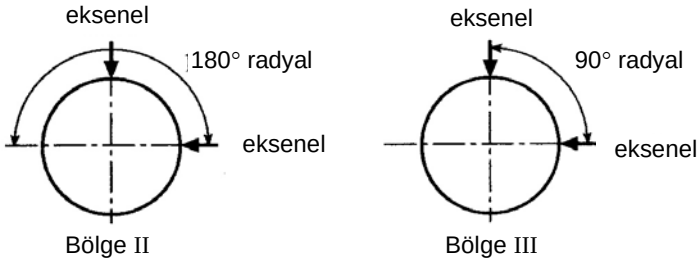
Pinyon şaftları

Not :

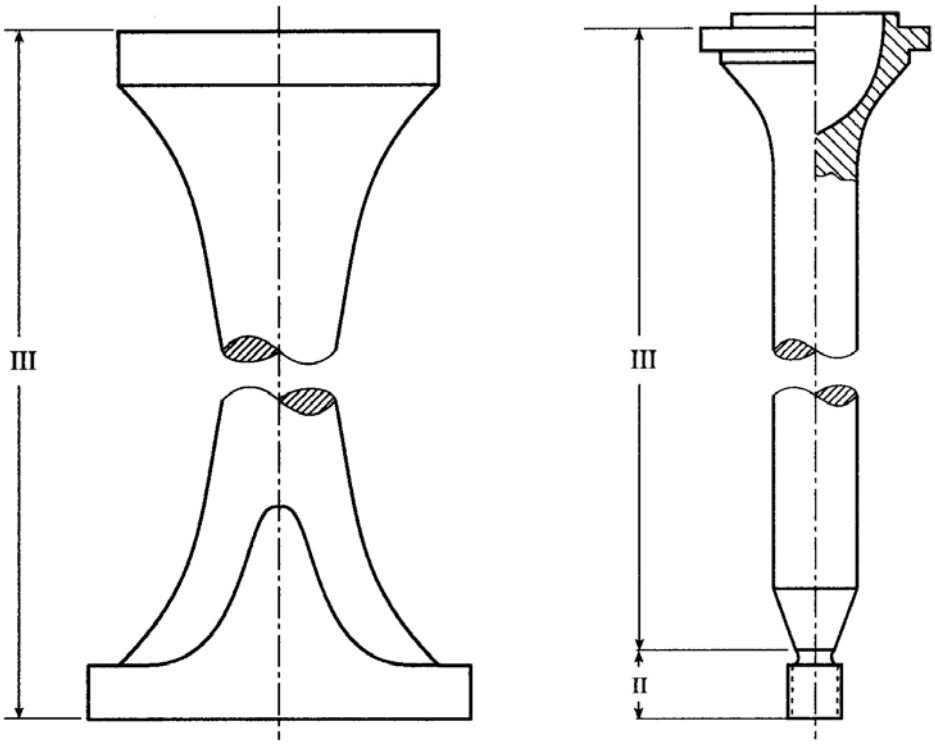
1. *Dişlerin işlenmesinden önce, ön işlenmiş durumda D ≥ 200 mm. olan pinyon şaftlarının UT.*

2. *Bölge I için 360° radyal ve 90° eksenel tarama doğrultusu uygulanır.*

Şekil 5.20 Makina bileşenlerinin ultrasonik testleri için muayene bölgeleri



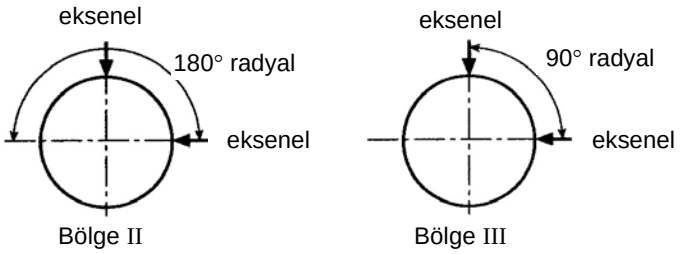
Tarama doğrultuları



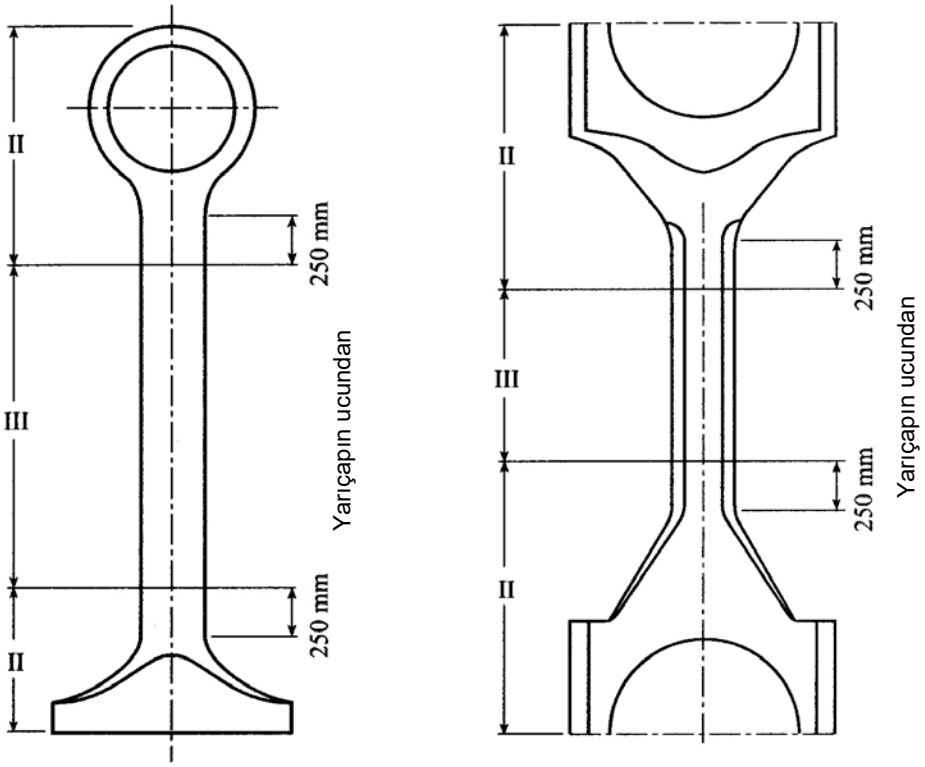
Tip 1 **Tip 2**

Piston rotu

Şekil 5.21 Makina bileşenlerinin ultrasonik testleri için muayene bölgeleri



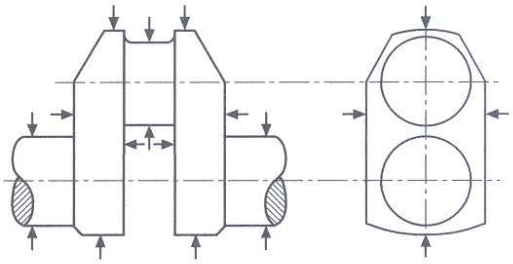
Tarama doğrultuları



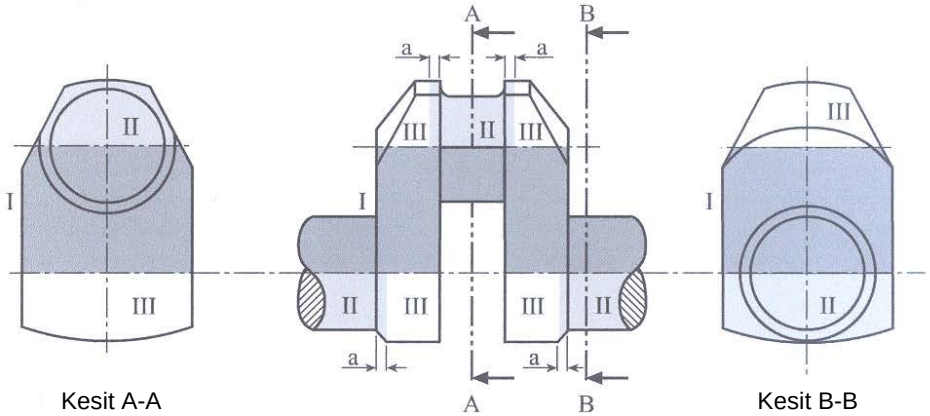
Tip 1 **Tip 2**

Konektin rot

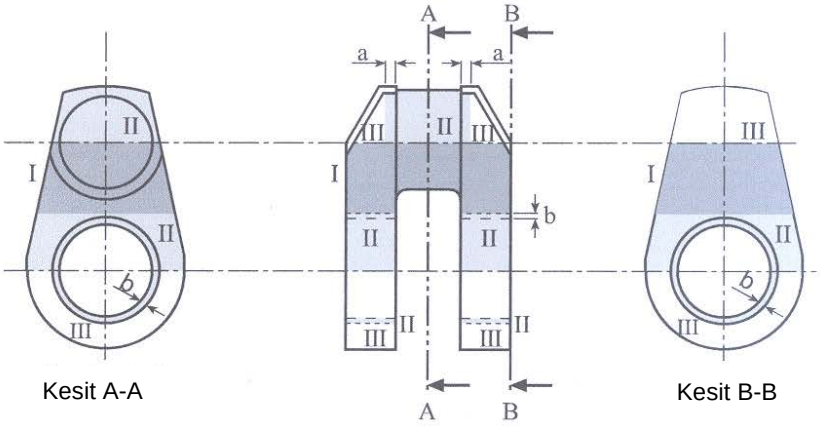
Şekil 5.22 Makina bileşenlerinin ultrasonik testleri için muayene bölgeleri



Tarama doğrultuları



(a) Dolu krankşaft



(b) Çok parçalı krankşaftlar

Not:

1. *Yukarıdaki şekille ilgili açıklamalar.*

a = 0,1 d veya 25 mm. hangisi büyükse

b = 0,05 d veya 25 mm. hangisi büyükse (sıkı geçme konumu)

d = pin veya jurnal çapı

2. *Krankpin ve/veya jurnallerin, vebler arasındaki 0,25 d yarıçapı içindeki öz alanlar, bölge II olarak kabul edilecektir.*

3. *Bölgelerin tanımı.*

: Bölge I : Bölge II : Bölge III

Şekil 5.23 Krankşaftların ultrasonik testi için muayene bölgeleri

BÖLÜM 6

ÇELİK DÖKÜMLER

Sayfa

A. Genel 6-3

1. Kapsam
2. Üretim
3. Dökümlerin kaliteleri
4. Kimyasal bileşim
5. Isıl işlem (düzeltme dahil)
6. Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar
7. Sızdırmazlık
8. Mekanik ve teknolojik özellikler
9. Testler
10. Muayene
11. Tahribatsız testler
12. Kusurlu Dökümlerin Onarımı
13. Dökümlerin belirlenmesi

B. Tekne ve Makina Yapımı için Çelik Dökümler 6-8

1. Kapsam
2. Çelik döküm kaliteleri
3. Teslim Koşulları ve Isıl İşlem
4. Kimyasal bileşim
5. Mekanik ve teknolojik özellikler
6. Testler

C. Krankşaftlar ve Konektin Rotlar için Çelik Dökümler 6-12

1. Kapsam
2. Çelik döküm kaliteleri
3. Malzeme ile İlgili İstekler
4. Üretim Yöntemi ve ve Isıl İşlem Koşulları
5. Testler

D. Kazanlar, Basınçlı Kaplar ve Sistemler için Çelik Dökümler 6-12

1. Kapsam
2. Çelik döküm kaliteleri
3. Isıl İşlem ve Teslim Koşulları
4. Dış ve iç koşullar
5. Malzeme ile İlgili İstekler
6. Testler

E. Düşük Sıcaklıklı Servisler için Çelik Dökümler 6-15

1. Kapsam
2. Çelik döküm kaliteleri
3. Isıl işlem ve teslim koşulları
4. Dış ve iç koşullar
5. Malzeme ile İlgili İstekler
6. Testler

F. Paslanmaz Çelik Dökümler 6-19

1. Kapsam
2. Çelik döküm kaliteleri
3. Çelik döküm kalitelerinin seçimi
4. Teslim koşulları ve ısıl işlem
5. Dış ve iç koşullar
6. Malzeme ile İlgili İstekler
7. Testler

G. Çelik Döküm Bileşenlerin Tahribatsız Testleri 6-21

1. Kapsam
2. Testler
3. Şiddet Derecelerinin Sınıflandırılması
4. Yüzey pürüzlüğü için özel anlaşmalar
5. Gözle muayene (VT)
6. Manyetik parçacık testi (MT)
7. Girici sıvı testi (PT)
8. Ultrasonik Testler (UT)
9. Radyografik Testler (RT)

H. Tahribatsız Testlerin Gerekli Olduğu Çelik Döküm Bileşenlerin Listesi 6-33

I. Tekne Yapısal Elemanları için Test Yönergeleri 6-34

J. Dizel Makinası Parçaları için Test Yönergeleri 6-42

A. Genel

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar; ilgili **TL** Gereklilklerinde ve/veya **TL** kurallarında belirtildiği gibi, gemiler ve açık deniz tesislerinin tekne, makina, ekipman, kazanlar ve boru devreleri uygulamalarında kullanımı amaçlanan C, C-Mn ve alaşımlı çelik dökümlere uygulanır. Bu kurallar ayrıca kaynakla imal edilmesi amaçlanan kaliteler ile kaynaklanması amaçlanmayan kaliteleri de içerir.

1.2 Kuralların ilgili bölümlerinin gerektirdiği durumlarda, çelik dökümler B ila F'deki uygun özel gerekliliklere uygun olacaktır. Özel gereklilikler genel gerekliliklerden farklıysa, özel gereklilikler geçerli olacaktır.

2. Üretim

2.1 Çelik döküm parçalar, **TL** tarafından onaylı bir üreticide üretilecektir.

2.2 Döküm parçaların üretiminde kullanılan çelikler **TL** tarafından onaylı bir prosese göre üretilecektir.

2.3 Fazlalıkların giderilmesi için uygulanacak tüm alevli kesme, yontma veya arkla oyma işlemleri, bilinen yöntemler kullanılarak son ısıl işlemden önce yapılacaktır.

Dökümün bileşiminin ve/veya yapısının gerektirdiği hallerde ön ısıtma uygulanacaktır. Gerekirse, etkilenen alanlar işlenecek veya taşlanacaktır.

2.4 Yüzey sertleştirme işlemine tabi tutulan çelik dökümler dahil, belirli bileşenler için önerilen üretim yönteminin **TL** tarafından özel olarak onayı gerekebilir.

2.5 İki veya daha fazla döküm parçanın kompozit bir bileşen oluşturacak şekilde kaynakla birleştirildiği hallerde: Tekne yapısı ve deniz yapılarında kullanılan çeliklerin kaynak prosedür yeterlilik testleri ile ilgili gereklilikler IACS UR W28'de beirtilmiştir**.** Tekne yapımında kullanılan çelik döküm kaynakçıları, IACS UR W32'ye göre vasıflandırılacaktır. Diğer WPS gereklilikleri ve bunların vasıflandırılması, kaynakçı sertifikasyonu ve kaynak sarf malzemelerinin tip onayı TL'nun değerlendirmesine tabidir.

2.6 Kaldırma, taşıma, iskele kurma, vb. ile ilgili geçici kaynaklar, onaylanmış kaynak prosedürlerine göre ve kalifiye kaynakçılar tarafından yapılacak ve sökülecek, taşlanacak ve uygun NDT yöntemleri kullanılarak muayene edilecektir.

3. Dökümlerin kaliteleri

3.1 Tüm çelik dökümler, servisteki kullanımlarına zarar verebilecek yüzeysel ve iç kusurlardan arınmış olacaktır. Yüzey işlemleri, bilinen yöntemlere ve onaylı planlardaki özel isteklere göre yapılacaktır.

4. Kimyasal bileşim

4.1 Tüm dökümler sakinleştirilmiş çelikten yapılacak ve kimyasal bileşim, üretilen döküm parçan için belirlenen çelik tipine ve mekanik özelliklere uygun olacaktır.

4.2 Her eriyiğin kimyasal bileşimi, üretici tarafından, tercihen eriyiğin dökülmesi sırasında alınan örnekte belirlenecektir. Çoklu eriyiklerin ortak bir potaya yüklenmesi halinde, pota analizi gereklidir.

5. Isıl işlem (düzeltme dahil)

5.1 Çelik dökümler aşağıda belirtilenlerden teslim koşullarından birine tabi tutulmuş olarak temin edilecektir:

(a) Karbon ve karbon-manganez çelikleri:

Tamamen tavlanmış
Normalize edilmiş
Normalize edilmiş ve temperlenmiş
Su verilmiş ve temperlenmiş

(b) Alaşımlı çelikler:

Normalize edilmiş
Normalize edilmiş ve temperlenmiş
Su verilmiş ve temperlenmiş

Tüm çelik tipleri için temperleme sıcaklığı 550 º C'dan az olmayacaktır.

Teslim koşulu, dizayn ve uygulama gerekliliklerini karşılayacaktır. Gerekli mekanik özellikleri elde etmek

için uygun ısıl işlem yöntemini seçmek üreticinin sorumluluğundadır.

5.2 Boyutsal kararlılığın ve iç gerilmelerden arınmışlığın önemli olduğu, krankşaftlar ve makina bedpleytleri gibi bileşenlere ait dökümlerde, gerilme giderici ısıl işlem uygulaması yapılacaktır. Isıl işlem en az 550 ºC'da yapılacak ve daha sonra fırında 300 ºC veya daha düşük bir sıcaklığa kadar soğutulacaktır.

5.3 Isıl işlem, düzenli tarzda bakımı yapılan, sıcaklığın kontrolü ve kaydedilmesi için gerekli şekilde donatılan fırınlarda yapılacaktır. Fırın boyutları, dövme parçanın tümünde sıcaklığın, gerekli ısıl işlem sıcaklığına düzgün olarak çıkartabilecek özellikte olacaktır. Çok büyük dövme parçalarda alternatif ısıl işlem yöntemleri **TL** tarafından özel olarak değerlendirilecektir.

Fırının sıcaklık düzgünlüğünün düzenli olarak doğrulandığı durumlar hariç, sıcaklığın yeterince düzgün olduğunun ölçülmesi ve kaydedilmesi için, fırına yeterli termokupullar bağlanacaktır.

5.4 Eğer bir döküm parça lokal olarak yeniden ısıl işleme tabi tutulursa veya son ısıl işlemden sonra düzeltme işlemine tabi tutulursa, daha sonra, zararlı artık gerilmelerin kalması olasılığını ortadan kaldırmak üzere, gerilme giderici ısıl işlem gerekebilir. Üretici, nihai ısıl işlem ve bunun sonucunda dökümün mikro yapısı ve mekanik özellikleri üzerinde herhangibir olumsuz etkiden kaçınmak için bu sıcaklığı sıkı bir şekilde kontrol etmelidir.

5.5 Dökümhane, kullanılan fırını, fırın dolgusunu, tarihi, sıcaklığı ve sıcaklık süresini belirten kayıtları tutacaktır. Talep halinde kayıtlar sörveyöre verilecektir.

6. Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar

Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar için sipariş resimlerinde veya uygulandığı durumlarda ilgili standartlarda verilen değerler geçerlidir. Bu konudaki ayrıntılar sörveyöre bildirilecektir.

7. Sızdırmazlık

Çalışma akışkanı tarafından iç basınçla zorlanan tüm veya özellikle sızdırmazlığı gerekli olan tüm döküm parçalar, işlendikten sonra, belirlenen test basıncında sızdırmaz olacaktır.

8. Mekanik ve teknolojik özellikler

8.1 Çekme testi

Bu kurallardaki veya uygulandığı durumlarda ilgili standart ve spesifikasyonlardaki tablolarda belirtilen istekler, çekme testi sonucunda sağlanacaktır.

8.2 Çentik darbe enerisi

Çeşitli çelik kaliteleri için belirlenen çentik darbe enerjisi değerleri 3 test numunesinin ortalama değeri ile sağlanacaktır. Bu üç test sonucundan biri, ortalama değerin altında olabilir, ancak ortalama değerin %70'inden daha az olamaz.

8.3 Diğer özellikler

Belirli çelik kaliteleri için, örneğin; kristallerarası korozyona direnç veya yüksek sıcaklıklarda %0,2 uzama sınırı gibi özel karakteristiklerin istenildiği durumlarda, bu karakteristikler uygun testler ile belirlenecektir

9. Testler

9.1 Kimyasal bileşimin belirlenmesi

Üretici her eriyiğin veya gerekiyorsa, her potanın kimyasal bileşimini belirleyecek ve ilgili sertifikayı sörveyöre verecektir. Bileşimde herhangi bir tereddüt oluştuğunda, ürün analizi yapılacaktır.

9.2 Mekanik özelliklerin testi ve test numunelerinin seçimi

9.2.1 Mekanik testler

Her döküm veya döküm demeti için, istenilen testler ve olası tekrar testleri için yetecek, test malzemesi alınmalıdır.

9.2.1.1 Her döküm veya döküm demeti için en az bir test bloğu alınmalıdır. Aksine anlaşmaya varılmamışsa, bu test blokları döküme eklenecek, döküm üzerine bütün olarak dökülmeli veya ayrı dökülmelidir.

9.2.1.2 Tercih edilen test bloğu düzenlemesi, uygulanabilir olduğunda, üreticinin dökümlere takılarak veya dökümler üzerine entegre olarak dökülerek en az bir adet 30 mm'lik test bloğu sağlamasıdır.

Not: Test sonuçları, dökümlerin döküldüğü malzemeyi ve sonraki ısıl işlem sürecini temsil eder ve dökümlerin özelliklerini temsil etmeyebilir. Bu özellikler, katılaşma koşulları ve ısıl işlem sırasındaki soğuma oranından etkilenebilir; bunlar da döküm kalınlığı, boyutu, karmaşıklığı ve şeklinden etkilenir. Test bloğunun amacı, mevcut ısıl işlem süreçlerinin ve prosedürlerinin etkili kontrolünü göstermek için nitel bir kontrol sağlamaktır.

9.2.1.3 Belirli kesit kalınlıkları için mekanik özelliklerin gösterilmesinin gerektiği ve üretici ile alıcı arasında mutabakata varıldığı dökümlerde, alternatif test bloğu düzenlemelerine ilişkin öneriler (boyut ve tip açısından) **TL**'nin onayına sunulacaktır..

Not: Mekanik test için test bloklarının boyutu, dökümün ısıl işlemini ve mikro yapısını temsil ettiğine dair dökümün karar bölümüne göre belirlenebilir. Ayrıca ISO 4885:2018; ISO 683-1:2016 ve ISO 683-2:2016'ya da bakınız.

Alternatif olarak, test bloğu boyutu ve tipinin belirlenmesi, tarihsel ve istatistiksel test verileri, temsili bir test bloğu veya bir bileşenin üretimi, simülasyon yazılımı veya tüm bu öğelerin bir kombinasyonu ile desteklenebilir.

9.2.1.4 Testler eriyikler esas alınarak yapılacaktır. Her eriyikten alınan aynı ısıl işlem görmüş döküm parçaları 4500 kg'a kadar test demetleri halinde birleştirilecektir. Kalan kısımlardan 1250 kg. kadar olanı bundan sonraki test demetine yerleştirilir. Tekil ağırlığı 1000 kg'dan fazla olan parçalar ayrı olarak test edilir.

9.2.1.5 Dökümün karmaşık bir dizayna sahip olduğu veya tamamlanmış ağırlığı 10 ton'u aştığı durumlarda, birbirinden mümkün olduğu kadar uzağa yerleştirilmiş test blokları üzerinde iki test parçası alınır.

9.2.1.6 Dökülmeden önce bir potada karıştırılmamış iki veya daha çok dökümden geniş dökümler yapılacaksa, yer alan döküm sayısına bağlı olarak, iki veya daha çok test bloğu alınacaktır. Bunlar döküme bağlanmalı veya birlikte döküldüğü döküm parçasından mümkün olduğu kadar uzakta olacaktır.

9.2.1.7 Dökümlerin, 2.4'e uygun olarak **TL**'nun özel onayına bağlı yöntemlerle yapıldığı durumlarda, test bloklarının sayısı ve yeri konusunda, imal yöntemini de göz önüne alacak tarzda özel anlaşmaya varılacaktır.

9.2.1.8 Yaklaşık olarak aynı boyutlara sahip, her biri 1000 kg. ın altında, küçük döküm parçalarda aynı eriyikten imal edilmeleri ve aynı fırın yüklemesinde ısıl işlem uygulanmaları halinde, test parçaları 9.2.1.1'de belirtilen isteklere rağmen, uygun boyutlu ayrı olarak dökülen blokların kullanıldığı test demeti yöntemi kullanılabilir. Her döküm demeti için en az bir test bloğu alınmalıdır.

9.2.1.9 Test blokları, belirtilen ısıl işlem tamamlanana ve bu durum kolaylıkla ayırt edilene kadar dökümden ayrılmamalıdır.

9.2.1.10 Her test bloğundan br çekme test numunesi ve bir darbe testi seti alınacaktır.

9.2.1.11 Test numunelerinin hazırlığı ve mekanik testler için kullanılan yöntemler IACS UR W2'nin ilgili isteklerine uygun olmalıdır. Aksine anlaşmaya varılmadıkça testler sörveyör gözetiminde yapılacaktır.

9.2.2 Mekanik özellikler

9.2.2.1 Mekanik özellikler, belirtilen minimum çekme mukavemeti için B'den F'ye kadar olan Tablo isteklerine (ayrıca madde 9.2.1.2 ve 9.2.1.3'e bakınız) veya, uygulanabilir ise onaylanmış özelliklerin gereklerine uygun olmalıdır.

9.2.2.2 Çekme testleri için yenileme testleri istekleri IACS UR W2'ye uygun olmalıdır.

9.2.2.3 9.2.2.2'te ayrıntıları verilen ek testler, tercihen aynı fakat alternatif olarak diğer test parçasından (dökümü ya da döküm demetini temsil eden) yapılacaktır.

9.2.2.4 Bir döküm veya döküm demeti test gereklerini karşılayamazsa, üreticinin isteğine göre yeniden ısıl işlem yapılarak tekrar kabul testine sunulabilir.

9.3 Test numunelerinin olumsuz sonuç vermesi durumunda testlerin yenilenmesi

Eğer çekme veya çentik darbe testlerinin sonucunda gerekli değerler elde edilemezse veya bir çentik darbe testi, gerekli ortalama değerin % 70'inden daha düşük bir sonuç verirse, dökme parça veya birim test miktarı reddedilmeden önce, Bölüm 2'de belirtilen testlerin yenilenmesi ile ilgili prosedür uygulanabilir. Aynı test parçasından, orijinal test numunesi olarak veya diğer test parçalarından ya da ilgili test demetini temsil eden test parçalarından ilave test numuneleri alınacaktır.

10. Muayene

10.1 Tüm döküm parçalar, muayene için temizlenecek ve hazırlanacaktır, uygun yöntemler olarak, dekapaj, kostik temizleme, fıçalama, lokal taşlama, metal parçaları veya kumla raspalama sayılabilir. Yüzeyler çekiçlenmemeli, ezilmemeli veya kusur oluşturucak herhangibir işleme tabi tutulmamalıdır.

10.2 Tüm döküm parçalar kabulden önce, görsel muayene için sörveyöre sunulacaktır. Uygun olan durumlarda, muayeneler iç yüzeyleri de kapsayacaktır. Aksine anlaşmaya varılmadıkça, boyutların doğrulanması üreticinin sorumluluğundadır.

10.3 Kaynaklı bileşenler ile ilgili kurallarda veya onaylı prosedürlerde gerek görülen hallerde, kabulden önce, üretici tarafından uygun tahribatsız test de yapılacak ve sonuçlar raporlanacaktır. Testlerin ve kabul kriterlerinin kapsamı hakkında **TL** ile anlaşmaya varılacaktır. IACS Rec. 69 minimum gereklilikleri belirten kabul edilebilir standart örneği olarak addedilebilir.

10.4 İlgili kurallarda gerekli görülen hallerde, dökümler kabulden önce basınç testine tabi tutulacaktır. Bu testler sörveyörün gözetiminde ve uygun bulacağı şekilde yapılacaktır.

10.5 Daha sonraki işleme veya testler sırasında kusurlu bulunan dövme parçalar, daha önceki sertifikasyonlarına bakılmaksızın reddedilecektir.

11. Tahribatsız testler

11.1 Tahribatsız testlerin yapılması gerektiği durumlarda, bu testler üretici ve/veya işin yapıldığı birimler tarafından yapılacaktır.

11.2 Tahribatsız testler; G÷J'de verilen spesifikasyonlara göre yapılacaktır.

12. Kusurlu Dökümlerin Onarımı

12.1 Genel

12.1.1 Dökümlerin onarılacağı durumlarda üretici, tüm onarım işlemlerinin boyutlar, ısıl işlem, muayene ve kalite kontrol açısından kontrollerini gerçekleştirecektir.

12.1.2 Kusurların kaynakla veya kaynaksız olarak giderildiği çelik dökümlerde **TL** onayı alınacaktır.

12.1.3 Kusurlar ve kabul edilemez bulgular aşağıda belirtildiği şekilde onarılmalıdır:

Malzemenin kusurlu kısımları, taşlama veya oyma ve taşlama ya da arklı oluk açma ve taşlama ile giderilebilir. Isıl metal giderme yöntemlerine sadece son ısıl işlem öncesi izin verilir. Oluşan oyuklukların köşe yarıçapları, oyukluk derinliğinin yaklaşıl 3 katı olacak ve keskin köşelerden kaçınmak üzere bitişik yüzeylere yumuşak geçiş sağlanacaktır.

12.1.4 Çelik dökümlerin onarımdan sonraki NDT için 10.3'e bakınz.

12.1.5 Kusurlu alanın kaynakla onarılacağı hallerde, kaynağın nüfuziyeti bakımından oyuğun uygun şekilde açılması gereklidir. Açılan oyuk daha sonra taşlanacak ve kusurlu malzemenin tamamen giderilmiş olduğu, MT veya PT ile doğrulanacaktır.

12.1.6 Dökümün mukavemetinde kayda değer bir azalmaya neden olmaması veya kullanım amacına etki etmemesi ve kusur giderme derinliğinin 15 mm'yi veya et kalınlığının % 10'unu geçmemesi (hangisi daha azsa) koşuluyla kusurların giderilmesinden kaynaklanan küçük oyukluklar veya çökmeler kabul edilebilir. Oluşan oyukluk veya çökmeler daha sonra taşlanacak ve kusurlu malzemenin tamamen giderilmiş olduğu, MT veya PT ile doğrulanacaktır. Kaynakla doldurulan küçük yüzey düzgünsüzlükleri, kaynakla onarım olarak kabul edilecektir, 12.2'ye bakınız.

12.2 Kaynakla onarım

12.1'de verilenn gerekliliklere ek olarak, kaynakla onarımlar için aşağıda belirtilenler uygulanır:

12.2.1 C ve C-Mn çelk dökümler için kaynakla onarımlar büyük onarımlar veya küçük onarımlar olarak sınıflandırılacaktır. Alaşımlı çelik dökümlerin onarımı için **TL** onayı gereklidir.

a. Büyük onarımlar aşağıdaki durumlarda gerçekleşir:

- derinlik, et kalınlığının %25'inden veya 25 mm'den (hangisi küçükse) büyükse
- iki kaynak arasındaki mesafenin ortalama genişliklerinden daha az olduğu durumlarda,

bunların tek kaynak olarak kabul edilmesi dikkate alınarak, bir dökümdeki toplam kaynak alanı, döküm yüzeyinin 0,125 m^2'sini aşıyorsa.

b. Küçük kaynak onarımları: Büyük onarım olarak sınıflandırılmayan kaynak onarımları küçük onarımlar olarak kabul edilir ve nitelendirilmiş bir kaynak prosedürüne uygun olarak gerçekleştirilir

12.2.2 Büyük onarımlar için aşağıdakiler gereklidir:

a. Teslim öncesi son ısıl işlemden önce yapılacaktır.

b. Aşağıdaki 12.2.4'deki gerekliliklere uygun olacaktır.

c. Kaynağa başlamadan önce, onarımın kapsamı ve yeri ile ilgili tüm ayrıntılar, önerilen kaynak yöntemi, ısıl işlem ve daha sonraki muayene yöntemleri onay için verilecektir.

12.2.3 Küçük onarımlar için aşağıdakiler gereklidir:

a. Teslim öncesi son ısıl işlemden önce yapılacaktır.

b. Aşağıdaki 12.2.4'deki gerekliliklere uygun olacaktır (kayıtlarla ilgili olarak 12.2.4 f) ve g)'ye bakınız).

c. Alaşımlı çelikler hariç, d.'de belirtilelerin dışında, **TL** tarafından ön onay alınması gerekmez.

d. **TL**, kritik alanlardaki küçük onarımların büyük onarımlar olarak değerlendirilmesini talep edebilir.

12.2.4 Aşağıdaki gereklilikler tüm kaynakla onarımlar için geçerlidir (büyük veya küçük):

a. Tüm alaşımlı çelik dökümler ve tüm krankşaft dökümleri kaynaktan önce uygun şekilde ön ısıtmaya tabi tutulacaktır. Kimyasal bileşimlerine ve kaynakla onarımın boyutlarına ve konumuna bağlı olarak, karbon ve karbon-mangenez çelik dökümlerinin de ön ısıtmaya tabi tutulması gerekebilir.

b. Kaynak prosedürleri nitelendirilecek ve dökümün teslim durumuna uygun olacaktır. Kaynak prosedürlerinin nitelendirmesi, **TL** kurallarına veya **TL** ile anlaşmaya bağlı olarak tanınmış bir standarda uygun olacaktır (örneğin, UR W28 veya ISO 11970:2016).

c. Kaynaklar, gözetmenler nezaretindeki vasıflı kaynakçılar tarafından, hava akımı ve olumsuz hava koşullarından etkilenmeyen kapalı yerlerde yapılacaktır. Mümkünse, tüm kaynaklar yatay (düz) konumda yapılacaktır.

d. Kullanılan kaynak sarf malzemeleri, uygun bileşimde, mekanik özellikleri ana döküm malzemesine benzer ve hiçbir surette ondan düşük olmayan nitelikte bir kaynak metali sağlayacaktır. 5.1'de belirtilen ısıl işlemden sonra yeterli mekanik özelliklerin sağlanabildiğini kanıtlamak üzere, üretici tarafından kaynak yöntem testleri yapılacaktır.

e. Kaynak tamamlandıktan sonra, dökümler madde 5.1'de belirtilen isteklere göre uygun bir ısıl işleme tabi tutulacak veya C ve C-Mn çelik dökümleri için en az 550 ºC sıcaklıkta gerilme giderici ısıl işlem uygulaması yapılacaktır. Alaşımlı çelik dökümler için ısıl işlem ile ilgili olarak **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

Uygulanan ısıl işlemin tipi dökümün kimyasal bileşimine ve onarımın boyutlarına, konumuna ve tipine bağlı olacak ve dökümün özelliklerini etkilemeyecektir.

TL ile önceden anlaşmaya varılmak suretiyle, kaynak sonrası ısıl işlemden vazgeçilmesi veya onarılan alanın küçük olması ve dökümün işlemesinin ileri bir aşamada olması halinde, lokal gerilme giderici ısıl işlem uygulamasının kabulü özel olarak değerlendirilebilir.

f. Isıl işlemin tamamlanmasını takiben, onarım kaynağı ve bitişik malzeme düzgün şekilde taşlanacak ve manyetik parçacık veya girici sıvı testleri ile meayene edilecektir. Orijinal kusurun boyutlarına ve tipine bağlı olarak, ilave ultrasonik ya da radyografik muayene gerekebilir. Kullanılan tahribatsız testlerin tümünden olumlu sonuçlar alınmalıdır.

g. Üretici, her dökümde yapılan onarımların kapsamını ve yerini ve onarımlar için uygulanan kaynak prosedürlerinin ve ısıl işlemlerin ayrıntılarını gösterem tüm kayıtları tutacaktır. Bu kayıtlar, sörveyörün incelemesine açık olacak ve talep halinde kopyaları sağlanacaktır.

12.3 Kaynak için tavsiye: C$\geqslant$ 0,23 veya Ceq $\geqslant$ 0,45 olan çelikler için, WPS'in esas alındığı WPQT, aşağıdaki gibi bir Ceq'a sahip bir ana malzeme üzerinde

nitelendirilmelidir: ana malzemenin Ceq değeri, kaynak yapılacak malzemenin 0,02'sinden daha altına düşmemelidir (Örnek: fiili Ceq =0,50 olan bie malzeme için WPQT, Ceq ⩾ 0,48 olan bir malzemede nitelendirilebilir).

13. Dökümlerin belirlenmesi

13.1 Üretici, tüm tamamlanmış döküm parçaların orijinal döküme kadar izlenebilmesini sağlayacak bir belirleme sistemi kuracak ve gerektiğinde döküm parçaların izlenmesi için sörveyöre tüm olanakları sağlayacaktır.

13.2 Kabulden önce, olumlu sonuç vererek test edilmiş ve muayene edilmiş döküm parçalar, üretici tarafından aşağıda belirtilen şekilde markalanacaktır:

- Çelik kalitesi,
- Üreticinin adı veya ticari işareti,
- **TL** damgası,
- Belirleyici numara, döküm numarası veya döküm parçanın geriye doğru izlenmesini sağlayacak diğer işaretler,
- Test tarihi ve test basıncı (uygulanmış ise).

13.3 Çok sayıda küçük döküm parçaların üretiminde, farklı belirleyici düzenlemeler **TL** tarafından özel olarak kabul edilebilir.

14. Sertifikalandırma

Üretici, kabul edilmiş olan her döküm parça veya her döküm demeti için, aşağıdaki özellikleri içeren muayene sertifikası düzenleyecektir:

- Müşteri adı ve sipariş numarası,
- Dökümün tanımı ve çelik kalitesi,
- Belirleyici numara,
- Çelik üretim prosesi, döküm numarası ve pota örneğinin kimyasal analizi,
- Mekanik testlerin sonuçları,
- Yapılmışsa, tahribatsız testlerin sonuçları,
- Sıcaklık ve süre dahil, ısıl işlemin ayrıntıları.,
- Uygulanabildiği hallerde, test basıncı.

B. Tekne ve Makina Yapımı için Çelik Dökümler

1. Kapsam

Bu kurallar; ilgili **TL** Gereklilklerinde ve/veya **TL** kurallarında belirtildiği gibi, gemiler ve açık deniz tesislerinin tekne ve makina uygulamalarında (örneğin; dizel makina bileşenleri – krankşaftlar hariç -, dişliler, kaplinler ve ayrıca baş ve kıç bodoslamalar, sterntüpler, şaft kollarıı dümen yatakları ve demirler) kullanımı amaçlanan C, C-Mn ve alaşımlı çelik dökümlere uygulanır.

1.1 Özellikle dökümlerin düşük veya yüksek sıcaklıklı servislerde kullanımının öngörüldüğü hallerde, ilave istekler gerekebilir, örneğin buz klaslı gemiler veya kazanlar için.

İlgili çalışma sıcaklığına ve ortam koşullarına bağlı olarak açık deniz tesislerinde kullanılan dökümler için ek gereklilikler gerekecektir.

1.2 Benzer şekilde, buradaki kurallara eşdeğer olmaları veya **TL** tarafından özel olarak onaylanmaları veya gerekli bulunmaları koşuluyla, ulusal veya özel spesifikasyonlara uygun olan C ve C-Mn çelik dökümler ve alaşımlı çelik dökümler de kabul edilebilir.

2. Çelik döküm kaliteleri

Madde 4'deki isteklerin yerine getirilmesi koşulu ile aşağıdaki çelik döküm kaliteleri kullanılabilir:

2.1 EN 10293'e uygun genel amaçlı çelik dökümler.

2.2 EN 10293'e uygun, kaynak edilebilirlik ve tokluğu arttırılmış genel amaçlı çelik dökümler.

2.3 EN 10293'e uygun su verilmiş ve temperlenmiş çelik dökümler.

2.4 Diğer standartlar ve malzeme spesifikasyonlarına göre çentik darbe enerjisi değerleri minimum olan madde 2.1 ÷ 2.3'de belirtilen kalitelere eşdeğer ve uygunluğu **TL** tarafından onaylanmış diğer

çelik kaliteleri. Bu maksatla ürün için bir ilk uygunluk testi istenebilir.

3. Teslim Koşulları ve Isıl İşlem

3.1 Tüm çelik dökümler uygun şekilde ısıl işlem yapılmalıdır. Aşağıda belirtilen ısıl işlemler uygulanır:

- Normalizasyon,
- Normalizasyon ve temperleme,
- Su verme ve temperleme.

3.2 Geometrik ve boyutsal dengesi veya artık gerilme varlığı bakımından özel istekler gereken döküm parçalara (dizel motor bedpleytleri, baş ve kıç bodosloma parçaları) ek olarak gerilme giderici ısıl işlem uygulanmalıdır. Karbon ve karbon-manganez çeliklerde, ısıl işlem sıcaklığı en az 550°C olacak ve daha sonra, 300°C'ın altına kadar fırında soğutulacaktır. Su verilmiş ve temperlenmiş çelik dökümler için ısıl işlem sıcaklığı özel olarak belirlenecektir. Temperlemenin ardından 15°C/h'a kadar olan oranda soğutulan, su verilmiş ve temperlenmiş çelik dökümlerde, gerilme giderici ısıl işlem yapılmayabilir.

4. Kimyasal bileşim

4.1 Kimyasal bileşimi, Tablo 6.1 ve Tablo 6.2'de verilen genel sınırlara veya uygulanabilen hallerde onaylı spesifikasyonlardaki isteklere uygun olacaktır.

4.2 Üreticinin kararına bağlı olarak veya **TL** ile anlaşma sağlayarak alüminyum gibi tane inceltici elementler kullanılabilir.

4.3 Madde 2.2 ve 2.3'deki çelik döküm kalitelerinde, standartlarda kimyasal bileşim için belirtilen sınır değerler uygulanır.

4.4 Madde 2.4'deki alaşımlı çelik dökümlerde, tanınmış standartlarda veya spesifikasyonlarda kimyasal bileşim için belirtilen sınır değerler uygulanır.

4.5 Kaynak edilebilirliğin özel isteklere bağlı olduğu durumlarda, aşağıdaki formülle belirlenen karbon eşdeğeri uygulaması kabul edilebilir:

$$C_{es} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad [\%]$$

Tablo 6.1 Tekne ve makina çelik dökümlerinin kimyasal bileşim sınırları [%]: C, C-Mn çelikleri

Çelik tipi	Uygulama	C (maks.)	Si (maks.)	Mn	S (maks.)	P (maks.)	Kalan elementler (maks.)				Toplam kalanlar (maks.)
							Cu	Cr	Ni	Mo	
C, C-Mn	Kaynaksız yapılar için dökümler	0,40(1)	0,60	0,50-1,60	0,035	0,035	0,30	0,30	0,40	0,15	0,80
	Kaynaklı yapılar için dökümler	0,23	0,60	0,50-1,60	0,035	0,035	0,30	0,30	0,40	0,15	0,80
(1) *Makina uygulamaları için kaynaklı yapılarda C ≤ 0.23 or Ceq ≤ 0.49*											

Tablo 6.2 Tekne ve makina çelik dökümlerinin kimyasal bileşim sınırları [%]: Alaşımlı çelikler

Çelik tipi	Uygulama	C (maks.)	Si (maks.)	Mn	S (maks.)	P (maks.)	Alaşım elementleri (1) (min.)			
							Cu	Cr	Ni	Mo
C, C-Mn	Kaynaksız yapılar için dökümler	0,45	0,60	0,50-1,60	0,030	0,035	0,30	0,40	0,40	0,15
	Kaynaklı yapılar için dökümler	Alaşım elementleri değerleri hakkında **TL** ile anlaşmaya varılacaktır								
(1) *Elementlerden en az biri minimum değere uygun olacaktır.*										

5. Mekanik ve teknolojik özellikler

5.1 Tablo 6.3 ve Tablo 6.4'de değişik çelik tipleri ve mukavemet değerlerine bağlı olarak akma sınırı, kopma uzaması ve kesit daralması ve darbe testi enerjisi değerleri için minimum istekler verilmektedir. Verilen değerlerin arasında bir minimum çekme mukavemeti değerinde bir çelik kullanılması önerilirse, diğer özellikler için minimum değerleri enterpolasyon ile elde edilebilir.

5.2 Tablo 6.3 ve Tablo 6.4'de ayrıntıları verilen, genel sınırlar içinde seçilen istenilen herhangi bir minimum çekme mukavemeti için döküm yapılabilir, ancak ilgili inşaat kuralları istediği herhangi bir ek koşul istenebilir.

Tablo 6.3 Kaynak edilebilir çelik dökümler için mekanik özellikler

Çelik tipi	Minimum çekme mukavemeti 1) [N/mm²]	Akma gerilmesi [N/mm²] min.	5,65 √So'da kopma uzaması [%] min.	Kesit daralması [%] min.	Charpy V-çentik darbe testi 2)	
					Test sıcakığı [°C]	Minimum ortalama enerji [J]
C,C-Mn	400	200	25	40	0	27
	440	220	22	30		
	480	240	20	27		
	520	260	18	25		
	560	300	15	20		
	600	320	13	20		
Alaşım	550	355	18	30	0	27
	600	400	16	30		
	650	450	14	30		
	700	540	12	28		

NOT
(1) *150 N/mm² 'lik çekme mukavemeti değeri ek olarak belirtilebilir.*
(2) *Dizayn ve uygulamaya bağlı olarak ve* ***TL*** *ile anlaşmaya varılarak, Charpy V-çentik darbe testi için alternatif gereklilikler özel olaeak değerlendirilebilir.*

Tablo 6.4 Kaynağa uygun olmayan çelik dökümler için mekanik özellikler

Çelik tipi	Minimum çekme mukavemeti 1) [N/mm²]	Akma gerilmesi [N/mm²] min.	5,65 √So'da kopma uzaması [%] min.	Kesit daralması [%] min.	Charpy V-çentik darbe testi 2)	
					Test sıcakığı [°C]	Minimum ortalama enerji [J]
C,C-Mn	400	200	25	40	AT 3)	27
	440	220	22	30		
	480	240	20	27		
	520	260	18	25		
	560	300	15	20		
	600	320	13	20		
Alaşım	550	355	16	35	AT 3)	27
	600	400	16	35		
	650	450	14	32		
	700	540	12	28		

NOT
(1) *150 N/mm² 'lik çekme mukavemeti değeri ek olarak belirtilebilir.*
(2) *Dizayn ve uygulamaya bağlı olarak ve TL ile anlaşmaya varılarak, Charpy V-çentik darbe testi için alternatif gereklilikler özel olaeak değerlendirilebilir.*
(3) *AT, ISO 148-1:2016'da belirtilen, ortam sıcaklığını (yani 23°C±5°C) ifade eder.*

5.3 Madde 2.4'e uygun diğer çelik döküm kaliteleri, standart ve spesifikasyonlarda belirtilen çelik döküm kalitelerinin karakteristik özelliklerine sahip olacaktır. Buna ek olarak C ve CMn çelik döküm kalitelerinden yapılan döküm parçalara Tablo 6.5'deki minimum istekler uygulanır.

5.4 Tablo 6.5'e göre sağlanan çelik döküm, Tabloda belirtilen sınır değerler içinde kalmak koşulu ile herhangi bir minimum çekme mukavemetinde olabilir. Tabloda 40 N/mm²'lik aralıklarla verilen değerler belirli çelik döküm kalitelerinin minimum çekme mukavemeti olarak göz önüne alınmadığından istenilen değerler belirtilen minimum çekme mukavemetine bağlı olarak enterpolasyonla hesaplanır.

5.5 Çentik darbe enerjisi

Bütün çelik döküm kalitelerinde söz konusu, döküm kalitesi için belirtilen çentik darbe enerjisi değerleri sağlanacaktır.

Tablo 6.5 Madde B.2.4'e uygun çelik dökümlerin mekanik ve teknolojik özellikleri

Çelik döküm kalitesi	Minimum çekme mukavemeti (1) (2) R_m [N/mm²]	Akma sınırı R_{eH} [N/mm²] min.	Kopma uzaması A_5 [%] min.	Kesit daralması Z [%] min.	Çentik darbe enerjisi (3)	
					KV [J] min.	KU [J] min.
Normal kalitedeki C- ve CMn çelik döküm	400	200	25	40	25	25
	440	220	22	30	20	22
	480	240	20	27	18	20
	520	260	18	25	15	17
	560	300	15	20	12	15
	600	320	13	20	10	12
Özel kalitedeki C- ve CMn çelik döküm	400	200	28	45	32	30
	440	220	26	45	28	27
	480	240	24	40	25	25
	520	260	22	40	20	22
	560	280	20	35	18	20
	600	300	18	35	15	17

(1) *Çelik dökümün minimum çekme mukavemeti, tablodaki iki değer arasına gelirse, istekler enterpolasyonla bulunabilir.*
(2) *Ölçülen çekme mukavemeti, belirtilen minimum çekme mukavemeti değerinden, normal kaliteler için 150 N/mm², özel kaliteler için 120 N/mm²'den daha fazla olamaz.*
(3) *Üç testin ortalama değeri (tekil değer %70'den az olamaz).*

6. Testler

6.1 Çekme testi

Mekanik özellikler çekme testi ile sağlanır. Test numuneleri A.9.2.1.2'ye göre hazırlanacaktır.

6.2 Çentik darbe testi

Her test demeti veya uygulanabilirse her döküm parçası için çentik darbe testi yapılacaktır. Test numuneleri A.9.2.1.2'ye göre hazırlanacaktır. Test numunesinin tipi ilgili standart veya spesifikasyonlara uygun olacaktır.

6.3 Tahribatsız muayeneler

6.3.1 Döküm parçalar için tahribatsız testlerin öngörüldüğü hallerde, bunlar G÷J'ye göre yapılacaktır.

6.3.2 Birbirine kaynatılacak çelik dökümlerde, kaynakların manyetik toz ve ultrasonik veya radyografik muayeneleri yapılacaktır. Muayenelerin kapsamı onaylı resimlerde belirtildiği şekilde olacak veya kaynak yönteminin onayında kararlaştırılacaktır.

6.4 Sızdırmazlık testi

İç basınca maruz çelik dökümlerde, (örneğin; stern tüblerde) hidrolik basınç testi uygulanacaktır. Testler

çelik dökümün mekanik işlenmiş durumunda yapılacaktır.

Test basıncı, stern tübün çalışma basıncının 1,5 katı alınır. Bu basıncın stern tüpler için 2 bar alınması uygundur. Test basıncı en az 10 dakika tutulacaktır.

C. Krankşaftlar ve Konektin Rotlar için Çelik Dökümler

1. Kapsam

Bu kurallar, karbon, karbon-manganez ve düşük alaşımlı çelik döküm kalitesinden yapılmış krankşaftların ve konnektin rodların karşı ağırlık ve veblerine uygulanır.

2. Çelik döküm kaliteleri

Yalnız öngörülen kullanma maksadına uygunluğu **TL** tarafından onaylanmış çelik döküm kaliteleri kullanılabilir. Bu nedenle motor üreticileri döküm parçalarının değerlendirilmesi için, mekanik ve teknolojik özellikler, ısıl işlem, kimyasal bileşim, üretim yöntemleri gibi tüm gerekli verileri de içeren spesifikasyonlarını veya resimleri, onay için **TL**'na verecektir.

3. Malzeme ile İlgili İstekler

3.1 Kimyasal bileşim, mekanik ve teknolojik özellikler, istenilen çentik darbe enerjisi ve sertlik değerleri için onaylanmış spesifikasyonlar veya resimlerin içerdiği veriler geçerlidir. Bunlarla birlikte B.2.4'deki ve özel çelik döküm kaliteleri için Tablo 6.4'teki minimum istekler sağlanacaktır..

3.2 Spesifikasyonda belirtilen özellikleri elde edebilmek için çelik döküme üretiminin ardından vakum-gaz giderme işlemi veya uygun bir işlem yapılmalıdır.

4. Üretim Yöntemi ve ve Isıl İşlem Koşulları

4.1 Üretim yöntemi **TL** tarafından onaylanacaktır. Onay testinin ayrıntıları **TL** tarafından her durum için ayrı ayrı belirlenecektir.

4.2 Bütün çelik döküm parçalara, çelik kalitelerine uygun ısıl işlem yapılmış olmalıdır. Aşağıdaki yöntemler kabul edilir:

- Normalizasyon,
- Normalizasyon ve temperleme,
- Su verme ve temperleme.

Eğer mümkünse ısıl işlem ilk mekanik işlemeden sonra yapılır. Bu mümkün değilse, mümkün olan en az kesme toleransı ile yapılan ilk mekanik işlemeden sonra bir gerilme giderici tavlama uygulanır.

4.3 Kusurlar, normal olarak taşlama, yontma ve/veya mekanik işleme ile giderilir. Gerekli minimum kesitlerin korunmasına dikkat edilmelidir.

Kusurların kaynakla giderilmesi, prensip olarak **TL**'nun iznine bağlıdır ve yukarıda belirtilen yöntemlerle giderilmemesi durumunda uygulanabilir.

5. Testler

5.1 Çekme testi

Mekanik özellikler çekme testi ile sağlanacaktır. Çekme test numunesinin hazırlanması için test parçaları, spesifikasyonda belirtilen yerde döküm parçası ile birlikte dökülecektir. Her döküm parçası ayrı olarak test edilecektir.

5.2 Çentik darbe testi

Her çelik döküm parçadan çentik darbe test numuneleri alınacak ve test edilecektir. Test numunesinin yeri için 5.1 uygulanacaktır. Spesifikasyonlarda belirtilen test numunesi şekilleri (Charpy V veya Charpy U test numunesi) kullanılacaktır.

5.3 Tahribatsız testler

Krankşaftlar ve konektin rodlar G÷J'deki isteklere göre tahribatsız testlere tabi tutulacaktır. Dökümhane ile krankşaft veya konektin rod üreticisi arasındaki anlaşmaya göre, testler dökümhanede ve üreticinin atölyesinde yapılabilir.

D. Kazanlar, Basınçlı Kaplar ve Sistemler için Çelik Dökümler

1. Kapsam

Bu kurallar, valf ve pompaların gövdelerinin, aynaların,

flençlerin, nozulların ve boru fitinglerinin üretiminde kullanılan alaşımlı ve alaşımsız çelik döküm kalitelerinden yapılan çelik döküm parçalara uygulanır.

2. Çelik döküm kaliteleri

Aşağıda belirtilen çelik döküm kaliteleri kullanılacaktır:

2.1 Oda sıcaklığında ve yüksek sıcaklıklarda kullanım için EN 10213'e uygun çelik döküm kaliteleri.

Genelde kullanılmakta olan çelik döküm kalitelerinin kimyasal bileşimi Tablo 6.6'de ve mekanik özellikleri de Tablo 6.7'da verilmiştir.

2.2 Cidar sıcaklığı 300°C'a kadar olan EN 10293'e uygun GS 38 ve GS 45 ferritik çelik döküm kaliteleri.

2.3 Isıya dayanıklı ferritik, ferritik-östenitik ve östenitik kalite çelik dökümler ve EN 10295'e uygun Nikel ve Kobalt esaslı alaşımlar.

2.4 Çelik kaliteleri madde 2.1 ÷ 2.3'dekilere eşdeğer olan ve öngörülen kullanma maksadına uygunluğu kanıtlanan diğer standart ve malzeme spesifikasyonlarındaki çelik döküm kaliteleri. Bunlar için bir ilk uygunluk testi istenebilir.

2.4.1 Ferritik çelik döküm kaliteleri ek olarak aşağıdaki minimum istekleri sağlayacaktır:

- Kopma uzaması A, belirli çelik kaliteleri için **TL** tarafından istenilen karakteristik minimum değerleri sağlayacak, fakat %15'den az olmayacaktır;

- Çentik darbe enerjisi, Charpy-V test numuneleri ile oda sıcaklığında yapılan testlerde en az 27 J olacaktır. Burada esas olarak sünek kırılma davranışı istenir;

- Gerekirse yüksek sıcaklıkta akma sınırı, uygulanabilirse yüksek sıcaklıkta uzun süreli kopma mukavemeti değerleri, kimyasal bileşim için önerilen değerler belirlenerek kanıtlanacaktır.

Kaynağa uygunluğun kanıtı, üretici tarafından sağlanacaktır.

3. Isıl İşlem ve Teslim Koşulları

Tüm çelik döküm parçalar, çelik döküm kalitesine uygun ısıl işlem yapılmış olarak teslim edilecektir.

4. Dış ve iç koşullar

Dış ve iç durumdaki istekler için TRD 103 geçerlidir. Bu maksatla çelik dökümler öngörülen çalışma sıcaklık ve basınçlarına uygun olarak kalite kademeleri içinde sınıflandırılır. Bu nedenle buhar kazanları için teknik kurallara (TRD 103) ve AD Merk blatter W5'e bakınız.

Tablo 6.6 EN 10213'ye göre yaygın olarak kullanılan çelik kalitelerinin kimyasal bileşimi (%)

Grade of cast steel	C	Si maks.	Mn	P Maks.	S Maks.	Cr	Mo
GP240GH	0,18 - 0,23	0,60	0,50 - 1,20	0,030	0,020 **(1)**		
GP280GH	0,18 - 0,25**(2)**	0,60	0,80 - 1,20 **(2)**	0,030	0,020 **(1)**		
G20Mo5	0,15 - 0,23	0,60	0,50 - 1,00	0,025	0,020 **(1)**		0,40 - 0,60
G17CrMo 5-5	0,15 - 0,20	0,60	0,50 - 1,00	0,020	0,020 **(1)**	1,00 - 1,50	0,45 - 0,65
G17 CrMo 9-10	0,13 - 0,20	0,60	0,50 - 0,90	0,020	0,020 **(1)**	2,00 - 2,50	0,90 - 1,20

(1) *Esas cidar kalınlığı <28 mm. olan döküm parçaları için %0,030 S'e izin verilir.*
(2) *Saptanan en yüksek karbon miktarındaki her %0,01 azalma için saptanan en yüksek karbon miktarının %0,04 arttırılması suretiyle %1,40'a kadar yükseltilmesine izin verilir.*

Tablo 6.7 EN 10213'ye göre yaygın olarak kullanılan çelik dökümlerin mekanik özellikleri

Çelik döküm kalitesi	Isıl işlem sembolü (1)	Kalınlık mm. maks.	Çekme testi			Çentik darbe enerjisi
			$R_{p0,2}$ [N/mm^2] min.	R_m [N/mm^2]	A min. [%]	KV (2) [J] min.
GP240GH	N	100	240	420-600	22	27
	QT	100	240	420-600	22	40
GP280GH	N	100	280	480-640	22	27
	QT	100	280	480-640	22	35
G20Mo5	QT	100	245	440-590	22	27
G17 CrMo5-5	QT	100	315	490-690	20	27
G18 CrMo9-10	QT	100	400	590-740	18	40

(1) *N = Normalize edilmiş.*
QT = Su verilmiş ve temperlenmiş.
(2) *Test sıcaklığı = Oda sıcaklığı (tekil değer %70'den az olamaz).*

5. Malzeme ile İlgili İstekler

5.1 Genel istekler

Çelik döküm kalitesinin kimyasal bileşimi, mekanik ve teknolojik özellikleri, çentik darbe enerjisi ve sertlik değerleri 2.1 ve 2.2'de adı geçen standart veya onaylı spesifikasyonların içerdiği veriler geçerlidir.

5.2 Kaynak edilebilirlik

Bu kurallara uygun çelik döküm kaliteleri, bilinen iş yeri yöntemlerine göre kaynak edilebilmelidir. Kimyasal bileşime bağlı olarak ön ısıtma ve/veya kaynaktan sonra ısıl işlem gerekli olabilir.

6. Testler

Çelik döküm parçalar tamamlanmış durumda (teslim durumunda) test edilecek ve bunlara aşağıdaki testler uygulanacaktır:

6.1 Çekme testi

Mekanik özellikler çekme testi ile belirlenecektir. Testler eriyikten esas alınarak yapılacaktır. Aynı ısıl işlem görmüş parçalar, A.9.2.1.2'ye göre test demetleri halinde birleştirilecektir. Her test demetinden bir çekme test yarıçapı alınarak test edilecektir. Parça ağırlığı >1000 kg. olan döküm parçalar tek olarak test edilir.

6.2 Çentik darbe testi

Döküm parçalara çentik darbe testi uygulanacaktır. Test setlerinin sayısı (her set 3 Charpy V test numunesinden oluşur) çekme test numunelerinde olduğu gibi belirlenecektir.

6.3 Sertlik testi

Bütün su verilmiş ve temperlenmiş çelik döküm parçalara eriyikleri esas alınarak bir karşılaştırıcı sertlik testi uygulanacaktır. Sertlik testinin sonucu, su verme ve temperlemenin düzgün olduğunu göstermelidir (test demetini test edilen en sert ve en yumuşak parçasının arasındaki sertlik farkı 30 HB'den fazla olmamalıdır).

6.4 Tahribatsız muayeneler

Üretici, ürününün 4'e uygun olarak dış ve iç durumuna

ait isteklerin yerine getirildiğini tahribatsız muayenelerlesağlamalıdır. Başka bir anlaşma yoksa muayenelerin kapsamı için TRD 103 veya AD Merkblatt W5, valf ve fitingler için TRD 110 geçerlidir.

E. Düşük Sıcaklıklı Servisler için Çelik Dökümler

1. Kapsam

Bu kurallar, dizayn sıcaklığı 0°C'ın altında olan, gaz tankerlerinin kargo ve proses donanımında kullanımı amaçlanan çelik döküm parçalara uygulanır. Örneğin; flençler, valf parçaları, kaynaklı birleştirme parçaları.

2. Çelik döküm kaliteleri

Minimum dizayn sıcaklığı için Tablo 6.8'de belirtilen sınır larda, 5'teki istekleri sağlaması koşulu ile aşağıdaki çelik döküm kaliteleri kullanılabilir:

2.1 Düşük sıcaklıklarda kullanım için EN 10213'e uygun çelik döküm kaliteleri. Genelde kullanılmakta olan çelik döküm kalitelerinin kimyasal bileşimi Tablo 6.9'da ve mekanik özellikleri de Tablo 6.10'da verilmiştir.

2.2 Diğer çelik döküm kaliteleri

Çelik döküm kaliteleri madde 2.1'dekilere eşdeğer olan, madde 3'den 5'e kadar olan istekleri yerine getiren ve öngörülen kullanma maksadına uygunluğu kanıtlanan diğer standart ve malzeme spesifikasyonlarındaki diğer çelikler. Bunlar için bir ilk uygunluk testi istenebilir.

3. Isıl işlem ve teslim koşulları

Tüm çelik döküm parçaları, çelik döküm kalitelerine uygun ısıl işlem yapılmış olarak teslim edilecektir. Tablo 6.10'a da bakınız.

4. Dış ve iç koşullar

Dış ve iç koşullar, minimum tasarım sıcaklığına göre Tablo 6.11'deki kalite kademelerine bağlı olacaktır.

Değerlendirme diğer standartlara göre yapılıyorsa, Tablo 6.11'deki isteklere eşdeğer olacaktır.

5. Malzeme ile İlgili İstekler

5.1 Genel istekler

Kimyasal bileşim, mekanik ve teknolojik özellikler için standartlar ve onaylı spesifikasyonlarda belirtilen istekler geçerlidir. Tablo 6.9 ve 6.10'a bakınız.

5.2 Kaynak edilebilirlik

Bu kurallara uygun çelik döküm kaliteleri bilinen iş yeri yöntemlerine göre kaynak edilebilir olacaktır..

5.3 Düşük sıcaklıkta çentik darbe enerjisi

Tablo 6.12'de çelik döküm kaliteleri için istenilen çentik darbe enerjisi değerleri Tablo'daki sıcaklıklarda Charpy V test numuneleri kullanılarak sağlanacaktır.

6. Testler

Döküm parçalar tamamlanmış durumda (teslim durumunda) test edilecek ve bunlara aşağıdaki testler uygulanacaktır:

6.1 Çekme testi

Mekanik özellikler çekme testi ile belirlenecektir. Testler eriyikler esas alınarak yapılacak, aynı ısıl işleme tabi tutulmuş parçalar, test demetleri halinde birleştirilecektir. Her test demetinden bir çekme test numunesi alınarak test edilecektir. parça ağırlığı >1000 kg. olan döküm parçalar tek olarak test edilir.

6.2 Çentik darbe testi

Döküm parçalara, Tablo 6.12'de belirtilen test sıcaklıkları göz önüne alınarak çentik darbe testi uygulanacaktır. Test numuneleri set (3 Charpy V test numunesinden bir set oluşur) sayısı çekme test numunelerindeki gibi belirlenecektir.

Dizayn sıcaklıkları -105°C ve daha büyük olan östenitik çelik döküm kalitelerinden yapılan çelik döküm parçalarda bu testlerden vazgeçilebilir.

6.3 Sertlik testi

Bütün su verilmiş ve temperlenmiş çelik döküm parçalara eriyikleri esas alınarak bir karşılaştırıcı sertlik testi uygulanacaktır. Sertlik testinin sonucu su verme ve temperlemenin düzgün olduğunu gösterecektir (test demetinin test edilen en sert ve en yumuşak parçasının arasındaki sertlik farkı 30 HB'den fazla olmamalıdır).

6.4 Tahribatsız muayeneler

Üretici ürününün 4'e uygun olarak dış ve iç durumuna ait isteklerin yerine getirildiğini tahribatsız muayenelerle sağlayacaktır.

Tablo 6.8 Düşük sıcaklıkta kullanımı amaçlanan çelik döküm kaliteleri

Çelik döküm kaliteleri	İzin verilen minimum dizayn sıcaklığı	Tanım veya malzeme No	Standart
Kaynak edilebilen karbon manganez çelik döküm	-20°C**(1)**	G17 Mn 5	EN 10213
	-40°C**(1)**	G20 Mn 5	EN 10213
% 1,5 nikel çelik döküm	-40°C**(1)**	GS-10 Ni 6	SEW 685
% 2,25 nikel çelik döküm	-65°C	G9-Ni 10	EN 10213
% 3,5 nikel çelik döküm	-90°C	G9 Ni 14	EN 10213
Östenitik çelik döküm kaliteleri	-165°C	1.4308 **(2)**	EN 10213
		1.4408	EN 10213
		1.4581 **(3)**	EN 10213

(1) *Bir uygunluk testi ile kanıtlanması halinde minimum dizayn sıcaklığının -55°C'ye kadar alınması mümkündür.*
(2) *Ayrıca EN 10283 uygulanır.*
(3) *Amonyak taşınmasına uygun değildir.*

Tablo 6.9 EN 10213'e göre yaygın olarak kullanılan çelik döküm kalitelerinin kimyasal bileşimi (%)

Çelik döküm kaliteleri	C	Si maks.	Mn	P maks.	S maks.	Ni
G17Mn5	0,15 - 0,20	0,60	1,00 - 1,60	0,020	0,020 **(1)**	
G20Mn5	0,17 - 0,23	0,60	1,00 - 1,60	0,020	0,020 **(1)**	maks. 0,80
G9Ni10	0,06 - 0,12	0,60	0,50 - 0,80	0,020	0,015	2,00 - 3,00
G9Ni14	0,06 - 0,12	0,60	0,50 - 0,80	0,020	0,015	3,00 - 4,00

(1) Standart *cidar kalınlığı <28 mm. olan döküm parçaları için %0,030 S'e izin verilir.*

Tablo 6.10 EN 10213'e göre yaygın olarak kullanılan çelik dökümlerin kalitelerinin mekanik özellikleri

Çelik döküm kaliteleri	Isıl işlem sembolü (1)	Kalınlık mm. maks.	Oda sıcaklığında çekme testi			Çentik darbe testi (2)	
			$R_{p0,2}$ [N/mm²] min.	R_m [N/mm²]	A [%] min.	KV J min.	Test sıcak. °C
G17Mn5	QT	50	240	450-600	24	27	-40
G20Mn5	N	30	300	480-620	20	27	-30
	QT	100	300	500-650	22	27	-40
G9Ni10	QT	35	280	480-630	24	34	-70
G9Ni14	QT	35	360	500-650	20	34	-95

(1) *N = Normalize edilmiş, QT = Su verilmiş ve temperlenmiş.*
(2) *Tablo 6.11'deki çentik darbe enerjisi isteklerine uyulacaktır.*

Tablo 6.11 Kalite kademelerinin belirlenmesi

Minimum dizayn sıcaklığı t	1,2,3,4'e göre kalite kademesi
≥ - 105°C	SM4, LM4, AM4 **(1)**, SP4, CP3, LP4, AP4 **(2)**, UV4 **(3)**, RV4 **(4)**
< - 105°C	SM3, LM3, AM3 **(1)**, SP3, CP3, LP3, AP3 **(2)**, UV3 **(3)**, RV3 **(4)**
Welding edges **(5)**	SM 01 **(1)** CP 01 **(2)**

(1) *EN 1369*
(2) *EN 1371-1*
(3) *EN 12680-2*
(4) *EN 12681*
(5) *Yüzey çatlağı algılanması için lineer verilere izin verilmez.*

Tablo 6.12 Düşük sıcaklıkta çelik döküm kalitelerinde çentik darbe enerjisi için istenilen değerler

Çelik döküm kaliteleri	Çentik darbe testi	
	Test sıcaklığı	Çentik darbe enerjisi KV [J] (1) min.
Kaynak edilebilir karbon-manganez çelik döküm	Minimum dizayn sıcaklığının 5 K altında, fakat en az -20°C'den daha yüksek olamaz.	27 (19)
%1.5 nikelli çelik döküm		34 (24)
%2.25 nikelli çelik döküm	-70°C	34 (24)
%3.5 nikelli çelik döküm	-95°C	34 (24)
Östenitik çelik döküm kalitesi **(2)**	-196°C	41 (27) **(3)**

(1) *Üç testin ortalama değeri, parantez içinde verilen en küçük tekil değerleri gösterir.*
(2) *-105°C, ve üstündeki dizayn sıcaklıklarında çentik darbe enerjisi kanıtlanmasından vazgeçilebilir.*
(3) *Bazı östenitik çelik döküm kaliteleri için daha yüksek çentik darbe enerjisi istekleri geçerlidir. Tablo 6.13'e bakınız.*

Tablo 6.13 EN 10213'e ve EN 10283'e göre çelik döküm kalitelerinin kimyasal bileşimi (%)

Tanım		C maks.	Si maks.	Mn maks.	P maks.	S maks.	Cr	Mo	Ni	Cu	Diğer elementler
Çelik döküm kaliteleri	**Malzeme no.**										
GX2CrNi19-11 **(1)**	**1.4309 (1)**	0,030	1,50	2,00	0,035	0,025	18,00 - 20,00		9,00 – 12,00		N:maks.0,20
GX5CrNi19-10 **(1)**	**1.4308 (1)**	0,07	1,50	1,50	0,040	0,030	18,00 - 20,00		8,00 - 11,00		
GX5CrNiNb19-11 **(1)**	**1.4552 (1)**	0,07	1,50	1,50	0,040	0,030	18,00 - 20,00		9,00 – 12,00		Nb:8·C, maks.1,00
GX2CrNiMo19-11-2 **(1)**	**1.4409 (1)**	0,030	1,50	2,00	0,035	0,025	18,00 - 20,00	2,00 - 2,50	9,00 – 12,00		N: maks. 0,20
GX5CrNiMo19-11-2 **(1)**	**1.4408 (1)**	0,07	1,50	1,50	0,040	0,030	18,00 - 20,00	2,00 - 2,50	9,00 – 12,00		-
GX5CrNiMoNb19-11-2 **(1)**	**1.4581 (1)**	0,07	1,50	1,50	0,040	0,030	18,00 - 20,00	2,00 - 2,50	9,00 – 12,00		Nb:8·C maks. 1,00
GX2NCriMo28-20-2 **(1)**	**1.4458 (1)**	0,030	1,00	2,00	0,035	0,025	19,00 - 22,00	2,00 - 2,50	26,00 - 30,00	maks.2,00	N: maks. 0,20
GX2CrNiMoN22-5-3	**1.4470**	0,030	1,00	2,00	0,035	0,025	21,00 - 23,00	2,50 - 3,50	4,50 - 6,50		N: 0,12 to 0,20
GX2CrNiMoCuN25-6-3-3	**1.4517**	0,030	1,00	1,50	0,035	0,025	24,50 - 26,50	2,50 - 3,50	5,00 - 7,00	2,75 - 3,50	N: 0,12 to 0,22
GX2CrNiMoN26-7-4 **(2)**	**1.4469 (2)**	0,030	1,00	1,00	0,035	0,025	25,00 - 27,00	3,00 - 5,00	6,00 - 8,00	maks.1,30	N: 0,12 to 0,22

(1) *Kullanım maksadına (örneğin; yüksek ve düşük sıcaklıklar) uygun olarak dökümhane ve siparişi verenin anlaşması ile bazı elemanlar için daha dar sınırlar saptanabilir.*

(2) *Bu çelik kalitelerinde "oyuk açma endeksi" için Pl = Cr+3,3 Mo+16 N≥40 istenebilir.*

Tablo 6.14 Çelik dökümlerinin uygun kalitelerine ait mekanik özellikler

Tanım	Malzeme no.	Isıl işlem + AT(1) °C	Kalınlık mm. maks.	Oda sıcaklığında çekme testi			Çentik darbe testi
				$R_{p1,0}$(4) [N/mm²] min.	R_m [N/mm²]	A [%] min.	KV (6) [J] min.
GX2CrNi19-11	**1.4309**	1050 – 1150	150	210	440 – 640	30	80
GX5CrNi19-10	**1.4308**	1050 – 1150	150	200	440 – 640	30	60
GX5CrNiNb19-11	**1.4552**	1050 – 1150	150	200	440 – 640	25	40
GX2CrNiMo19-11-2	**1.4409**	1080 – 1150	150	220	440 – 440	30	80
GX5CrNiMo19-11-2	**1.4408**	1080 – 1150	150	210	440 – 640	30	60
GX5CrNiMoNb19-11-2	**1.4581**	1080 – 1150	150	210	440 – 640	25	40
GX2NiCrMo28-20-2	**1.4458**	1100 – 1180	150	190	430 – 630	30	60
GX2CrNiMoN22-5-3	**1.4470**	1120 – 1150 **(2) (3)**	150	420 **(5)**	600 – 800	20	30
GX2CrNiMoCuN25-6-3-3	**1.4517**	1120 – 1150 **(2) (3)**	150	480 **(5)**	650 – 850	22	50
GX2CrNiMoN26-7-4	**1.4469**	1140 – 1180 **(2) (3)**	150	480 **(5)**	650 – 850	22	50

(1) *Bütün çelik kaliteleri için ısıl işlem AT+QW (çözeltide tavlamış-suda su verilmiş) [N/mm²].*

(2) *Yüksek sıcaklıkta çözeltide tavlanmadan sonra korozyona karşı direncini yükseltmek ve komplike gövde çatlaklarından kaçınmak için döküm parçası suda su vermeden önce 1040°C'dan 1010°C'a kadar soğutulmalıdır.*

(3) *Basınçlı kaplar için çelik döküm söz konusu ise, östenitik-feritik çelikler için ayırıcı sertleştirme durumu göz önüne alınmayabilir.*

(4) *$R_{p1,0}$ değeri 25 [N/mm²] azaltılarak $R_{p0,2}$ nin yaklaşık değeri elde edilir.*

(5) *$R_{p0,2}$*

(6) *RT, Test sıcaklığı = Oda sıcaklığı (tekil değer %70'den az olamaz).*

F. Paslanmaz Çelik Dökümler

1. Kapsam

Bu kurallar kimyasal tankerlerin kargo ve proses donanımında ve kargo ve işletme sıvısına bağlı olarak kimyasal dengenin işlendiği diğer donanımda, paslanmaz çelik döküm kalitelerinden yapılan döküm parçalara uygulanır. Bu husus pervane şaftı ve dümen şaftı yatak ve kovanları için de geçerlidir.

Bu kurallar, ayrıca alt bölüm E ile birlikte gaz tankerlerinin kargo ve proses tesisatında kullanılan östenitik çelik kaliteleri için de geçerlidir.

2. Çelik döküm kaliteleri

Madde 6'daki istekleri sağlayan aşağıdaki döküm kaliteleri kullanılabilir:

2.1 EN 10213'e uygun östenitik ve östenitik feritik çelik kaliteleri ve EN 10283'de belirtilen korozyona dayanıklı çelik döküm kaliteleri. Bu çelik döküm kalitelerinin kimyasal bileşimi Tablo 6.13'de ve mekanik

özellikleri Tablo 6.14'de verilmiştir.

2.2 **TL** tarafından uygunluğu saptanan diğer standart ve spesifikasyonlardaki diğer paslanmaz çelik dökümler. Bu amaçla üreticinin tesislerinde bir ön ürün uygunluk testi istenebilir.

3. Çelik döküm kalitelerinin seçimi

3.1 Çelik döküm kaliteleri, kimyasal direnci göz önüne alınarak, taşınacak veya depolanacak ürünlerin cinsleri hakkında bilgiyi içeren işletmecinin ürün listesine uygun olarak seçilir.

3.2 Östenitik çelik döküm kaliteleri, gaz tankerlerinin kargo ve proses tesisatında kullanılacaksa, alt bölüm E'deki döküm parçalarına ait istekler geçerlidir.

4. Teslim koşulları ve ısıl işlem

Tüm çelik döküm parçalar, çelik döküm kalitelerine uygun ısıl işlem yapılmış olarak teslim edilecektir. Tablo 6.14'de adı geçen kaliteler çözeltide tavlanmış ve suda su verilmiş olmalıdır.

5. Dış ve iç koşullar

İç ve dış koşullara ait istekler için, sipariş sahibi ve üretici anlaşmaya varacaktır. Kaynak kenarları ve özel kenar bölgeleri hakkında ayrıca anlaşmaya varılacaktır. Bir anlaşma sağlanmazsa G.3 uygulanır.

6. Malzeme ile İlgili İstekler

6.1 Kimyasal bileşim

6.1.1 Tablo 6.13'de veya **TL** tarafından onaylanmış spesifikasyonlarda belirtilen sınırlar geçerlidir.

6.1.2 Kimyasal tankerlerin kargo ve proses teçhizatındaki çelik dökümlerde bileşim, özel kullanım maksadının gerektirdiği kimyasal dengeyi sağlayacak şekilde, öngörülen ısıl işlem durumu göz önüne alınarak seçilir. Bundan başka çelik dökümler kaynaklı konstrüksiyonlarda kullanılıyorsa kimyasal bileşim, öngörülen kaynak yöntemine uygunluğunu kaynaktan sonra ve kaynak sonrası herhangi bir ısıl işlemin uygulandığı hallerde de kimyasal dengeyi sağlayacak şekilde seçilir. Bu halde östenitik ve östenitik-ferritik çelik döküm kaliteleri için 6.2 göz önüne alınacaktır. Talep halinde üretici kaynağa uygunluğu kanıtlayacaktır.

6.1.3 Özel uygulamalarda istenilen, kromun etkilediği toplam agregatın minimum değeri W aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$[\%]\ W = [\%]\ Cr + 3{,}3 \times [\%]\ Mo$$

Not :
Bu formül, molibden miktarı <%3 olan östenitik çelik dökümler için geçerlidir.

6.2 Kristaller arası korozyona karşı direnç

Östenitik çelik döküm kaliteleri teslim durumda kristallerarası korozyona dirençli olacaktır. Kaynaklı döküm parçalara kaynak sonrası ısıl işlem yapılmayacaksa, bu durumda korozyona dirençli çelik döküm kaliteleri kullanılacaktır, örneğin Nb ile stabilize edilmiş çelik döküm kaliteleri veya karbon miktarı C %0,03 olan çelik döküm kaliteleri.

6.3 Mekanik özellikler ve çentik darbe enerjisi

Tablo 6.14 veya onaylı spesifikasyonlarda belirtilen istekler uygulanır.

7. Testler

Döküm parçalar tamamlanmış durumda (teslim durumda) test edilecek ve bunlara aşağıdaki testler uygulanacaktır:

7.1 Çekme testi

Mekanik özellikler çekme testi ile belirlenecektir. Testler eriyikler esas alınarak yapılacaktır. Benzer şekilde ısıl işlem görmüş parçalar test demetleri halinde birleştirilecektir. Her test demetinden bir çekme test numunesi alınarak test edilecektir. Parça ağırlığı >1000 kg. olan döküm parçalar tek olarak test edilir.

7.2 Çentik darbe testi

Döküm parçalara çentik darbe testi uygulanacaktır. Test

parçaları seti (3 Charpy V test numunesi) sayısı çekme test numunelerindeki gibi belirlenecektir.

7.3 Kristaller arası korozyona karşı direnç testi

Östenitik ve östenitik-ferritik çelik döküm kalitelerinden yapılan çelik döküm parçalarda, her eriyik ve her ısılışlem görmüş demet için ISO 3651-1 veya 2'ye göre kristallerarası korozyona direnç testi uygulanacaktır. Östenitik-ferritik çelik döküm kaliteleri, demir ve çelik test spesifikasyonları (SEP 1877) Metod I veya eşdeğer bir metoda göre test edilecektir. Testler üretici tarafından belgelendirilecektir.

7.4 Tahribatsız muayeneler

Üretici ürününün 5'e uygun olarak dış ve iç koşullara ait isteklerin yerine getirildiğini tahribatsız muayenelerle sağlamalıdır.

G. Çelik Döküm Bileşenlerin Tahribatsız Testleri

1. Kapsam

1.1 Buradaki kurallar, B ÷ F'deki isteklere uygun olan ve başka kurallar veya üretici spesifikasyonları üzerinde anlaşmaya varılmamış olan çelik döküm bileşenlerin tahribatsız testlerine uygulanır.

1.2 Tahribatsız testlerin yapılması gereken çelik döküm bileşenlerin listesi ile yapılacak testler, H'de verilmiştir.

1.3 Buradaki kurallar, ISO 9712'de tanımlanan, aşağıdaki test yöntemlerine uygulanır, Tablo 6.15'e bakınız.

Tablo 6.15 Test yöntemleri

Test	Sembol
Gözle muayene	VT
Manyetik parçacık testi	MT
Girici sıvı testi	PT
Ultrasonik test	UT
Radyografik test	RT
(1) *Paslanmaz östenitik çelik dökümlerin testi için sadece VT, PT ve RT yöntemleri uygulanır.*	

1.4 G'de belirtilen yöntemler ve test kriterleri; dökümhaneler, daha sonraki işlemleri yapan kuruluşlar ve **TL** sörveyörleri tarafından kullanılacaktır.

Testler için, çelik döküm bileşenler, şiddet derecelerine göre, çeşitli isteklerin uygulandığı muayene bölgelerine ayrılırlar.

1.5 Test için, çelik döküm parçalar önem düzeylerine göre farklı gereksinimleri için muayene bölgelerde sınıflandırılır. Sınıflandırma için, aşağıdaki bir veya birkaç esas belirleyicidir:

- Öngörülen işletme yükleri,
- Hataların, bileşenin güvenirliği üzerindeki etkileri,
- Bileşenin arızası halinde olası hasar riski,
- Kaynak kenarları için gerekli kaynak emniyeti,
- Son işlemeden sonra hatalardan arınmışlık ve yüzey durumu.

Tekne yapısının ve sevk tesisinin en önemli çelik döküm bileşenleri için muayene bölgeleri I. ve J.'de verilmiştir.

2. Testler

2.1 Testlerin yapılmasından sorumlu iç veya dış muayene kuruluşunun gözetmeninin belirtilen testleri yapmasından sonra, çelik döküm bileşenler gözle muayene için **TL** sörveyörüne sunulacaktır.

2.2 Testlerle ilgili olarak, ön testler ve kabul testleri birbirinden ayrılmalıdır. Ön testler ile, çelik döküm bileşenlerin test edilebilirliği ve kullanılabilirliği belirlenir ve bu testler genelde dökümhanenin görevidir.

Kabul testleri, gerekli özelliklere uygun olan ısıl işlemler yapıldıktan sonra, tercihen son işleme tabi tutulmuş çelik döküm bileşen üzerinde yapılır. Sörveyöre, öngörülen testler hakkında önceden bilgi verilecektir. Testlere katılım konusu sörveyörün kararına bağlıdır.

2.3 Testler, spesifikasyonlarda veya test planında belirtilen bölgelerde yapılacaktır. Sonuçların çelik döküm bileşende başka hataların da bulunduğunu

gösterdiği hallerde, testlerin kapsamı sörveyörle anlaşarak arttırılacaktır.

2.4 Testlerin yapılmasının öngörüldüğü çelik döküm bileşenler H'de listelenmiştir. Teknenin belirli yapısal elemanları ve makina parçaları ile ilgili testlerin kapsamı ve şiddet dereceleri, üretici spesifikasyonlarına ilave olarak dikkate alınacak olan I ve J'de verilmiştir.

3. Şiddet Derecelerinin Sınıflandırılması

3.1 İç ve dış koşulların şiddet derecelerinin sınıflandırılması, belirli test yöntemlerine ait tablolarda gösterilen kriterlere göre yapılır. Tablo 6.16'da çeşitli şiddet dereceleri gösterilmiştir.

3.2 Şiddet derecelerinin seçimi, sipariş sırasında, EN 1559-1 ve EN 1559-2'ye göre kararlaştırılacaktır.

Kural olarak, bu iş sipariş sahibine aittir. Burada 1.6'ya göre muayene bölgeleri belirtilecek ve aşağıdaki istekler göz önüne alınacaktır:

Tablo 6.16 Şiddet dereceleri

Test	Test yöntemi	Şiddet derecelerinin tanımı (1)
Dış koşul	VT	V1, V2, V3, V4
	MT	SM1, SM2, SM3, SM4, LM1, LM2, LM3, LM4, AM1, AM2, AM3, AM4,
	PT	SP1, SP2, SP3, SP4, CP1, CP2, CP3, LP1, LP2, LP3, LP4, AP1, AP2, AP3, AP4,
İç koşul	UT	UV1, UV2, UV3, UV4,
	RT	RV1, RV2, RV3, RV4,
(1) *EN 1370, EN 1369, EN 1371-1, EN 12680-2, EN 12681 ve EN 1559-2 ye göre.*		

3.2.1 Kaynak kenarları gibi özel kenar bölgeleri, tüm uzunlukları ve 3 x et kalınlığına eşit genişlikleri (en az 50 mm.) boyunca SM1, LM1, AM1, SP1, CP1, LP1, AP1, UV1 ve RV1 şiddet derecelerinde sınıflandırılacaktır.

Valf gövdeleri için DIN 1690, Kısım 10 uygulanır.

Kalınlığı 50 mm.den fazla olan kaynak kenarları için, SM2, LM2, AM2, SP2, CP2, LP2, AP2, UV2 ve RV2 şiddet dereceleri yeterlidir.

3.2.2 Üretim kaynakları için, temelde, ana malzeme ile ilgili istekler uygulanır.

3.2.3 Makina elemanlarının, valf gövdelerinin, dinamik yüke maruz tekne yapım elemanlarının çelik döküm bölgeleri için, daha yüksek istekler öngörülmedikçe, en az SM3, LM3 ve AM3 şiddet dereceleri sağlanacaktır.

3.2.4 Madde 3.2.1÷3.2.3'de belirtilen özelliklerin dışında ve satın alma dokümanlarında daha yüksek sınıflandırma istenmeyen hallerde, belirtilmeyen bölgeler için en az V2 şiddet derecesi uygulanır.

3.2.5 Çelik döküm bileşenlerin iç ve dış durumları için eşdeğer şiddet dereceleri ve farklı şiddet dereceleri belirlenebilir.

3.3 Teste başlamadan önce, test edilecek bölgelerin konumu ve ölçüleri ve karşılanacak şiddet dereceleri; 1.5, 3.1 ve 3.2 dikkate alınarak, test planlarında, resimlerde veya spesifikasyonlarda belirtilecektir. Bu dokümanlar **TL**'na verilecektir.

4. Yüzey pürüzlüğü için özel anlaşmalar

Yüzey pürüzlüğü için, örneğin; karıştırıcılar **(1)** gibi sınır değerleri hakkında, sipariş sahibi tarafından istenildiği veya teknik nedenlerle gerektiği taktirde anlaşmaya varılabilir.

Çelik döküm bileşenlerin yüzeylerinin, kaydedilecek en küçük verilere bağlı olarak, yüzey durumu istekleri, manyetik parçacık testi ve girici sıvı testi için, Tablo 6.17 ve 6.18'de verilmiştir. Tahribatsız testlerdeki yüzey pürüzlüğü ile ilgili olarak aşağıda belirtilenler uygulanır:

- Yüzey pürüzlüğü için isteklerin belirlendiği çelik döküm bileşenler 5'e göre gözle muayene edilecektir.

(1) ***Standartlara atıflar:***
"Technische Empfehlung (technical recommendation) 359-1 des Bureau de Normalisation de l' Industrie de la Fonderie"
"SCRATA comparators for the definiton of surface quality of steel castings"; Steel castings Technology International; 7, East Bank road, Sheffield, S2 3PL United Kingdom.

- Radyografik, manyetik parçacık veya ultrasonik testlere tabi tutulacak çelik döküm bileşenler, en az 3 S1 veya 4 S2 karşılaştırıcılarına uygun olmalıdır.

- Girici sıvı testine tabi tutulacak çelik döküm bileşenler, en az 3 S2 karşılaştırıcısına uygun olmalıdır.

Tablo 6.17 Manyetik parçacık testi için tavsiye edilen yüzey durumu

En küçük verinin ölçüleri [mm]	Yüzey karşılaştırıcıları (1)	
	BNIF (2)	SCRATA (2)
1,5	1S1 – 2S1 3S2 – 4S2	–
2	2S1 – 3S1 4S2 – 5S2	A2 H2
≥ 3	Belirli değil (pürüzlü yüzey)	A3 – A4 H3
(1) *EN 1370'e bakınız.* **(2)** *EN 1369 – Ek A'ya bakınız.*		

Tablo 6.18 Girici sıvı testi için tavsiye edilen yüzey durumu

En küçük verinin ölçüleri [mm]	Yüzey karşılaştırıcıları (1)	
	BNIF (2)	SCRATA (2)
1,5	1S1 – 2S1 3S2 – 4S2	A1 H1
2	2S1 – 3S1 4S2 – 5S2	A2 H2
≥ 3	Belirli değil (pürüzlü yüzey)	A3 – A4 H3
(1) *EN 1370'e bakınız.* **(2)** *EN 1371-1, Ek A'ya bakınız.*		

5. Gözle muayene (VT)

5.1 Üretici, çelik döküm bileşenin her üretim aşamasında dış durumu ve ölçülere uygunluğunu doğrulayacaktır. Küçük kum ve cüruf kalıntıları, küçük hatalar ve kopmalar gibi küçük döküm hataları, teste etki ettikleri taktirde, temizlenecektir.

5.2 Malzeme ile ilgili olarak kullanılabilirliğe ve işlenebilirliğe etki eden devamsızlıklara (metalik olmayan büyük kalıntılar, kavitasyon, gaz delikleri veya çatlaklar gibi) izin verilmez ve bunlar onarılmamalıdır.

5.3 **TL** ile özel anlaşma halinde veya siparişte belirtilmesi durumunda, Tablo 6.19'a göre karşılaştırıcılar vasıtasıyla yüzey durumu değerlendirmesi yapılabilir (EN 1370'e bakınız).

5.4 Sörveyör, **TL** kabul testi sertifikasında gözle muayeneyi belgelendirir. Örneğin; test sertifikasına aşağıda belirtilen metin yazılabilir:

"Yukarıda belirtilen çelik döküm bileşenler gözle muayene edilmiştir. Öngörülen istekler sağlanmıştır."

5.5 Sipariş sahibinin talebi halinde, üretici; testin ayrıntılarını, öngörülen şiddet derecelerini ve test sonuçlarını içeren bir test raporu düzenlenecektir.

6. Manyetik parçacık testi (MT)

6.1 Test edilecek çelik döküm bileşenin yüzeyleri; yağ, gres, kalıp malzemesi artıkları, pas, kir ve diğer maddelerden arınmış olmalıdır.

İstenilen yüzey durumu; raspalama, taşlama veya işleme ile elde edilebilir. Uyulması gereken yüzey pürüzlüğü, karşılıklı olarak kararlaştırılabilir.

6.2 Siyah manyetik parçacıklar kullanıldığında, test edilecek yüzey, mümkün olduğunca ince uygulanmış (maksimum 20 μm) sabit beyaz boya ile kaplanacaktır. Test hassasiyetinin azalmasına dikkat edilmelidir.

6.3 Su verilmiş ve temperlenmiş durumdaki çelik döküm bileşenlerin yüzeyinde, alternatif akımla mıknatıslama yapılırken, yanık izlerini önlemek üzere, yalnızca kolay-alüminyum alaşımlarından yapılan eriyebilir besleme elektrodları kullanılacaktır.

Yüzeyde, görünür temas noktaları, gerekirse taşlanacak ve boyunduruk manyetizasyonu ile tekrar test edilecektir.

İşlenmiş yüzeylerde, sadece boyunduruk

manyetizasyonu ile yapılan testlere izin verilir.

6.4 Manyetik parçacık testinin verileri, Tablo 6.20, 6.21 ve 6.22'ye göre tipleri, boyutları ve adetleri yönlerinden değerlendirilecektir. Bununla ilgili referans alanı 105 mm x 148 mm (DIN A6 ölçüsü) boyutlarında bir dikdörtgen olacak ve her durum için en olumsuz alana yerleştirilecektir (en fazla sayıdaki veri olan alan). Ayrıca, değerlendirme için, EN 1369'daki referans şekillere başvurulacaktır.

6.5 Manyetik parçacık testinin verilerinin tanımı

6.5.1 Doğrusal olmayan veriler (SM)

Eğer uzunluk (L), genişliğin (W) 3 katından küçükse, veriler; doğrusal olmayan veriler olarak değerlendirilecektir.

Doğrusal olmayan verilerin sembolü SM'dir (S; yüzey ve M : manyetik parçacık).

6.5.2 Doğrusal veriler (LM)

Eğer uzunluk (L), genişliğin (W) 3 katına eşit veya büyükse veriler; doğrusal veriler olarak değerlendirilecektir.

Doğrusal verilerin sembolü LM'dir (L : doğrusal, M : manyetik parçacık)

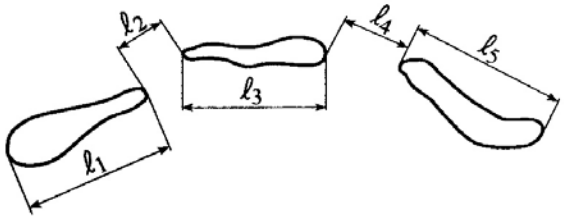
6.5.3 Sıralanmış veriler (AM)

Aşağıdaki durumlarda veriler; sıralanmış veriler olarak değerlendirilecektir:

- Doğrusal olmayan : veriler arasındaki mesafe 2 mm.'den azdır ve en az 3 veri kaydedilmiştir.

- Doğrusal : 2 veri arasındaki mesafe, bir doğru üzerindeki en uzun devamsızlığın L boyundan küçüktür.

Sıralanmış veriler, tek bir veri olarak kabul edilir. Bunun uzunluğu, bu hattın toplam boyu L'ye eşittir, Şekil 6.3'e bakınız.



Şekil 6.3 L için örnek

Sıralanmış verilerin sembolü AM'dir. (A: Sıralanmış, M: Manyetik parçacık).

Not :
Toplam boy L, ilk verinin başlangıcı ile son verinin sonu arasındaki mesafeye eşittir.

Örnek : $L = \ell_1 + \ell_2 + \ell_3 + \ell_4 + \ell_5$

6.6 Boyutları ve adetleri bakımından, öngörülen şiddet dereceleri ile ilgili istekleri aşan hatalara ve çatlaklara izin verilmez ve bunların giderilmesi gerekir. Onarılan bölgeler yeniden test edilecektir.

Tablo 6.19 Yüzey durumu için seçilen karıştırıcılara göre şiddet derecelerinin ayırımı

Kategori	Şiddet dereceleri			
	V1	V2	V3	V4
	"Technischen Empfehlung 359-1'e göre gösterimi (2)			
Yüzeye yakın kalıntılar	B 1	B 2	B 4	B 5
Gaz porozitesi **(1)**	C 1	C 2	C 3	C 4
Eksik döküm	D 1	D 2	D 5	-
Sıcak kopmalar	E 3	E 5	-	-
İnsertler	F 1	F 3	-	-
Kaynaklar	J 1	J 2	J 3	J 5

(1) *Gerekli şiddet derecesi her kategori için farklı olabilir.*
(2) *Standartlara atıflar için 4'e bakınız.*

7. Girici sıvı testi (PT)

7.1 Testler; girici sıvı giderici, girici sıvı ve developerden oluşan muayene sistemi ile yapılacaktır.

7.2 Test edilecek çelik döküm bileşenlerin yüzeyi, 6.1 ve 4'de belirtilen yüzey durumu ile ilgili isteklere uygun olacaktır.

7.3 Veriler; tipleri, boyutları ve adetleri bakımından Tablo 6.23, 6.24 ve 6.25'e göre değerlendirilecektir. Bununla ilgili referans alan 105 mm x 148 mm (DIN A6 ölçüsü) boyutlarında bir dikdörtgen olacak ve her durum için en az olumsuz alana yerleştirilecektir (en fazla sayıdaki veri olan alan). Ayrıca, değerlendirme için EN 1371-1 veya diğer tanınmış standartlardaki referans şekillere başvurulacaktır.

7.4 Girici sıvı testinin verilerinin tanımı

7.4.1 Doğrusal veriler (LP)

En büyük boyutlu veri, en küçük boyutun en az 3 katına eşittir, (yani L ≥ 3 W).

7.4.2 En büyük boyutlu veri, en küçük boyutun 3 katından küçüktür, (yani L < 3 W).

- Ayrılmış (SP)
- Kümülatif (CP): birçok veriye sahip alan, veriler arasındaki mesafe ölçülemez (tek bir veri şeklinde görünürler).

7.4.3 Sıralanmış veriler (AP)

- Doğrusal : 2 veri arasındaki mesafe, bir doğru üzerindeki en büyük hatanın boyundan küçüktür veya
- Doğrusal-olmayan: 2 veri arasındaki mesafe, 2 mm'den azdır ve en az 3 veri kaydetmiştir.

7.5 Boyutları ve adetleri bakımından, öngörülen şiddet dereceleri ile ilgili istekleri aşan hatalara ve malzemedeki devamsızlıklara (çatlaklar) izin verilmez ve giderilmesi gerekir.

Onarılan bölgeler yeniden test edilecektir. Bunun için aynı muayene sistemi kullanılmalıdır.

8. Ultrasonik Testler (UT)

8.1 Ultrasonik testler, tercihen, büyük et kalınlıklı çelik döküm bileşenlerde, üretim kaynaklarının muayenesinde ve hatanın kalınlığını ve boyutunu belirlemek üzere radyografik teste ilave olarak yapılır.

Tablo 6.20 Manyetik parçacık testi için devamsızlıkların tipi ve ilgili veriler

Devamsızlığın tipi	Sembol	Manyetik parçacık muayene verileri tipleri		
		Doğrusal-olmayan SM	Doğrusal LM	Sıralanmış AM
Gaz porozitesi	A	X	-	X
Kum ve cüruf kalıntısı	B	X	-	X
Çatlaklar	D	-	X	X
Soğuma çatlakları	E	-	X	X
Insertler	F	-	X	X
Eksik dökümler	H	-	X	X

Tablo 6.21 Manyetik parçacık testi için şiddet dereceleri-doğrusal olmayan ayrılmış veriler (SM)

Özellikler		Şiddet derecesi			
		SM 1	**SM 2**	**SM 3**	**SM 4**
Muayene yöntemi		gözle			
Manyetik parçacık verisinin gözlemlenmesinin büyütülmesi		1			
Dikkate alınacak en küçük verinin L_1 uzunluğu [mm]		1,5	2	3	5
Doğrusal olmayan veriler (SM)	İzin verilen maksimum toplam yüzey alanı [mm^2]	10	35	70	200
	İzin verilen maksimum tekil uzunluk L_2 [mm]	2 **(1)**	4 **(1)**	6 **(1)**	10 **(1)**

(1) *Belirtilen maksimum boyutlarda en fazla 2 veriye izin verilir.*
Not: *Sadece bu tabloda belirtilen değerler geçerlidir. EN 1369 Ek B ve C'de belirtilen referans şekiller sadece bilgi içindir.*

Tablo 6.22 Manyetik parçacık testi için şiddet dereceleri – Doğrusal (LM) ve sıralanmış (AM) veriler

Özellikler		Şiddet dereceleri							
		LM 1 AM 1		**LM 2 AM 2**		**LM 3 AM 3**		**LM 4 AM 4**	
Muayene yöntemi		gözle							
Manyetik parçacık verisinin gözlemlenmesinin büyütülmesi		1							
Dikkate alınacak en küçük verinin L_1 uzunluğu [mm]		1,5		2		3		5	
Verilerin düzenlenmesi **(1)** ayrılmış (I) veya kümülatif (C)		I	C	I	C	I	C	I	C
t, Et kalınlığına bağlı olarak izin verilen doğrusal (LM) ve sıralanmış (AM) verilerin maksimum boyu, L_2 [mm]	Et kalınlığı sınıf a t ≤ 16 mm	2 •	• 4	4 •	• 6	6 •	• 10	10 •	• 18
	Et kalınlığı sınıf b 16 mm < t ≤ 50 mm	3 •	• 6	6 •	• 12	9 •	• 18	18 •	• 27
	Et kalınlığı sınıf c t > 50 mm	5 •	• 10	10 •	• 20	15 •	• 30	30 •	• 45
Aşağıdaki Ek C		Şekil C.3		Şekil C.4		Şekil C.5		Şekil C.6	

(1) *Kümülatif uzunluğun hesaplanmasında, doğrusal ve sıralanmış veriler dikkate alınacaktır.*
Not :*Sadece bu tabloda belirtilen değerler geçerlidir. EN 1369 Ek C'de belirtilen referans şekilleri sadece bilgi içindir.*

Tablo 6.23 Girici sıvı testi için devamsızlıkların tipi ve ilgili veriler

Devamsızlığın tipi	Sembol	Girici sıvı testi verileri tipleri			
		Doğrusal – olmayan		Doğrusal	Sıralanmış
		Ayrılmış SP	Gruplaşmış CSP	LP	AP
Gaz porozitesi	A	X	X	-	X
Kum ve cüruf kalıntısı	B	X	X	-	X
Çatlaklar	D	-	-	X	X
Soğuma çatlakları	E	-	-	X	X
İnsertler	F	X	-	X	X
Eksik dökümler	H	-	-	X	X

Tablo 6.24 Girici sıvı testi için şiddet dereceleri – doğrusal olmayan (1), ayrılmış (SP) veya gruplaşmış (CP) veriler

Özellikler	Şiddet dereceleri			
	SP 1 CP 1	SP 2 CP 2	SP 3 CP 3	SP 4
Muayene yöntemi	gözle			
Girici sıvı verisinin gözlemlenmesinin büyütülmesi	1			
Dikkate alınacak en küçük verinin çapı [mm]	1,5	2	3	5
İzin verilen doğrusal-olmayan verilerin maksimum adedi	8	8	12	20
Devamsızlığın maksimum boyutu A, B ve F verileri [mm] - Ayrılmış veriler SP - Gruplaşmış veriler CP	 3 10	 6 16	 9 25	 14 -

(1) *L verinin boyu, W genişliği olmak üzere, L ≤ 3 W olacak şekilde.*

Not :*Sadece bu tabloda belirtilen değerler geçerlidir. EN 1371-1, Ek B ve C'de belirtilen referans şekilleri sadece bilgi içindir.*

Tablo 6.25 Girici sıvı testi için şiddet dereceleri - doğrusal (LP) ve sıralanmış (AP) veriler (1)

Özellikler		Şiddet dereceleri							
		LP 1 AP 1		LP 2 AP 2		LP 3 AP 3		LP 4 AP 4	
Muayene yöntemi		gözle							
GİRİCİ SIVI verisinin gözlemlenmesinin büyütülmesi		1							
Dikkate alınacak en küçük verinin L_1 uzunluğu [mm]		1,5		2		3		5	
Verilerin düzenlenmesi ayrılmış (I) veya kümülatif		I	C	I	C	I	C	I	C
t, Et kalınlığına bağlı olarak izin verilen doğrusal (LP) ve sıralanmış (AP) verilerin maksimum boyu, [mm]	Et kalınlığı sınıf a t ≤ 16 mm	2 O	O 4	4 O	O 6	6 O	O 10	10 O	O 18
	Et kalınlığı sınıf b 16 mm < t ≤ 50 mm	3 O	O 6	6 O	O 12	9 O	O 18	18 O	O 27
	Et kalınlığı sınıf c t > 50 mm	5 O	O 10	10 O	O 20	15 O	O 30	30 O	O 45
Aşağıdaki Ek D		Şekil D.3		Şekil D.4		Şekil D.5		Şekil D.6	

(1) *Sıralanmış verilerin L uzunluğu, ilk devamsızlığın başlangıç noktası ile son devamsızlığın son ucu arasındaki mesafedir (L≥3W)*

Not :*Girici sıvı verileri bir zaman sürecinde artabilir ve bu durum dikkate alınmalıdır.*

Not : *Sadece bu tabloda belirtilen değerler geçerlidir. EN 1371-1 Ek D'de belirtilen referans şekilleri sadece bilgi içindir.*

8.2 Tüm çelik döküm bileşenler, ısıl işlem uygulanmış halde teste tabi tutulacaktır. Kural olarak, östenitik ve östenitik-ferritik çelik döküm kaliteleri için ultrasonik testler dikkate alınmaz.

8.3 Test edilecek alanlarda, çelik döküm bileşenin yüzeyi, probun hatasız görev görmesini sağlayacak şekilde olacaktır. Bunun için, yüzeyde kalıp malzemesi artıkları, pas, toz ve teması etkileyeceği diğer maddeler bulunmayacaktır.

Madde 4'e göre uyulması gereken yüzey pürüzlüğü hakkında anlaşmaya varılabilir.

8.4 Ferritik çelik döküm bileşenler, belirli et kalınlığı rejimi için 3 mm, ve 4 mm ve 6 mm çapında disk şekilli reflektörlerin kesinlikle doğrulanması halinde ultrasonik teste tabi tutulacaktır, Tablo 6.26'ya bakınız. Doğrulanacak en küçük disk şekilli reflektörlerin eko yüksekliği, incelenecek kalınlık rejiminin sonunda fiktif ekodan en az 6 dB yüksek olacaktır. Yukarıda belirtilen koşulların sağlandığı, testlerle **TL** sörveyörüne kanıtlanacaktır.

8.5 Mümkünse, test edilecek bölgeler, her iki taraftan teste tabi tutulacaktır. Belirleyici probların yanına sadece bir taraftan ulaşmak mümkünse, yüzeye yakın düzgünsüzlükleri algılamak için SE problar kullanılacaktır. SE problarla test sadece 50 mm kalınlıklara kadar uygundur**.**

8.6 Satın alıcı ve üretici tarafından başka şekilde anlaşmaya varılmamışsa, tüm çelik döküm bileşenler için, ilave olarak, 50 mm derinliğe kadar SE düz hüzmeli ve/veya açılı problarla, aşağıdaki bölgeler de test edilecektir:

- Yivler, et kalınlığı geçişleri, dış soğutma gövdeli bölgeler,
- Üretim kaynakları, kaynak kenarları ve özel kenar bölgeleri,
- Derinliği 50 mm'den fazla olan üretim kaynakları, ilave olarak, diğer açılı problarla test edilecektir.

8.7 Tablo 6.27'ye belirtilen kayıt seviyelerine eşit veya onları aşan tüm eko verileri ve arka cidar eko zayıflamaları kaydedilecektir.

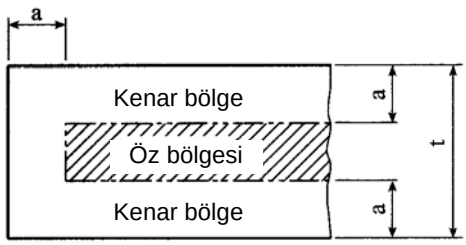
Tablo 6.26 EN 12680-1'e göre ultrasonik test edilebilirlik istekleri

Et kalınlığı [mm]	Algılanabilen en küçük düz-dipli delik çapı
≤ 300	3
> 300 to ≤ 400	4
> 400 to ≤ 600	6

Tablo 6.27 EN 12680-1'e göre ferritik çelik dökümlerin ultrasonik testleri için kayıt düzeyleri

Et kalınlığı [mm]	Muayene edilen alan	Ölçülebilir boyutu olmayan reflektörler eşdeğer düz-dipli deliğin çapı (1) min. [mm]	Ölçülebilir boyutu olan reflektörler eşdeğer düz-dipli deliğin çapı (1) min. [mm]	Arka cidarın eko zayıflaması min. [mm]
≤ 300	-	4	3	12
≤ 300, ≤ 400	-	6	4	
> 400, ≤ 600	-	6	6	
-	Şiddet derecesi 1 alanlar	3	3	6
-	Özel kenar bölgesi	3	3	-

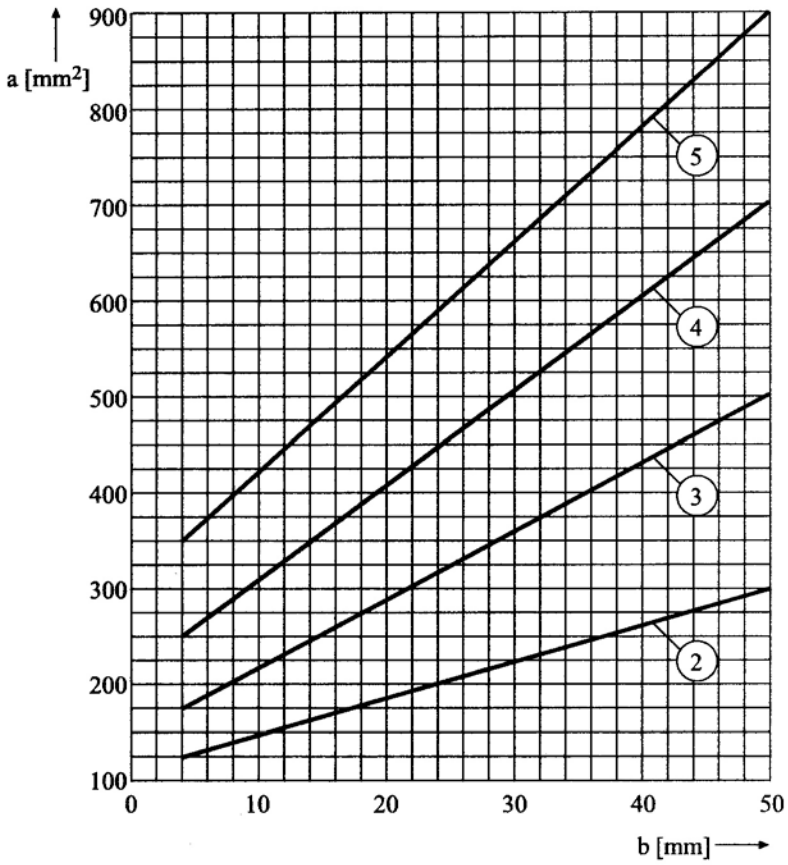
(1) *Düz-dipli delik çapının, yandan delinmiş delik çapına dönüşümü formülü için, EN 12680-1'e bakınız.*



a = t/3 (maks. 30 mm)

(cidarların sınıflandırılması, montaja hazır çelik döküm bileşenin boyutları ile ilgilidir).

Şekil 6.4 Cidarların bölgelere ayrılması



Anahtar

UV 2 Şiddet derecesi 2

UV 3 Şiddet derecesi 3

UV 4 Şiddet derecesi 4

UV 5 Şiddet derecesi 5

a Kabul edilebilir en büyük veri alanı [mm^2]

b Test yüzeyinden mesafe [mm]

Ölçülebilir boyutlu verilere, şiddet derecesi 1 için izin verilmez.

Şekil 6.5 Genelde kalınlığa dik doğrultuda yer alan, açılı problarla algılanan, EN 12680-1'e göre tekil düzlemsel verilere ait ultrasonik testler için kabul kriterleri

Tablo 6.28 EN 12680-1'e göre hacimsel devamsızlıklarla ilgili ultrasonik testler için kabul sınırları

Özellikler	Birim	Bölge (Şekil 6.2'ye bakınız)	Şiddet derecesi									
			UV 1	UV 2			UV 3			UV 4		
Muyene edilen alanda döküm et kalınlığı	mm		-	≤50	>50 ≤100	>100 ≤600	≤50	>50 ≤100	>100 ≤600	≤50	>50 ≤100	>100 ≤600
Ölçülebilir boyutu olmayan reflektörler												
Eşdeğer düz-dipli deliğin en büyük çapı	mm	Kenar	3	1								
		Öz										
100 mm.'lik bir çerçevede kaydedilecek devamsızlık adedi	-	Kenar	3 **(2)**	3	5		6		6	Kriter olarak kullanılmaz		
		Öz		Kriter olarak kullanılmaz								
Ölçülebilir boyutu olan reflektörler												
Eşdeğer düz-dipli deliğin en büyük çapı	mm	Kenar	3	1								
		Öz										
Devamsızlığın cidara dik doğrultudaki maksimum boyut değerleri	-	Kenar	İzin verilmez	Bölge kalınlığının % 15'i								
		Öz		Et kalınlığının % 15'i								
Ölçülebilir genişliği olmayan maksimum uzunluk	mm	Kenar		75	75	75	75	75	75	75	75	75
		Öz		75	75	100	75	75	120	100	100	150
En büyük tekil alan **(3) (4)**	mm^2	Kenar		600	1000	1000	600	2000	2000	2000	2000	2000
		Öz		10000	10000	15000	15000	15000	20000	15000	15000	20000
Referans alan için en büyük toplam alan **(3)**	mm^2	Kenar		10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	15000	15000
		Öz		10000	15000	15000	15000	20000	20000	15000	20000	20000
Referans alanı	mm^2	-		150000 ≈ (390 mm · 390 mm)			100000 ≈ (320 mm · 320 mm)					

(1) *50 mm'den fazla olmayan et kalınlığı için, 8 mm'den büyük düz-dipli delikler kabul edilir.*
50 mm'den fazla et kalınlığı için, kenar bölgesindeki 8 mm'den büyük düz-dipli deliklerin kabulü, üretici ile sipariş sahibi arasında kararlaştırılacaktır.

(2) *Öz bölgesi ve kenar bölgede birikmiş.*

(3) *25 mm'den daha yakın aralıklı veriler, tek bir devamsızlık kabul edilecektir.*

(4) *Eğer öz bölgesindeki veriler, et kalınlığının %10'nunu geçmeyen tekil bir reflektörden kaynaklanıyorsa (örneğin; merkez hattı çekmesi), şiddet derecesi 2÷4 için, bu tabloda belirtilenden %50 fazla değerler kabul edilir ve şiddet derecesi 5'de sınır belirtilmemiştir.*

8.8 Tablo 6.28 veya Şekil 6.5'e belirtilen sınır değerleri aşan verilere izin verilmez ve sörveyör tarafından çelik döküm bileşenin reddine neden olur. Ancak, sipariş sahibi ve **TL** tarafından yapılan ayrıntılı veri değerlendirmesinden sonra, onarım yapılmadığı hallerde, çelik döküm bileşenin kullanımının önemli derecede etkilenmeyeceğinin kanıtlanması veya onarım yapılması durumunda çelik dökümün kabulü mümkündür. Son durumda test tekrarlanacaktır.

8.9 Tablo 6.28'e göre kabul kriterlerinin belirlenmesi için, döküm Şekil 6.4'e göre kenar ve öz bölgelerine ayrılacaktır.

9. Radyografik Testler (RT)

9.1 Radyasyon kaynağının seçimi, gerekli test kategorisine ve incelenecek et kalınlığına bağlıdır, Tablo 6.29'a bakınız. Ultrasonik testlerin verilerinin değerlendirilmesi ile ilgili olarak tereddüt varsa, gerektiği taktirde, ultrasonik teste ilave olarak radyografik test yapılacaktır.

9.2 Tipleri ve boyutları yönünden, gerekli test kategorisi ile ilgili Tablo 6.30'da belirtilen izin verilen maksimum değerler aşan verilere izin verilmez ve bileşenin sörveyör tarafından reddine neden olur. Ancak, sipariş sahibi ve **TL** tarafından yapılan ayrıntılı veri değerlendirmesinden sonra, onarım yapılmadığı hallerde, çelik döküm bileşenin kullanımının önemli derecede etkilenmeyeceğinin kanıtlanması veya onarım yapılması durumunda çelik kabulü mümkündür. Son durumda test tekrarlanacaktır.

Tablo 6.29 ISO 5579 ve EN 12681'e göre test sınıfı ve incelenen kalınlığa bağlı olarak radyasyon kaynağı

Radyasyon kaynağı	İncelenen kalınlık ω [mm]	
	Sınıf A	Sınıf B
TM 170	w ≤ 5	w ≤ 5
Yb 169	1 ≤ w ≤ 15	2 ≤ w ≤ 15
Se 75	10 ≤ w ≤ 40	14 ≤ w ≤ 40
Ir 192	20 ≤ w ≤ 100	20 ≤ w ≤ 90
Co 60	40 ≤ w ≤ 170	60 ≤ w ≤ 150
Enerjisi 1 Mev ÷ 4 MeV olan x-ışını donanımı	30 ≤ w ≤ 200	50 ≤ w ≤ 180
Enerjisi 4 Mev ÷ 12 MeV olan x-ışını donanımı	w ≥ 50	w ≥ 80
Enerjisi 12 MeV'un üzerinde olan x-ışını donanımı	w ≥ 80	w ≥ 100

Tablo 6.30 Radyografik testler için izin verilen maksimum hatalar

Kusur				Şiddet derecesi için izin verilen maksimum hata			
Tip	**ASTM'ye göre kod harfi (1)**	**Et kalınlığı [mm]**	**ASTM'ye göre değerlendirme (1)**	**RV 1**	**RV 2 (2)**	**RV 3 (2)**	**RV 4 (2)**
Üfleme delikleri	A	50'ye kadar	E 446	A1	A3	A3	A4
		>50 ≤ 115	E 186	A1	A3	A3	A4
		>115 ≤300	E 280	**(3)**	A3	A3	A4
Metalik olmayan kalıntılar	B	50'ye kadar	E 446	B1	B3	B3	B4
		>50 ≤ 115	E 186	B1	B3	B3	B4
		>115 ≤300	E 280	**(3)**	B3	B3	B4
Çekme	C	50'ye kadar	E 446	Ca1, Cb1	Ca2, Cb2	Ca3, Cb3	Ca4, Cb4
		>50 ≤ 115	E 186	Cc1, Cd1	Cc2, Cd2	Cc3, Cd3	Cc4, Cd4
		>115 ≤300	E 280	Ca1, Cb1, Cc1	Ca2, Cb2, Cc2	Ca3, Cb3, Cc3	Ca4, Cb4, Cc4
				(3)	Ca2, Cb2, Cc2	Ca3, Cb3, Cc3	Ca4, Cb4, Cc4
Çatlaklar	D+E			İzin verilmez	İzin verilmez **(4)**	İzin verilmez **(4)**	İzin verilmez **(4)**
Kabarcıklar ve kokiller	F	50'ye kadar	E 446	İzin verilmez	İzin verilmez	İzin verilmez	F1 **(5)**
		>50 ≤ 115	E 186				F1 **(5)**
		>115 ≤300	E 280				F1 **(5)**

(1) *Başlık : ASTM-E 446-Kalınlığı 51 mm'ye kadar olan çelik dökümler için referans radyograflar.*
ASTM-E 186-Kalın etli çelik dökümler (51÷114 mm) için referans radyograflar.
ASTM-E 280-Kalın etli çelik dökümler (114÷305 mm) için referans radyograflar.

(2) *Eğer, örneğin; ultrasonik testle, hataların öz bölgesinde olduğu gösterilirse (Şekil 6.1), malzeme standardında veya siparişte aksi belirtilmedikçe, bir üst (nümerik) şiddet derecesi ile ilgili özellikler uygulanır.*

(3) *Dikkate alınacak değerler için anlaşmaya varılacaktır.*

(4) *Çatlak-mekanik testleri ile küçük nitelikli çatlaklar kanıtlanmadıkça.*

(5) *Kabarcıklar bulunabilir, ancak bunlar yüzeyde çatlak oluşmaksızın kaynatılacaktır.*

H. Tahribatsız Testlerin Gerekli Olduğu Çelik Döküm Bileşenlerin Listesi

Tablo 6.31 Kullanılacak test yöntemleri

Bileşenin adı	Kullanılacak test yöntemleri (1)				
	VT	MT	PT	UT	RT
Tekne ile ilgili yapısal elemanlar					
Kıç bodoslama	X	X	X **(2)**	X	X
Pervane şaft bosası	X	X	X **(2)**	X	X
Dümen boynuzu	X	X	X **(2)**	X	X
Dümen yatağı	X	X	X **(2)**	-	-
Dümen kaplini	X	X	X **(2)**	X	X
Şaft braketi	X	X	X **(2)**	X	-
Dümen şaftı	X	X	-	X	-
Yeke	X	X	X **(2)**	X	-
Dizel makinası parçaları					
Piston kafası	X	X **(4)**	-	X **(4)**	-
Silindir kaveri	X	X **(4)**	-	X **(4)**	-
Kemşaft tahrik dişlisi ve zincir dişlisi	X	X **(4)**	-	X	-
Krank vebleri ve boşlukları	X	X	-	X	-
Konektin rodlar	X	X	-	X	-
Yatak enine kirişleri	X	X	-	X	-
Ana, kroset ve piston rodu yatakları için yataklar ve yatak kaverleri	X	X	-	X	-
Start valfi gövdeleri	X	X	-	-	X
Sevk tesisinin diğer bileşenleri					
Türbin gövdeleri	X	X	-	X	X
Dişli çarklar	X	X	-	X	X
Valf gövdeleri					
NW ≥ 200 olan sınıf I **(3)** borular için valf gövdeleri	X	X	-	-	X **(3)**

(1) *Öngörülen alanlarda test.*

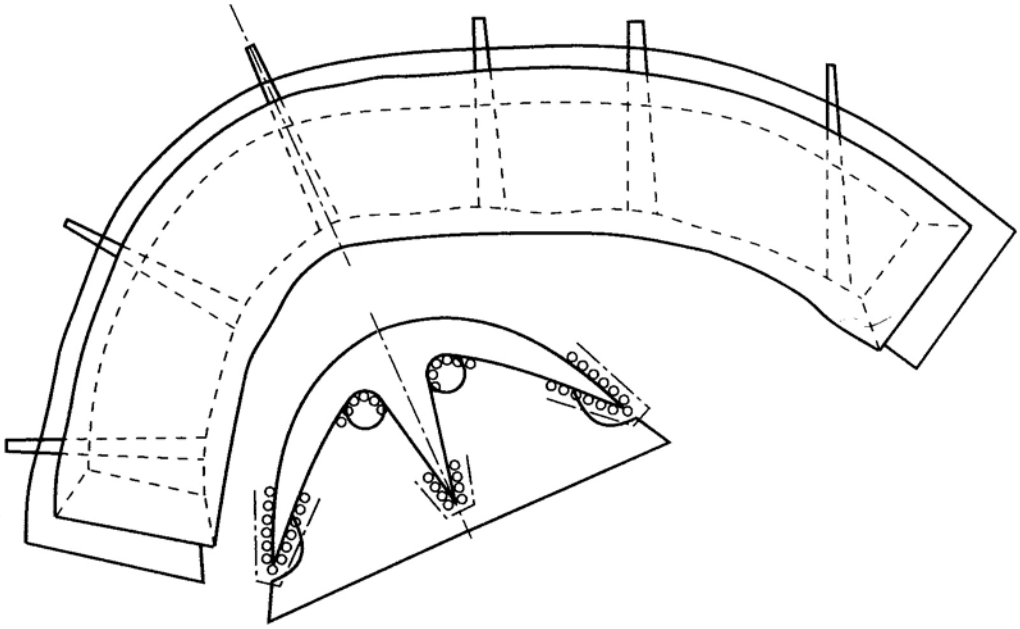
(2) *MT yerine PT kullanılabilir.*

(3) *Test planına göre rastgele test.*

(4) *Silindir çapı > 400 mm olan dizel makinalar için.*

I. Tekne Yapısal Elemanları için Test Yönergeleri

Şekil 6.6 ÷ 6.13'de tahribatsız testlerle ilgili ayrıntılar verilmiştir.



Test kapsamı:

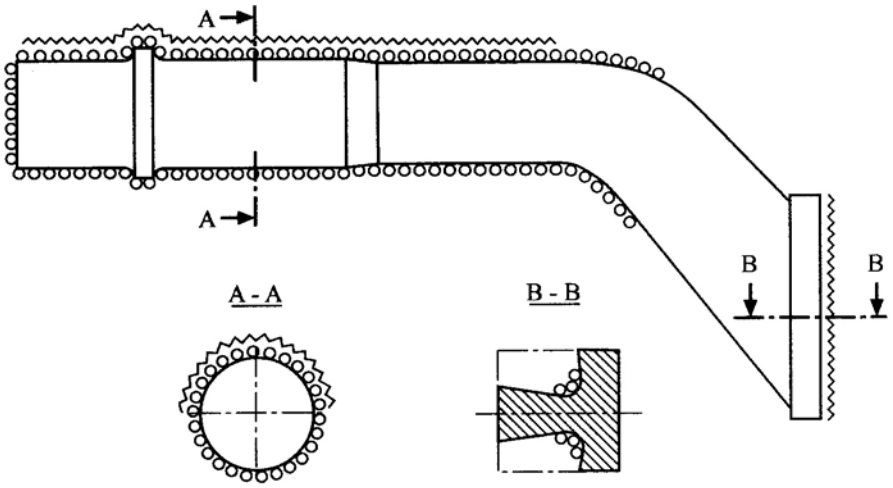
Gözle muayene	: Tüm yüzey
Manyetik parçacık testi	: Kaynak kenarları (oooooo)
Radyografik testler	: Kaynak kenarları (–·–·–)
Ultrasonik testler	: Kaynak kenarları (–·–·–), geometrinin elverişli olması durumunda

Şiddet dereceleri:

Gözle muayene	: Kaynak kenarları için V1, kalan alanlarda V3
Manyetik parçacık testi	: Kaynak kenarları için SM1, LM1, AM1, kalan alanlarda SM2, LM2, AM2
Radyografik testler	: 50 mm kalınlığa kadar RV1 50 mm'nin üzerindeki kalınlıklarda RV2 **(1)**
Ultrasonik testler	: 50 mm'nin üzerindeki kalınlıklar **(1)** için radyografik test yerine, UV2

(1) *Kalınlık = Test edilecek alanda döküm bileşenin kalınlığı.*

Şekil 6.6 Kıç bodoslama için test yönergesi



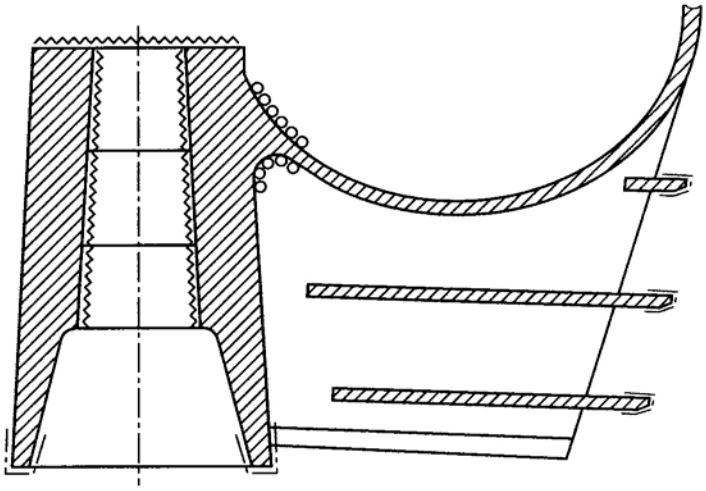
Test kapsamı:

Gözle muayene	: Tüm yüzey
Manyetik parçacık testi	: (oooooo) ile işaretli alanlar
Radyografik testler	: (^^^^^^^^) ile işaretli alanlar
Ultrasonik testler	: Kaynak kenarları (–·–·–), geometrinin elverişli olması durumunda

Şiddet dereceleri:

Gözle muayene	: V2 (oooooo)
Manyetik parçacık testi	: SM2, LM2, AM2 (oooooo)
	SM3, LM3, AM3 kalan alanlar
Ultrasonik testler	: UV2

Şekil 6.7 Dümen rodu için test yönergesi



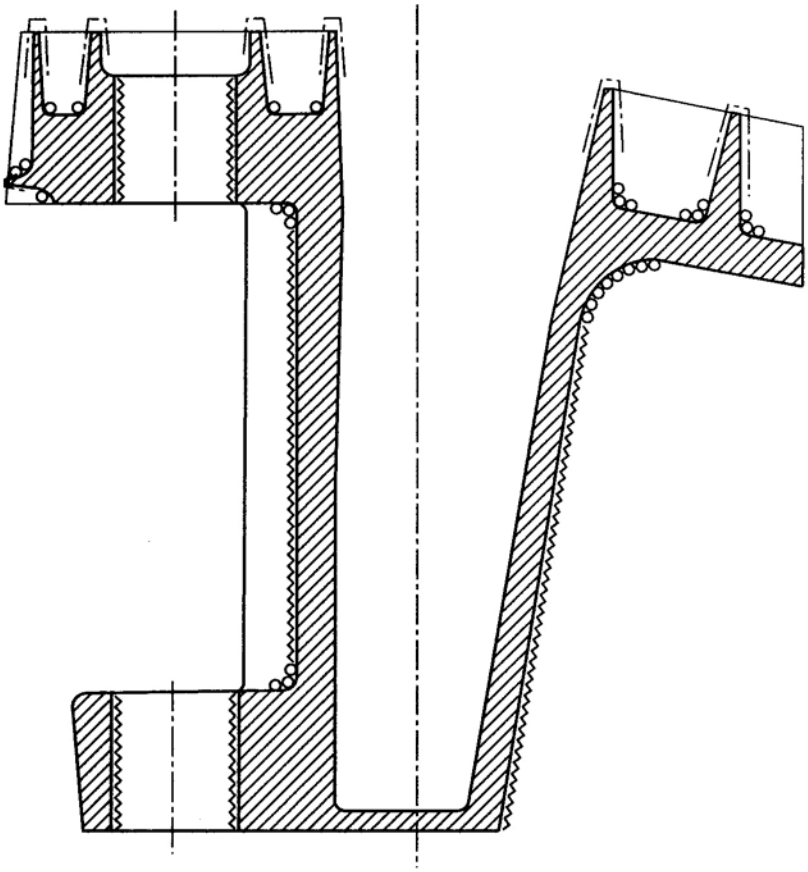
Test kapsamı:

Gözle muayene	: Tüm yüzey
Manyetik parçacık testi	: Kaynak kenarları (–·–·–), (oooooo)
Radyografik testler	: Kaynak kenarları (–·–·–)
Ultrasonik testler	: (^^^^^^^^) ile işaretli alanlar

Şiddet dereceleri:

Gözle muayene	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için V1
	(^^^^^^^^) ile işaretli alanlar için V2
	kalan alanlar için V3
Manyetik parçacık testi	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için SM1, LM1, AM1
	(oooooo) ile işaretli alanlar için SM2, LM2, AM2,
	kalan alanlar için SM3, LM3, AM3
Radyografik testler	: 50 mm kalınlığa kadar RV1
	50 mm'nin üzerindeki kalınlıklarda RV2
Ultrasonik testler	: 50 mm'nin üzerindeki kalınlıklar için radyografik test yerine, UV2

Şekil 6.8 Pervane bosası için test yönergesi



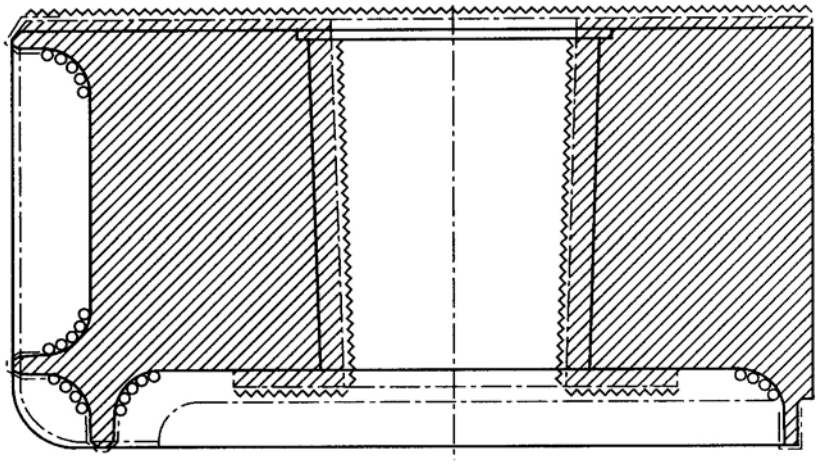
Test kapsamı:

Gözle muayene	: Tüm yüzey
Manyetik parçacık testi	: Kaynak kenarları (–·–·–), (oooooo)
Radyografik testler	: Kaynak kenarları (–·–·–)
Ultrasonik testler	: (^^^^^^^^) ile işaretli alanlar

Şiddet dereceleri:

Gözle muayene	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için V1
	(^^^^^^^^) ile işaretli alanlar için V2
	kalan alanlar için V3
Manyetik parçacık testi	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için SM1, LM1, AM1
	(oooooo) ile işaretli alanlar için SM2, LM2, AM2,
	kalan alanlar için SM3, LM3, AM3
Radyografik testler	: 50 mm kalınlığa kadar RV1
	50 mm'nin üzerindeki kalınlıklarda RV2
Ultrasonik testler	: 50 mm'nin üzerindeki kalınlıklar için radyografik test yerine, UV2

Şekil 6.9 Dümen boynuzu için test yönergesi



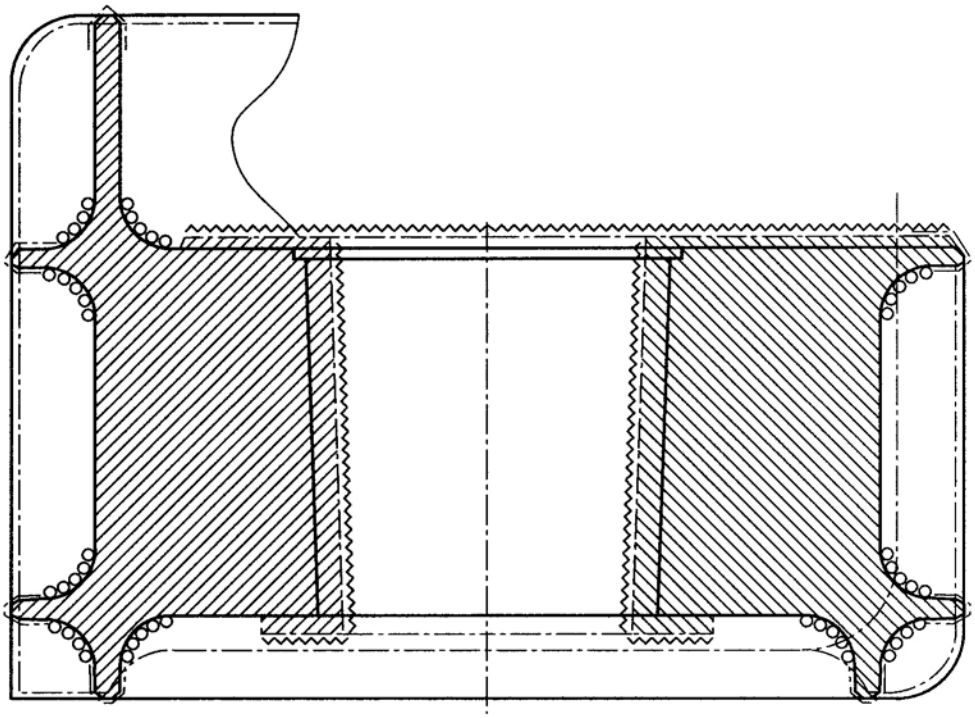
Test kapsamı:

Gözle muayene	: Tüm yüzey
Manyetik parçacık testi	: Kaynak kenarları (–·–·–), (oooooo)
Radyografik testler	: Kaynak kenarları (–·–·–)
Ultrasonik testler	: (^^^^^^^^) ile işaretli alanlar

Şiddet dereceleri:

Gözle muayene	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için V1 kalan alanlar için V2
Manyetik parçacık testi	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için SM1, LM1, AM1 (oooooo) ile işaretli alanlar için SM2, LM2, AM2, kalan alanlar için SM3, LM3, AM3
Radyografik testler	: 50 mm kalınlığa kadar RV1 50 mm'nin üzerindeki kalınlıklarda RV2
Ultrasonik testler	: 50 mm'nin üzerindeki kalınlıklar için radyografik test yerine, UV2

Şekil 6.10 Üst dümen kaplini için test yönergesi



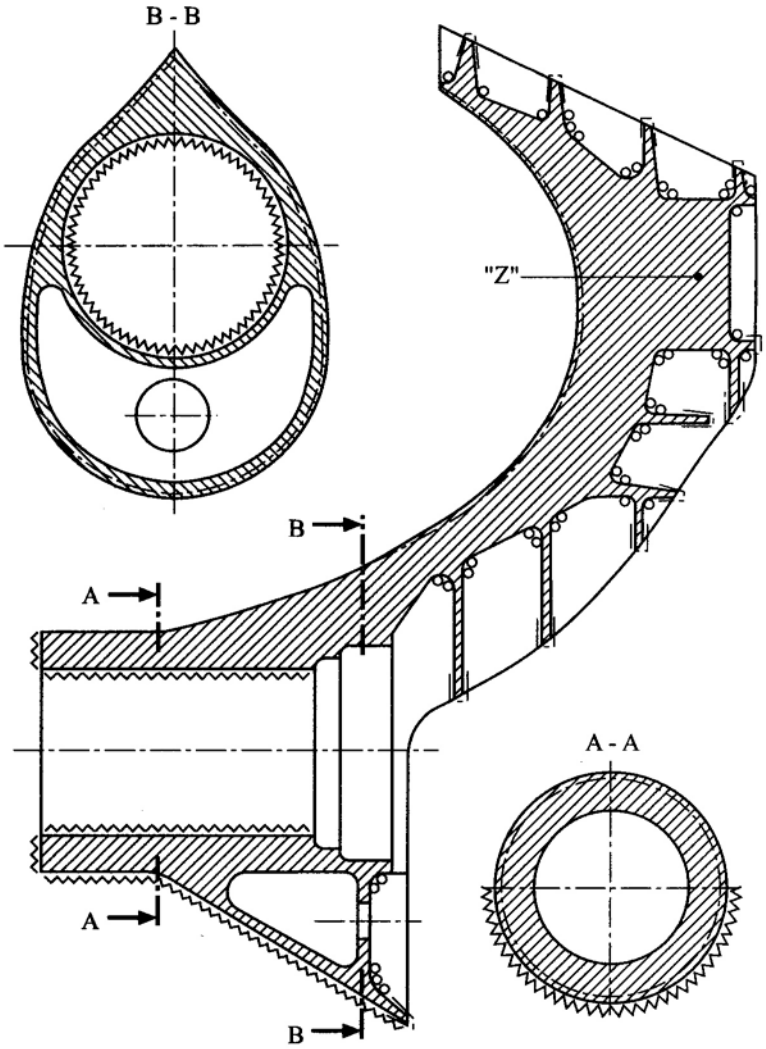
Test kapsamı:

Gözle muayene	: Tüm yüzey
Manyetik parçacık testi	: Kaynak kenarları (–·–·–), (oooooo)
Radyografik testler	: Kaynak kenarları (–·–·–)
Ultrasonik testler	: (^^^^^^^^) ile işaretli alanlar

Şiddet dereceleri:

Gözle muayene	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için V1 kalan alanlar için V2
Manyetik parçacık testi	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için SM1, LM1, AM1 (oooooo) ile işaretli alanlar için SM2, LM2, AM2, kalan alanlar için SM3, LM3, AM3
Radyografik testler	: 50 mm kalınlığa kadar RV1 50 mm'nin üzerindeki kalınlıklarda RV2
Ultrasonik testler	: 50 mm'nin üzerindeki kalınlıklar için radyografik test yerine, UV2

Şekil 6.11 Alt dümen kaplini için test yönergesi



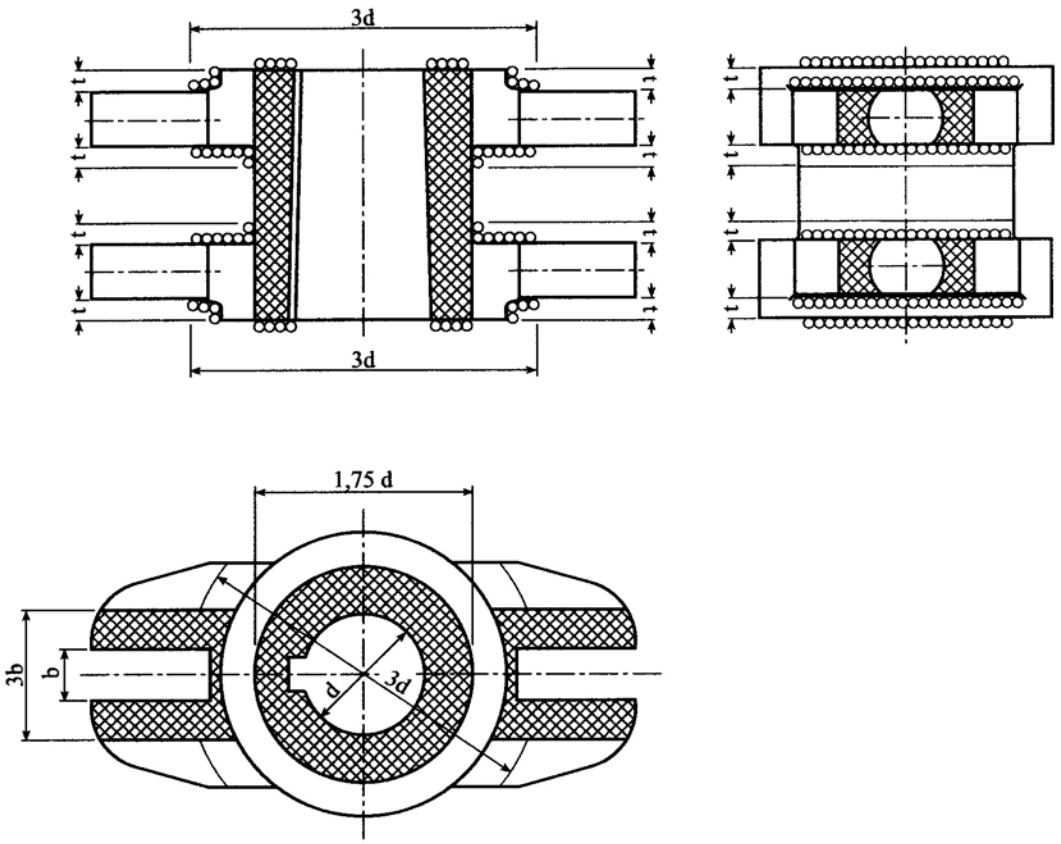
Test kapsamı:

Gözle muayene	: Tüm yüzey
Manyetik parçacık testi	: Kaynak kenarları (–·–·–), (oooooo)
Radyografik testler	: Kaynak kenarları (–·–·–)
Ultrasonik testler	: (^^^^^^^^) ile işaretli alanlar

Şiddet dereceleri:

Gözle muayene	: (–·–·–) için V1 kalan alanlar V2
Manyetik parçacık testi	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için SM1, LM1, AM1 (oooooo) ile işaretli alanlar için SM2, LM2, AM2, kalan alanlar için SM3, LM3, AM3
Radyografik testler	: 50 mm kalınlığa kadar RV1 50 mm'nin üzerindeki kalınlıklarda RV2
Ultrasonik testler	: 50 mm'nin üzerindeki kalınlıklar için radyografik test yerine, UV2

Şekil 6.12 Kıç bodoslama için test yönergesi



Test kapsamı:

Gözle muayene	: Tüm yüzey
Manyetik parçacık testi	: Kaynak kenarları (–·–·–), (oooooo)
Girici sıvı testi	: (oooooo)
Ultrasonik testler	: ▨ ile işaretli alanlar

Şiddet dereceleri:

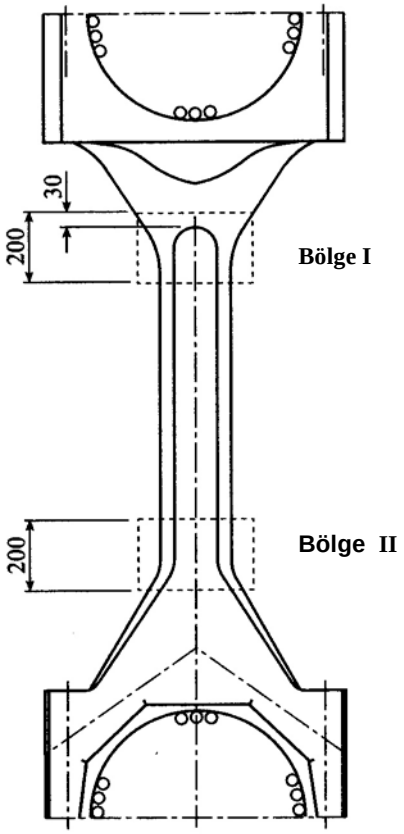
Gözle muayene	: V1 kama yuvası, delik: konik veya silindirik, kalan alanlar V2	
Manyetik parçacık testi veya girici sıvı testi	: SM1, LM1, AM1 SP1, CP1, LP1, AP1	Yeke kolları: Kayıcı parça ve yuvanın temas alanları, alt ve üst düzlem alanları
Manyetik parçacık testi veya girici sıvı testi	: SM1, LM1, AM1 kalan alanlar SP1, CP1, LP1, AP1 kalan alanlar	
Ultrasonik testler	: UV2 Kayıcı kısmın belirtilen alanları / bölgeleri, yüzey işlemeden önce test edilecektir. Kalan alanlar UV3	

Çatlaklara izin verilmez. İşlenmiş alanlarda açık kum izleri bulunmamalıdır. Veriler olduğu gibi bırakılacaksa, taşlama veya kaynağa **TL** tarafından karar verilir.

Şekil 6.13 Yeke için test yönergesi

J. **Dizel Makinası Parçaları için** Test Yönergeleri

Şekil 6.12 ve 6.13'de tahribatsız testlerle ilgili ayrıntılar verilmiştir.



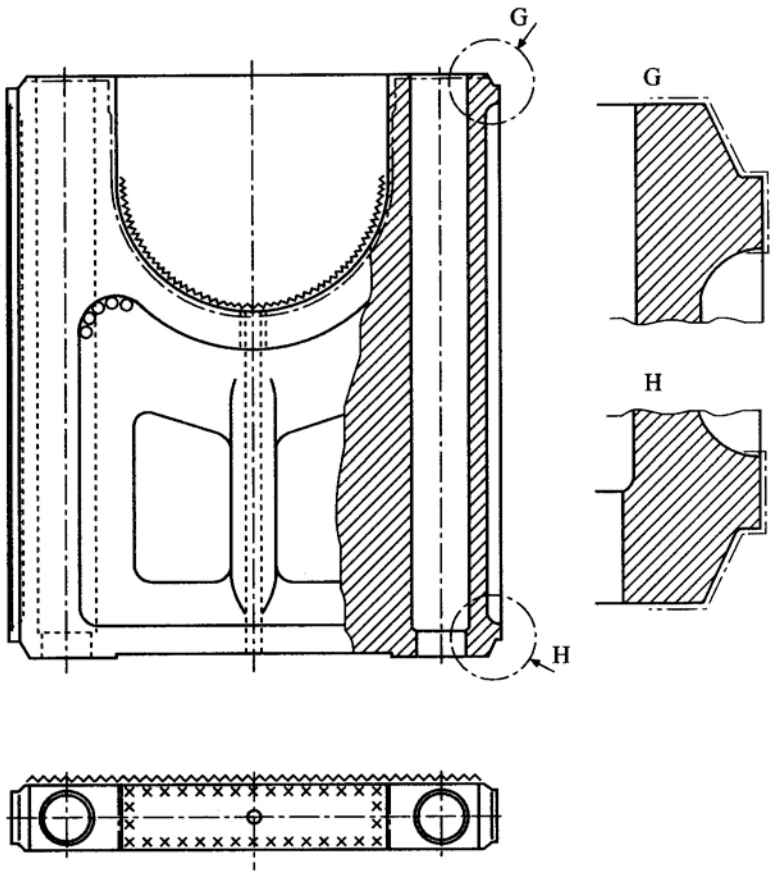
Test kapsamı:

Gözle muayene	: Tüm yüzey
Manyetik parçacık testi	: Tüm yüzey
Ultrasonik testler	: Şaft ve yatak alanları
Girici sıvı testi	: İşlenmiş yatak yüzeyleri (oooooo)

Şiddet dereceleri:

Gözle muayene	: Bölge I ve II için V1, kalan alanlar için V2
Manyetik parçacık testi	: Bölge I ve II için SM1, LM1, AM1 kalan alanlar için SM2, LM2, AM2
Ultrasonik testler	: Bölge I ve II için UV1, kalan alanlar için UV2
Girici sıvı testi	: (oooooo) ile işaretli alanlar için SP2, CP2, LP2, AP2

Şekil 6.14 Konektin rodlar için test yönergesi



Test kapsamı:

Gözle muayene	: Tüm yüzey
Manyetik parçacık testi	: Kaynaklı kenarlar (–·–·–), (oooooo)
Ultrasonik testler	: (^^^^^^^^) ile işaretli alanlar
Girici sıvı testi	: (xxxxxxxxxx) ile işaretli alanlar

Şiddet dereceleri:

Gözle muayene	: (–·–·–) için V1, kalan alanlar için V2
Manyetik parçacık testi	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için SM1, LM1, AM1 (oooooo) ile işaretli alanlar için SM2, LM2, AM2
Ultrasonik testler	: (–·–·–) ile işaretli alanlar için UV1 (^^^^^^^^) işaretli alanlar için UV2
Girici sıvı testi	: (xxxxxxxxxx) ile işaretli alanlar için SP2, CP2, LP2, AP2

Şekil 6.15 Ana yatak mesnetleri için test yönergesi

BÖLÜM 7

DÖKME DEMİRLER

Sayfa

A. Küresel veya Nodüler Grafit Demir Dökümler 7-2

1. Kapsam
2. Üretim
3. Dökme Demir Kaliteleri
4. Kimyasal Bileşim
5. Isıl İşlem
6. Mekanik özellikler
7. Test
8. Muayene
9. Metalografik muayeneler
10. Kusurlu dökümlerin onarımı
11. Dökümlerin belirlenmesi
12. Sertifikalandırma

B. Kır Dökme Demirler 7-10

1. Kapsam
2. İmalat
3. Dökümün Kalitesi
4. Kimyasal Kompozisyon
5. Isıl İşlem
6. Mekanik Özellikler
7. Testler
8. Muayene
9. Kusurlu dökümlerin onarımı
10. Dökümlerin Belirlenmesi
11. Sertifikalandırma

A. Küresel veya Nodüler Grafit Demir Dökümler

1. Kapsam

1.1 Tüm önemli küresel veya nodüler grafitli dökme demirler, aşağıdaki maddelerde belirtilen isteklere uygun olarak üretilecek ve test edilecektir.

1.2 Bu kurallar, dizayn ve kabul testlerindeki mekanik özelliklerinin sadece ortam sıcaklığında belirlendiği dökme demirlere uygulanır. Diğer uygulamalar için, özellikle dökümlerin düşük veya yüksek sıcaklıklı servislerde kullanımının öngörüldüğü hallerde, ilave istekler gerekebilir.

1.3 Alternatif olarak, buradaki kurallara eşdeğer olmaları veya **TL** tarafından özel olarak onaylanmaları veya gerekli bulunmaları koşuluyla, ulusal veya özel spesifikasyonlara uygun olan dökme demirler de kabul edilebilir.

1.4 Çok sayıda küçük döküm parçaların üretiminde, **TL**'nun onayına bağlı olarak, üretici testler ve muayeneler için alternatif prosedürler kullanabilir.

2. Üretim

2.1 Tüm önemli dökümler, üreticiler tarafından TL'nun uygun bulacağı şekilde kanıtlanmak üzere, gerekli üretim ve test donanımına sahip olan ve vasıflı personel gözetiminde çalışılan dökümhanelerde üretilecektir. TL prosedürlerine uygun olarak onay testleri için bir program gerekli olabilir.

2.2 Dökümlerdeki fazlalıkların giderilmesi için uygun mekanik yöntemler kullanılacaktır. Mekanik yöntemlerle ilgili ön işlemler hariç, sıcak kesme yöntemleri kabul edilmez.

2.3 Aynı tipten dökümlerin çok sayıda ve sürekli olarak üretildiği durumlarda üretici, prototip dökümlerin kalitesini kanıtlamak üzere gerekli tüm testleri ve üretim tekniklerinin etkinliğinin sürdürüldüğünü doğrulamak için periyodik muayeneleri yapacaktır. Sörveyörün bu testlere katılım olanakları sağlanacaktır.

3. Dökme Demir Kaliteleri

Tüm dökümler, servisteki kullanımlarına zarar verebilecek yüzeysel ve iç kusurlardan arınmış olacaktır. Yüzey işlemleri, bilinen yöntemlere ve onaylı planlardaki özel isteklere göre yapılacaktır.

4. Kimyasal Bileşim

4.1 Özel olarak aksine anlaşmaya varılmadıkça, kullanılan demirin kimyasal bileşimi üretici tarafından belirlenecektir. Üretici, dökümün kimyasal bileşimini, gerekli mekanik özellikler elde edilecek tarzda seçecektir. TL tarafından istenildiğinde, eriyiğin pota analizinin kimyasal bileşimi raporlanacaktır.

5. Isıl İşlem

5.1 5.2'de belirtilen özel durumun dışında, dökme demirler döküldükleri halde ya da ısıl işlem uygulanmış olarak teslim edilebilirler. Isıl işlem türü onay testleri sırasında belirlenecektir.

5.2 Dökme demir kalitesi EN-GJS-350-22-LT-22-U-LT÷ EN-GJS-400-18-LT/-180-LT olan ve Tablo 7.1'e göre minimum çekme mukavemeti 350 ve 400 N/mm^2 özel kalite dökme demirlere ferritizasyon işlemi uygulanacaktır.

5.3 Bir dökümün yüzeyinin yerel olarak sertleştirilmesi öneriliyorsa, önerilen yöntemin tüm ayrıntıları ve özellikleri TL onayına sunulacaktır.

Döküm parçalardan, boyutsal ve geometrik kararlılık yönlerinden özel istekler isteniyorsa, gerekli ısıl işlemler, döküm parçaların mekanik olarak işlenmesinden önce yapılacaktır.

Döküm gerilmelerinin giderilmesi veya doğrultma amacıyla yapılacak ısıl işlemler, karakteristiklerin değişme durumu nedeniyle, 550°C'a kadar olan sıcaklıklarda yapılacaktır.

6. Mekanik özellikler

6.1 Tablo 7.1'de farklı mukavemet düzeylerine göre %0,2 uzama sınırı ve kopma uzaması için minimum

istekler verilir. Aynı zamanda Tablo 7.1'de tipik Brinell sertlik değerleri de verilmektedir ve sadece bilgi içindir.

6.2 Tablo 7.1'de genel sınırları verilen dökümler minimum çekme dayanımına göre temin edilebilir ama ilgili yapım kuralarının gereksinimlerine de bağlıdır.

6.3 Aksine bir anlaşma yoksa sadece çekme mukavemeti ve kopma uzaması belirlenmelidir. Tüm çekme testlerinin sonuçları Tablo 7.1'deki isteklere uygun olmalıdır.

6.4 Çekme testleri için yenileme testleri istekleri Bölüm 2'ye uygun olmalıdır.

6.5 DIN EN 1563'e göre küresel (nodüler) dökme demir

Standartta belirtilen ve ayrı dökülmüş örnekler için Tablo 7.2'de, birlikte dökülmüş örnekler için Tablo 7.3'de verilen istekler uygulanır.

Darbe enerjisi ile ilgili isteklerde, Tablo 7.4 ve 7.5'de belirtilen minimum değerler kanıtlanacaktır.

Grafit veya metalik matris yapısı ile ilgili olarak 4.3 ve 4.4'deki istekler ilave olarak uygulanır.

6.6 Grafit yapı

Üretim yöntemi, grafitin %90'ının EN ISO 945-1 Form VI'ya göre nodüler formda çökelmesini sağlayacaktır. Kalan grafit en az yukarıda belirtilen standarda göre form V yapısında olacaktır.

6.7 Metalik matris yapısı

Metalik ana madde Tablo 7.1'deki yapıya sahip olacaktır. Ferritik kalitedeki perlit oranı %10'u geçemez. Grafit ve metalik matris yapısı mikrograf ile kanıtlanacaktır.

7. Test

Aşağıda belirtilen testler yapılacaktır:

7.1 Kimyasal bileşim testi

Üretici, her ısıl işlem demetinin kimyasal bileşimini belirleyecek ve sörveyöre bildirecektir. Analiz raporu en az aşağıdaki elementleri kapsayacaktır:

C, Si, Mn, P, S ve Mg ile gerekli karakteristikleri sağlamak üzere eklendiğinde Ni ve Cu.

Tablo 7.1 Nodüler dökme demirlerin mekanik özellikleri ve yapısı

Minimum çekme mukavemeti R_m (1) [N/mm²]		$R_{p0,2}$ [N/mm²] min.	A [%] min.	Sertlik HB 10 (2) min.	Darbe enerjisi KV (3) [J] min.	Darbe enerjisi Test sıcaklığı [°C]	Metalik ana madde yapısı
Normal kaliteler	370	230	17	120-180	-	-	Ferrit
	400	250	12	140-200	-	-	Ferrit
	450	310	10	160-210	-	-	Ferrit
	500	320	7	170-240	-	-	Ferrit/perlit
	600	370	3	190-270	-	-	Ferrit/perlit
	700	420	2	230-300	-	-	Perlit
	800	480	2	250-350	-	-	Perlit/sorbit ya da temperlenmiş yapı
Özel kaliteler	350	220	22 **(4)**	110-170	17 (14)	-20	Ferrit
	400	250	18 **(4)**	140-200	14 (11)	-20	Ferrit

(1) *Dökme parçanın minimum çekme mukavemeti, tablodaki iki değer arasına gelirse, istekler enterpolasyonla bulunabilir.*
(2) *Değerler bilgi amacıyla verilmiştir. Test isteklerine bağlı değildir.*
(3) *3 Charpy V test numunesinde ölçülen ortalama değer. Bir tekil sonuç ortalama değerin altında olabilir, ancak parantez içindeki minimum değerden az olamaz.*
(4) *Birlikte dökülen örneklerde, uzama %2 az olabilir.*

Tablo 7.2 Ayrı dökülmüş test numunesinden belirlenen mekanik özellikler

Malzeme gösterimi		Çekme mukavemeti R_m [N/mm^2] min.	0,2 uzama sınırı $R_{p0,2}$ [N/mm^2] min.	Kopma uzaması A [%] min.	Metalik matris yapısı
Malzeme kodu	Numarası				
EN-GJS-350-22-LT **(1)**	EN-JS1015	350	220	22	Ferrit
EN-GJS-350-22-RT **(2)**	EN-JS1014	350	220	22	Ferrit
EN-GJS-350-22	EN-JS1010	350	220	22	Ferrit
EN-GJS-400-18-LT **(1)**	EN-JS1025	400	240	18	Ferrit
EN-GJS-400-18-RT **(2)**	EN-JS1024	400	250	18	Ferrit
EN-GJS-400-18	EN-JS1020	400	250	18	Ferrit
EN-GJS-400-15	EN-JS1030	400	250	15	Ferrit
EN-GJS-450-10	EN-JS1040	450	310	10	Ferrit
EN-GJS-500-7	EN-JS1050	500	320	7	Ferrit / Perlit
EN-GJS-600-3	EN-JS1060	600	370	3	Perlit / Ferrit
EN-GJS-700-2	EN-JS1070	700	420	2	Perlit
EN-GJS-800-2	EN-JS1080	800	480	2	Perlit

Not : *Bu malzemelere ait değerler, uygun sıcaklık iletkenliğine sahip kum kalıplarda dökülen ünitelere uygulanır.*

(1) *LT = Düşük sıcaklıklar için.*

(2) *RT = Oda sıcaklığı için.*

Tablo 7.3 Birleşik olarak dökülmüş test numunesi örneğinden belirlenen mekanik özellikler

Malzeme gösterimi		Belirlenen et kalınlığı t [mm]	Çekme mukavemeti R_m [N/mm²] min.	0,2 % uzama sınırı $R_{p0,2}$ [N/mm²] min.	Kopma uzaması A [%] min.
Malzeme kodu	Numarası				
EN-GJS-350-22U-LT **(1)**	EN-JS1019	t ≤ 30	350	220	22
		30 < t ≤ 60	330	210	18
		60 < t ≤ 200	320	200	15
EN-GJS-350-22U-RT **(2)**	EN-JS1029	t ≤ 30	350	220	22
		30 < t ≤ 60	330	220	18
		60 < t ≤ 200	320	210	15
EN-GJS-350-22U	EN-JS1032	t ≤ 30	350	220	22
		30 < t ≤ 60	330	220	18
		60 < t ≤ 200	320	210	15
EN-GJS-400-18U-LT **(1)**	EN-JS1049	t ≤ 30	400	240	18
		30 < t ≤ 60	390	230	15
		60 < t ≤ 200	370	220	12
EN-GJS-400-18U-RT **(2)**	EN-JS1059	t ≤ 30	400	250	18
		30 < t ≤ 60	390	250	15
		60 < t ≤ 200	370	240	12
EN-GJS-400-18U	EN-JS1062	t ≤ 30	400	250	18
		30 < t ≤ 60	390	250	15
		60 < t ≤ 200	370	240	12
EN-GJS-400-15U	EN-JS1072	t ≤ 30	400	250	15
		30 < t ≤ 60	390	250	14
		60 < t ≤ 200	370	240	11
EN-GJS-450-10U	EN-JS1132	t ≤ 30	450	310	10
		30 < t ≤ 60	Anlaşmaya varılacak		
		60 < t ≤ 200			
EN-GJS-500-7U	EN-JS1082	t ≤ 30	500	320	7
		30 < t ≤ 60	450	300	7
		60 < t ≤ 200	420	290	5
EN-GJS-600-3U	EN-JS1092	t ≤ 30	600	370	3
		30 < t ≤ 60	600	360	2
		60 < t ≤ 200	550	340	1
EN-GJS-700-2U	EN-JS1102	t ≤ 30	700	420	2
		30 < t ≤ 60	700	400	2
		60 < t ≤ 200	660	380	1
EN-GJS-800-2U	EN-JS1112	t ≤ 30	800	480	2
		30 < t ≤ 60	Anlaşmaya varılacak		
		60 < t ≤ 200			

(1) *LT = Düşük sıcaklıklar için.*

(2) *RT = Oda sıcaklığı için.*

Tablo 7.4 Ayrı dökülmüş test numunesinden alınan çentik darbe örneğinden belirlenen minimum darbe enerjisi değerleri

Malzeme gösterimi		Minimum darbe enerjisi değerleri [J]					
		RT (23±5)°C'da		(-20±2)°C'da		(-40±2)°C'da	
Malzeme kodu	Numarası	3 testin ortalama değeri	Tekil değer	3 testin ortalama değeri	Tekil değer	3 testin ortalama değeri	Tekil değer
EN-GJS-350-22-LT **(1)**	EN-JS1015	-	-	-	-	12	9
EN-GJS-350-22-RT **(2)**	EN-JS1014	17	14	-	-	-	-
EN-GJS-400-18-LT **(1)**	EN-JS1025	-	-	12	9	-	-
EN-GJS-400-18-RT **(2)**	EN-JS1024	14	11	-	-	-	-

(1) *LT = Düşük sıcaklıklar için.*
(2) *RT = Oda sıcaklığı için.*

Not : *Bu malzemelere ait değerler, uygun sıcaklık iletkenliğine sahip kum kalıplarda dökülen ünitelere uygulanır.*

Tablo 7.5 Birlikte dökülmüş test numunesinden alınan çentik darbe örneğinden belirlenen minimum darbe enerjisi değerleri

Malzeme gösterimi		Belirlenen et kalınlığı t [mm]	Minimum darbe enerjisi değerleri [J]					
			RT (23±5)°C'da		(-20±2)°C'da		(-40±2)°C'da	
Malzeme kodu	Numarası		3 testin ortalama değeri	Tekil değer	3 testin ortalama değeri	Tekil değer	3 testin ortalama değeri	Tekil değer
EN-GJS-350-22U-LT **(1)**	EN-JS1019	t ≤ 60	-	-	-	-	12	9
		60 < t ≤ 200					10	7
EN-GJS-350-22U-RT **(2)**	EN-JS1029	t ≤ 60	17	14	-	-	-	-
		60 < t ≤ 200	15	12				
EN-GJS-400-18U-LT **(1)**	EN-JS1049	30 < t ≤ 60	-	-	12	9	-	-
		60 < t ≤ 200			10	7		
EN-GJS-400-18U-RT **(2)**	EN-JS1059	30 < t ≤ 60	14	11	-	-	-	-
		60 < t ≤ 200	12	9				

(1) *LT = Düşük sıcaklıklar için.*
(2) *RT = Oda sıcaklığı için.*

Not : *Bu malzemelere ait değerler, uygun sıcaklık iletkenliğine sahip kum kalıplarda dökülen ünitelere uygulanır.*

7.2 Mekanik testler

7.2.1 Her döküm için veya döküm demeti için, gerekli testler ve olası tekrar testlerine yetecek miktarda test malzemesi alınacaktır.

7.2.2 Test parçaları, genelde 25 mm kalınlığında olmak üzere, Şekil 7.1, 7.2 ve 7.3'de ayrıntıları verilen standart tiplerden birine uygun olacaktır. Bazı bileşenler için, Şekil 7.1, 7.2 ve 7.3'de gösterildiği gibi, farklı boyutlardaki test parçaları gerekebilir.

7.2.3 Her döküm için en az bir test parçası alınacaktır. Aksi gerekmedikçe, test parçaları yolluklardan alınabileceği gibi ayrı da dökülebilir. Alternatif olarak, diğer uygun boyutlardaki test malzemesi döküm parça ile birlikte de dökülebilir.

7.2.4 Birden fazla potanın kullanıldığı büyük döküm parçalarda, kullanılan her potayı temsil eden ilave test parçaları alınacaktır.

7.2.5 8.2.3'e alternatif olarak, brüt kütlesi 1 ton veya daha az olan dökümler için demet testi prosedürü uygulanabilir. Demetteki tüm dökümler; benzer tipte ve boyutlarda ve aynı potadan dökülmüş olacaktır. Demetteki herbir 2 tonluk brüt döküm için ayrı dökülmüş bir test parçası alınacaktır.

7.2.6 Ayrı dökülmüş test parçalarının kullanıldığı hallerde bunlar, dökümler için kullanılanlarla aynı tip malzemeden yapılmış kalıplara dökülecek ve döküm işleminin sonuna doğru alınacaktır. Örnekler kalıplardan sıcaklığın 500 ºC'ın altına düşmesinden sonra çıkarılacaktır.

7.2.7 Tüm test parçaları, temsil ettikleri dökümlerle eşleştirilecek şekilde işaretlenecektir.

7.2.8 Dökümlerin ısıl işleme tabi tutulmuş halde teslim edildiği hallerde test parçaları, temsil ettikleri döküm parçalar ile birlikte ısıl işleme tabi tutulacaktır.

7.2.9 Her test parçasından bir çekme test numunesi hazırlanacak ve Bölüm 2'de verilen boyutlara uygun olarak işlenecektir.

7.2.10 Tüm çekme testleri Bölüm 2'deki test prosedürleri kullanılarak yapılacaktır. Aksine anlaşmaya varılmadıkça, tüm testler sörveyör gözetiminde yapılacaktır.

7.2.11 İlave olarak darbe testleri istenebilir ve bu durumlarda her örnekten üzerinde anlaşmaya varılan tipte, üç test numunesinden oluşan bir set hazırlanacaktır. Charpy V-çentik darbe test numunesinin kullanıldığı hallerde, boyutlar ve test prosedürleri Bölüm 2'ye uygun olacaktır.

8. Muayene

8.1 Tüm döküm parçalar, muayene için temizlenecek ve hazırlanacaktır. Yüzeyler çekiçlenmemeli, ezilmemeli veya kusur oluşturucak herhangibir işleme tabi tutulmamalıdır.

8.2 Tüm döküm parçalar kabulden önce, iç yüzeylerin muayenesi dahil, görsel olarak muayene edilecektir. Aksine anlaşmaya varılmadıkça, boyutların doğrulanması üreticinin sorumluluğundadır.

8.3 Dökümlerin uygunluğu hakkında tereddütler olması durumu hariç, dökümlerin uygun tahribatsız test prosedürleri ile ilave olarak muayenesi, genelde gerekli değildir.

8.4 İlgili kurallarda gerekli görülen hallerde, dökümler kabulden önce basınç testine tabi tutulacaktır.

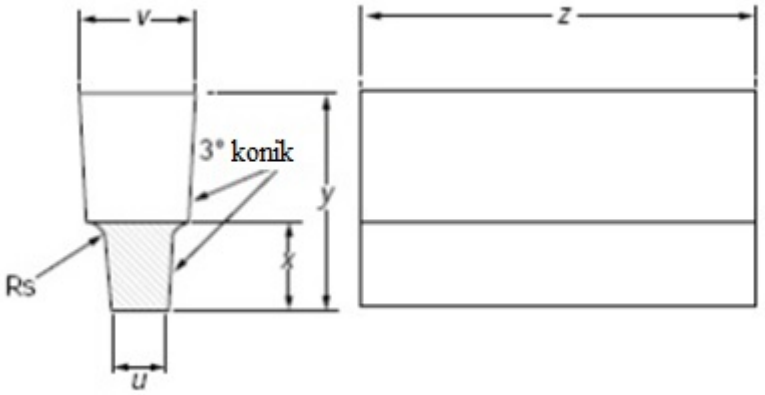
8.5 Daha sonraki işleme veya testler sırasında kusurlu bulunan dövme parçalar, daha önceki sertifikasyonlarına bakılmaksızın reddedilecektir.

8.6 Döküm krankşafta bir manyetik parçacık testi yapılacaktır. Çatlak benzeri belirtilere izin verilmez.

9. Metalografik muayeneler

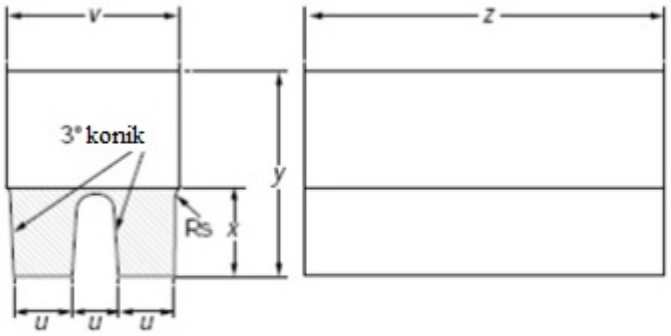
9.1 Krankşaftlar için metalografik muayeneler zorunludur.

9.2 Gerektiği takdirde, metalografik muayeneler için, her potadan temsili örnekler hazırlanacaktır. Bu örnekler çekme test numunesinden alınabilir ancak, döküm işleminin sonuna doğru potadan alınması koşuluyla, örneklerin alınması ile ilgili alternatif düzenlemeler yapılabilir.



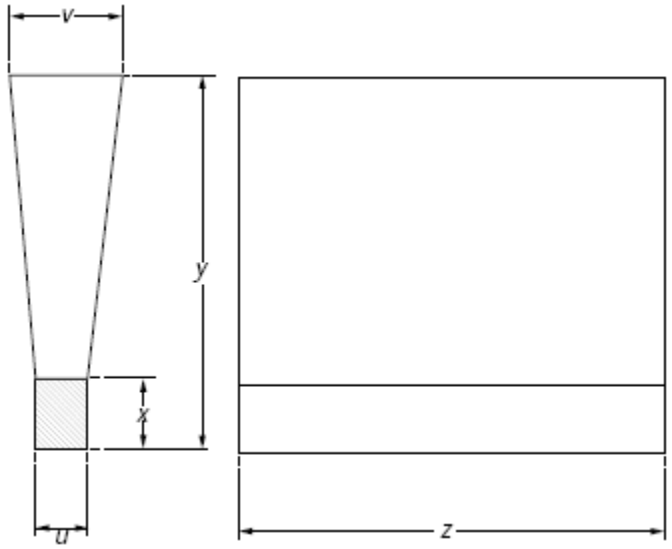
Boyutlar	Standard örnek	Alternatif örnekler özel olarak gerekirse		
u(mm)	*25*	*12*	*50*	*75*
v (mm)	*55*	*40*	*90*	*125*
x (mm)	*40*	*30*	*60*	*65*
y (mm)	*100*	*80*	*150*	*165*
z	*Test makinasına uygun şekilde*			
R_S	*Yaklaşık 5 mm*			

Şekil 7.1 Tip A test parçaları (U-tip)



Boyutlar	Standart örnek
u(mm)	*25*
v (mm)	*90*
x (mm)	*40*
y (mm)	*100*
z	*Test makinasına uygun şekilde*
R_S	*Yaklaşık 5 mm*

Şekil 7.2 Tip B test parçaları (çift U-tip)



Boyutlar	Standart örnek	Alternatif örnekler özel olarak gerekirse		
u(mm)	*25*	*12*	*50*	*75*
v (mm)	*55*	*40*	*100*	*125*
x (mm)	*40*	*25*	*50*	*65*
y (mm)	*140*	*135*	*150*	*175*
z	*Test makinasına uygun şekilde*			
Kalıp civarındaki test parçası kalınlığı	*40 mm min.*	*40 mm min.*	*80 mm min.*	*80 mm min.*

Şekil 7.3 Tip C test parçaları (Y-tip)

9.3 Örneklerin muayenesi sonucunda, grafitin en az % 90'ı ayrışmış küresel veya nodüler formda olduğu belirlenmelidir. Tipik matriks yapıları Tablo 7.1'de verilmektedir ve sadece bilgi içindir.

10. Kusurlu dökümlerin onarımı

10.1 Küçük yüzeysel kusurlar, sörveyörün kararına bağlı olarak, lokal taşlama ile giderilebilir.

10.2 Sörveyörün onayının alınması koşuluyla, dökümlerdeki lokal gözenekler, uygun bir plastik dolgu emdirilerek onarılabilir. Ancak, gözeneğin, dökümüm mukavemetine olumsuz etkilemeyecek büyüklükte olması şarttır.

10.3 Kaynakla onarıma genelde izin verilmez.

11. Dökümlerin belirlenmesi

11.1 Üretici, tüm tamamlanmış döküm parçaların orijinal döküme kadar izlenebilmesini sağlayacak bir belirleme sistemi kuracak ve gerektiğinde döküm parçaların izlenmesi için sörveyöre tüm olanakları sağlayacaktır.

11.2 Kabulden önce, olumlu sonuç vererek test edilmiş ve muayene edilmiş döküm parçalar, üretici tarafından aşağıda belirtilen şekilde markalanacaktır:

- Dökme demir kalitesi,
- Belirleyici numara, döküm numarası veya döküm parçanın geriye doğru izlenmesini sağlayacak diğer işaretler,

- Üreticinin adı veya ticari işareti,
- **TL** damgası,
- Sörveyörün damgası,
- Test basıncı (uygulanmış ise).
- Son test tarihi.

11.3 Çok sayıda küçük döküm parçaların üretiminde, farklı belirleyici düzenlemeler **TL** tarafından özel olarak kabul edilebilir.

12. Sertifikalandırma

12.1 Üretici, kabul edilmiş olan her döküm parça veya döküm demeti için, aşağıdaki özellikleri içeren test sertifikası veya yükleme beyanını sörveye sunmalıdır:

- Müşteri adı ve sipariş numarası,
- Dökümün tanımı ve dökme demir kalitesi,
- Belirleyici numara,
- Mekanik testlerin sonuçları,
- Yapılmışsa, ısıl işlemin ayrıntıları,
- Özellikle isteniyorsa, pota örneğinin kimyasal analizi,
- Yapılmışsa, test basıncı.

B. Kır Dökme Demirler

1. Kapsam

1.1 Tüm önemli kır dökme demirler, aşağıdaki maddelerde belirtilen isteklere uygun olarak üretilecek ve test edilecektir.

1.2 Alternatif olarak, buradaki kurallara eşdeğer olmaları veya **TL** tarafından özel olarak onaylanmaları veya gerekli bulunmaları koşuluyla, ulusal veya özel spesifikasyonlara uygun olan dökme demirler de kabul edilebilir.

1.3 Çok sayıda küçük döküm parçaların üretiminde, **TL**'nun onayına bağlı olarak, üretici testler ve muayeneler için alternatif prosedürler kullanabilir.

2. İmalat

2.1 Tüm ana dökümler, imalat ve test olanakları ile vasıflı kontrol elemanları olan TL tarafından kabul edilen imalatçılar tarafından yapılacaktır. TL prosedürlerine uygun bir onay test programı gerekebilecektir.

2.2 Döküm sonrası oluşan döküm üzerindeki malzeme fazlası uygun şekilde kaldırılacaktır. Mekanik yöntemlere hazırlık aşaması olan lar hariç olmak üzere, ısıl kesme prosesi kabul ediemez..

2.3 Eğer döküm aynı tipte ve düzenli miktarda üretiliyorsa imalatçı prototip kalitesi için test yapabilir bu durumda üretimin verimliliği periyodik kontrollerle teyit edilecektir. Sörveyörün bu testlere katılmasına fırsat verilmelidir.

3. Dökümün Kalitesi

3.1 Dökümde, kullanım sırasında görevini hakkıyla yerine getirmesini engelleyecek yüzey ve iç kusurlar olmamalıdır. Yüzey kalitesi onaylı plandaki isteklere ve iyi uygulamalara uygun olacaktır.

4. Kimyasal Kompozisyon

4.1 Kullanılan demirin kimyasal kompozisyonu uygun mekanik özellikleri sağlayacak şekilde üreticiye bağlı olacaktır.

TL tarafından istendiğinde numunlerin kimyasal kompozisyonu **TL**'na sunulacaktır.

5. Isıl İşlem

5.1 5.2'deki durum hariç dökümler sadece doküm ya da ıslı işlem görmüş olarak tedarik edilecektir.

5.2 Yüksek sıcaklıkta hizmet görme gibi bazı uygulamalarda ya da boyutsal kararlılık önemli ise

döküm uygun ısıl işlem ya da gerilim gidermeye tabi tutulacaktır.

6. Mekanik Özellikler

6.1 Sadece gerilme mukavemeti belirlenecek ve sonuçlar tedarik edilen döküm için belirlenen minimum değere uygun olacaktır.Minimum gerilme değeri için seçilen değer minimu 200 N/mm^2 olacak fakat Kuralların başka istekleri var ise bunlarada uygun olacaktır. Gerilme test numunesinin kırılan yüzeyleri tanecikli yapıda ve gri görünüşte olacaktır.

6.2 Tekrar test istekleri Bölüm 2'ye uygun olacaktır.

7. Testler

Aşağıda belirtilen testler yapılacaktır:

7.1 Kimyasal bileşim testi

Üretici, işlem biriminin (potanın) kimyasal bileşimini ve doyma seviyesini sürekli olarak izlemeli ve bu konudaki bilgilerin istenmesi durumunda sörveyöre vermelidir. En az aşağıda belirtilen elementlerin belirlenmesi gereklidir: C, Mn, Si, P ve S.

7.2 Mekanik testler

7.2.1 Her döküm için veya döküm demeti için, gerekli testler ve olası tekrar testlerine yetecek miktarda test malzemesi alınacaktır

7.2.2 Üretici ile müşteri arasında aksine anlaşmaya varılmadıkça, ayrı dökülmüş test parçaları kullanılacak ve bu örnekler genelde 30 mm çapında ve uygun boyda çubuklar şeklinde olacaktır. Bunlar, dökümler için kullanılanlarla aynı tip malzemeden yapılmış kalıplara dökülecek ve kalıplardan sıcaklığın 500 ºC'ın altına düşmesinden sonra çıkarılacaktır. İki veya daha fazla sayıda test parçasının tek bir kalıpta aynı anda döküldüğü hallerde, çubuklar arasında, Şekil 7.4'de verildiği gibi en az 50 mm aralık bulunacaktır.

7.2.3 Üretici ve müşteri arasındaki anlaşmaya bağlı olarak, kalınlığı 20 mm'den ve ağırlığı 200 kg'dan fazla olan dökümlerde, birleşik olarak dökülen örnekler kullanılabilir. Örneklerin tipi ve konumu, anlaşmaya da bağlı olarak, temsil ettiği dökümle yaklaşık olarak aynı soğuma koşulu sağlanacak şekilde seçilecektir.

7.2.4 Madde 5.2.7 hariç olmak üzere, her demetle en az bir test parçası dökülecektir.

7.2.5 Maddee 5.2.6 hariç olmak üzere demet, tamamının benzer tip ve boyutlarda olması koşuluyla, tek bir potadan dökülen dökümlerden oluşur. Bir demetin brüt ağırlığı normalde 2 ton'u aşmamalıdır. Tekil bir döküm ağırlığı 2 ton veya daha fazla olan bir demetten oluşacaktır.

7.2.6 Aynı kalitede büyük tonajdaki dökme demirlerin sürekli olarak ergitilmesinde, bir demetin kütlesi 2 saatlik döküm çıktıları miktarına kadar arttırılabilir.

7.2.7 Eğer bir kalite dökme demir büyük miktarlarda ergitiliyorsa ve üretim, ergitme prosesinin sistematik olarak kontrol edilmesi suretiyle dikkatle izleniyorsa (soğutma testi, kimyasal veya termal analiz gibi), test parçaları daha uzun aralıklarla alınabilir.

7.2.8 Tüm test parçaları, temsil ettikleri dökümlerle eşleştirilecek şekilde işaretlenecektir.

7.2.9 Dökümlerin ısıl işleme tabi tutulmuş halde teslim edildiği hallerde test parçaları, temsil ettikleri döküm parçalar ile birlikte ısıl işleme tabi tutulacaktır. Birlikte dökülen test parçalarında, örnekler ısıl işlem sonrasına kadar kesilmeyecektir.

7.2.10 Her test parçasından bir çekme test numunesi hazırlanacak ve 30 mm çapındaki örnekler, Bölüm 2'de verilen boyutlara uygun olarak işlenecektir. Diğer boyutlardaki test parçalarının özellikle gerektiği hallerde, çekme test numuneleri, üzerinde anlaşmaya varılan boyutlarda işlenecektir.

7.2.11 Tüm çekme testleri Bölüm 2'deki test prosedürleri kullanılarak yapılacaktır. Aksine anlaşmaya varılmadıkça, tüm testler sörveyör gözetiminde yapılacaktır.

8. Muayene

8.1 Tüm dökümler temizlenecek muayene için uygun şekilde hazırlanacaktır.Yüzeylere çekiç veya benzeri yollarla kusur oluşturulmayacaktır.

Tablo 7.6 Kır dökme demirin çekme mukavemeti

Malzeme gösterimi		Belirlenen et kalınlığı [mm]		Çekme mukavemeti R_m	
Malzeme kodu	**Numarası**	**dan**	**'e kadar**	**Ayrı dökülmüş test numunesinin değeri [N/mm²]**	**Birleşik dökülmüş test numunesinin değeri [N/mm²] min.**
EN-GJL-200	EN-JL1030	2,5 **(2)**	5	200 – 300 **(3)**	-
		5	10		-
		10	20		-
		20	40		170
		40	80		150
		80	150		140
		150	300		130 **(1)**
EN-GJL-250	EN-JL1040	5 **(2)**	10	250 – 350 **(3)**	-
		10	20		-
		20	40		210
		40	80		190
		80	150		170
		150	300		160 **(1)**
EN-GJL-300	EN-JL1050	10 **(2)**	20	300 – 400 **(3)**	-
		20	40		250
		40	80		220
		80	150		210
		150	300		190 **(1)**
EN-GJL-350	EN-JL1060	10 **(2)**	20	350 – 450 **(3)**	-
		20	40		290
		40	80		260
		80	150		230
		150	300		210 **(1)**

(1) *Bu değerler bilgi içindir.*

(2) *Bu değer belirlenen et kalınlığının alt sınırı olarak verilmiştir.*

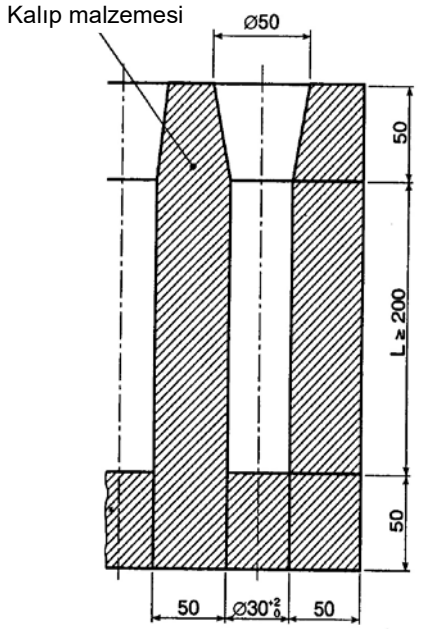
(3) *Değerler, 30 mm'lik kaba döküm test numunesini ifade eder. Bu 15 mm'lik belirlenen et kalınlığına karşılık gelir.*

8.2 Kabulden once tüm dökümler mümkünse içerdeki yüzeyler de dahil olmak üzere gözle kontrol edilecektir. Eğer aksine anlaşılmamışsa boyuların kabulü imalatçının sorumluluğundadır.

8.3 Dökümün güvenilirliği ile ilgili bir kuşku oluşmadıkça dökümlerin muayenesi için tahribatsız teste gerek yoktur.

8.4 İlgili kural gerekliliklerine bağlı olarak son kabulden önce basınç testi gerekebilecektir..

8.5 Dökümün işlemesi ya da testi sırasında kusur tespit edildiğinde önceki sertifkasyonuna bakılmaksızın reddedilecektir.



Şekil 7.4 Kır Dökme Deemir için test parçası

9. Kusurlu dökümlerin onarımı

9.1 Sörveyör onayıyla ufak yüzey kusurları taşlanarak kaldırılabilir.

9.2 Sörveyörün onayıyla , lokal porozite, porozitenin dökümün mukavemetini olumsuz yönde etkileme durumu yok ise, uygun plastik bir dolgu emdirilerek tamir edilebilir.

9.3 Kaynak ile yapılan tamirler genelde müsaade edilmez.

10. Dökümlerin Belirlenmesi

10.1 Dökümün tanınması için imalatçı bir tanıtma sistemi oluşturacaktır. Bu şekilde bitmiş döküm orijinal malzeme kütüğüne kadar izlenebilmelidir. Gerektiğinde bu tip bir izleme için tüm olanaklar sörveyöre sunulmalıdır.

10.2 Kabulden önce, tüm dökümler imalatçı tarafından test edilecek, muayene edilecek ve uygunluk açıkça işaretlenmiş olacaktır.

Talep halinde aşağıdaki bilgilerin TL bilgisine sunulması istenebilir:

- Dökme demir kalitesi.
- Dökümün tüm geçmişinin takibinin yapılmasını sağlayacak tanıtım numarası ya da benzeri diğer işaret,
- İmalatçı ismi veya ticari markası.
- TL ‘nun ismi,kısaltması ya da sembolü.
- TL local ofisinin kısaltılmış ismi,.
- Muayeneden sorumlu sörveyörün mührü.
- Uygulanması gereken durumlar için test basıncı,.
- Nihayi muayene tarihi,

10.3 Çok sayıda ufak döküm üretilmesi durumunda , tanımlama için modifiye edilen düzenlemelr için TL ile anlaşılabilir.

11. Sertifikalandırma

Üretici kabulü yapılmış dökümlerin her bir döküm ya da döküm grubu için sörveyöre aşağıdaki özelliklerin işlendiği test sertifikası veya nakliye belgesi verecektir

- Müşteri ismi ve sipariş numarası.
- Dökümün tanımı ve dökme demirin kalitesi,
- Tanıtım numarası
- Mekanik testlerin sonucu.
- Uygulaması yapılan yerlerde ısıl işlem hakkında genel bilgi,
- Özel olarak, gerektiğinde pota numunesinin kimyasal analizi,
- Uygulanan yerlerde test basıncı.

BÖLÜM 8

ALÜMİNYUM ALAŞIMLARI

Sayfa

A. İşlenmiş Alüminyum Alaşımları 8-2

1. Kapsam
2. Onay
3. Alüminyum Alaşımları ve Temperleme Koşulları
4. Kimyasal Bileşim
5. Mekanik Özellikler
6. Hatalardan Arınmışlık
7. Toleranslar
8. Testler ve Muayeneler
9. Test Malzemesi
10. Mekanik Test numuneleri
11. Test numunelerinin Sayısı
12. Testlerin Yenilenmesi Prosedürü
13. Markalama
14. Dokümantasyon

B. Alüminyum Alaşımlı Dökümler 8-8

1. Kapsam
2. Alüminyum Dökümhanelerinden İstenilenler
3. İzin Verilen Döküm Kaliteleri
4. İstekler
5. Testler
6. Markalama
7. Dokümantasyon

C. Perçinler 8-10

1. Kapsam
2. Kimyasal Bileşim
3. Isıl İşlem
4. Test Malzemesi
5. Mekanik Testler
6. Markalama
7. Dokümantasyon

D. Geçiş Bağlantıları 8-12

1. Kapsam
2. Üretim
3. Testler ve Muayeneler
4. Markalama
5. Dokümantasyon

A. İşlenmiş Alüminyum Alaşımları

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar; tekne, üst yapı ve diğer deniz yapılarının konstrüksiyonunda kullanılan işlenmiş alüminyum alaşımlarına uygulanır.

Bu kurallar, düşük sıcaklıklardaki kriyojenik uygulamalardaki alüminyum alaşımları için geçerli değildir.

1.2 Bu kurallar, kalınlığı 3 mm ile 50 mm (dahil) arasındaki işlenmiş alüminyum alaşımlı ürünlere uygulanır.

Kuralların, kalınlıkları bu aralığın dışında olan ürünlere uygulanması için **TL** ile önceden anlaşmaya varılacaktır.

1.3 Alüminyum alaşımlarının nümerik sembolleri (kaliteleri) ve temperleme sembolleri "Aluminium Association" sembollerine uygundur.

1.4 Temperleme koşulları (teslim ısıl işlemi) EN 515 veya ANSI H35.1/H35.1M'de belirtilmiştir.

1.5 Buradaki kurallarda belirtilmeyen alüminyum alaşımları ve alternatif temperleme koşulları, korozyona dirençlilik dahil, özelliklerinin ve kullanım koşullarının (özellikle kaynak yöntemleri) ayrıntılı olarak incelenmesi sonucunda **TL** ile anlaşmaya varılmasına bağlı olarak değerlendirilebilir.

2. Onay

Yarı mamul ürünler dahil, tüm malzemeler, teslim edilecek alaşım kaliteleri için **TL** tarafından onaylanmış üreticilerde üretilecektir.

3. Alüminyum Alaşımları ve Temperleme Koşulları

3.1 Haddelenmiş ürünler (ince levhalar, şeritler ve levhalar)

Aşağıda belirtilen alüminyum alaşımları, yine aşağıda belirtilen temperleme koşulları dahilinde bu kurallar kapsamındadır:

5083, 5086, 5383, 5059, 5754, 5456

Temperleme koşulları:

O, H 111, H 112, H 116, H 321

3.2 Ekstrüzyonla üretilmiş ürünler (profiller, çubuklar ve kutu profiller)

Aşağıda belirtilen alüminyum alaşımları, yine aşağıda belirtilen temperleme koşulları dahilinde bu kurallar kapsamındadır:

5083, 5383, 5059, 5086

Temperleme koşulları:

O, H 111, H 112

ve 6005A, 6061, 6082

temperleme koşulları:

T5 or T6.

Not:
6000 serisinin 6005A, 6061 alaşım kaliteleri, tutyalarla ve/veya boya sistemi ile korunmadıkça doğrudan deniz suyu ile teması olan yerlerde kullanılmamalıdır.

4. Kimyasal Bileşim

4.1 Üretici her döküm için kimyasal bileşimi belirleyecektir.

4.2 Alüminyum alaşımlarının kimyasal bileşimi Tablo 8.1'de verilen isteklere uygun olacaktır.

4.3 Üreticinin beyan ettiği analizler, sörveyörün gerekli görmesi halinde rastgele kontrollere bağlı olarak kabul edilecektir. Özellikle, nihai ürün kimyasının döküm analizleri ile tam anlamıyla temsil edilemediği hallerde, bu kontroller gerekli olabilir.

Tablo 8.1 Kimyasal bileşim (1)

Kalite	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Diğer elementler (2)	
									Tekil	Toplam
5083	0,40	0,40	0,10	0,4-1,0	4,0-4,9	0,05-0,25	0,25	0,15	0,05	0,15
5383	0,25	0,25	0,20	0,7-1,0	4,0-5,2	0,25	0,40	0,15	0,05 **(5)**	0,15 **(5)**
5059	0,45	0,50	0,25	0,6-1,2	5,0-6,0	0,25	0,4-0,9	0,20	0,05 **(6)**	0,15 **(6)**
5086	0,40	0,50	0,10	0,2-0,7	3,5-4,5	0,05-0,25	0,25	0,15	0,05	0,15
5754	0,40	0,40	0,10	0,50 **(3)**	2,6-3,6	0,30 **(3)**	0,20	0,15	0,05	0,15
5456	0,25	0,40	0,10	0,5-1,0	4,7-5,5	0,05-0,20	0,25	0,20	0,05	0,15
6005A	0,5-0,9	0,35	0,30	0,5 **(4)**	0,4-0,7	0,30 **(4)**	0,20	0,10	0,05	0,15
6061	0,4-0,8	0,70	0,15-0,40	0,5	0,8-1,2	0,04-0,35	0,25	0,15	0,05	0,15
6082	0,7-1,3	0,50	0,10	0,4-1,0	0,6-1,2	0,25	0,20	0,10	0,05	0,15

(1) *Aralık veya minimum olarak verilmedikçe, bileşim maksimum kütlesel yüzde olarak verilmiştir.*

(2) *Ni, Ga, V ve sınırları gösterilmeyan diğer elementler dahildir. Düzenli analizlerin yapılmasına gerek yoktur.*

(3) *Mn + Cr : 0,10-0,60*

(4) *Mn + Cr : 0,12-0,50*

(5) *Zr : maksimum 0,20. Diğer elementlerin toplamına Zr dahil değildir.*

(6) *Zr : 0,05-0,25. Diğer elementlerin toplamına Zr dahil değildir.*

4.4 Alüminyum alaşımlarının yarı mamüller olarak ayrı üretim yerlerinde döküldüğü hallerde, söz konusu üretim yerleri tarafından **TL** sörveyörüne, eriyiğin referans numarasını ve kimyasal bileşimini içeren bir sertifika verilecektir.

5. Mekanik Özellikler

Mekanik özellikler Tablo 8.2 ve 8.3'de verilen isteklere uygun olacaktır.

Not:

Sertleştirilmiş veya ısıl işlem görmüş alaşımlar için, kaynaklı birleştirmelerin mekanik özelliklerinin, genelde, ana malzeme ile karşılaştırıldığında daha düşük olduğu dikkate alınmalıdır. IACS UR for Aluminium Consumables (Türk Kuralları Kısım 3, Bölüm 5, J) bakınız.

6. Hatalardan Arınmışlık

6.1 Tamamlanmış malzemeler üretim koşullarına uygun olarak düzgün bir yüzeye sahip ve ilgili malzemenin öngörülen kullanımına zararlı etkileri olacak iç ve yüzey hatalarından arınmış olacaktır.

6.2 Malzeme kalınlığının 7'de verilen toleranslar içinde kalması koşuluyla, küçük yüzey bozuklukları taşlama veya işleme ile giderilebilir.

7. Toleranslar

7.1 Haddelenmiş ürünler için Tablo 8.4'de verilen eksi kalınlık toleransları minimum isteklerdir.

7.2 Ekstrüzyonla üretilmiş ürünlerin eksi kalınlık toleransları tanınmış uluslararası veya ulusal standartlardaki isteklere göre olacaktır.

7.3 Eksi kalınlık toleransları dışındaki boyutsal toleranslar, tanınmış uluslararası veya ulusal standartlara uygun olacaktır.

8. Testler ve Muayeneler

8.1 Çekme testi

Test numuneleri ve prosedürleri Bölüm 2'ye uygun olacaktır.

Tablo 8.2 Haddelenmiş ürünlerin mekanik özellikleri, 3 mm ≤ t ≤ 50 mm

Kalite	Temper durumu (3)	Kalınlık, t	Akma mukavemeti $R_{p0.2}$ min. N/mm²	Çekme mukavemeti R_m min. veya aralık N/mm²	Kopma uzaması, % min. (1)	
					$A_{50\,mm}$	A_{5d}
5083	O	3 ≤ t ≤ 50 mm	125	275-350	16	14
	H111	3 ≤ t ≤ 50 mm	125	275-350	16	14
	H112	3 ≤ t ≤ 50 mm	125	275	12	10
	H116	3 ≤ t ≤ 50 mm	215	305	10	10
	H321	3 ≤ t ≤ 50 mm	215-295	305-385	12	10
5383	O	3 ≤ t ≤ 50 mm	145	290	-	17
	H111	3 ≤ t ≤ 50 mm	145	290	-	17
	H116	3 ≤ t ≤ 50 mm	220	305	10	10
	H321	3 ≤ t ≤ 50 mm	220	305	10	10
5059	O	3 ≤ t ≤ 50 mm	160	330	24	24
	H111	3 ≤ t ≤ 50 mm	160	330	24	24
	H116	3 ≤ t ≤ 20 mm	270	370	10	10
		20 < t ≤ 50 mm	260	360	-	10
	H321	3 ≤ t ≤ 20 mm	270	370	10	10
		20 < t ≤ 50 mm	260	360	-	10
5086	O	3 ≤ t ≤ 50 mm	95	240-305	16	14
	H111	3 ≤ t ≤ 50 mm	95	240-305	16	14
	H112	3 ≤ t ≤ 12.5 mm	125	250	8	-
		12.5 < t ≤ 50 mm	105	240	-	9
	H116	3 ≤ t ≤ 50 mm	195	275	10 **(2)**	9
5754	O	3 ≤ t ≤ 50 mm	80	190-240	18	17
	H111	3 ≤ t ≤ 50 mm	80	190-240	18	17
5456	O	3 ≤ t ≤ 6.3 mm	130-205	290-365	16	-
		6.3 < t ≤ 50 mm	125-205	285-360	16	14
	H116	3 ≤ t ≤ 30 mm	230	315	10	10
		30 < t ≤ 40 mm	215	305	-	10
		40 < t ≤ 50 mm	200	285	-	10
	H321	3 ≤ t ≤ 12.5 mm	230-315	315-405	12	-
		12.5 < t ≤ 40 mm	215-305	305-385	-	10
		40 < t ≤ 50 mm	200-295	285-370	-	10

(1) *50 mm'deki kopma uzaması 12,5 mm'ye (dahil) kadar olan kalınlıklar için ve 5d'deki ise 12,5 mm'nin üzerindeki kalınlıklar için uygulanır.*

(2) *6,3 mm'ye (dahil) olan kalınlıklar için % 8.*

(3) *O ve H111 temperler için mekanik özellikler aynıdır. Ancak bu temperler farklı işlemler gösterdikleri için çift sertifikalandırma olmaması için ayrılırlar.*

8.2 Tahribatsız testler

Genel olarak, malzemelerin kabul amaçlı tahribatsız testleri gerekli değildir.

Not:

Ancak, kalite standartlarının sürdürülebilirliği açısından, üreticilerden uygun tahribatsız test yöntemlerini uygulaması beklenilir.

8.3 Boyutlar

7'de verilen toleranslara uygunluk yönünden malzemelerin kontrolü üreticinin sorumluluğundadır.

8.4 Kutu profiller için baskı kaynağının yeterli derecede eridiğinin doğrulanması

8.4.1 Üretici; kutu profillerin her demetinde yapacağı makro kesit testleri veya ağız genişletme testleri ile, baskı kaynağında herhangibir erime yetersizliğinin bulunmadığını kanıtlamalıdır.

Tablo 8.3 Ekstrüzyonla üretilmiş ürünlerin mekanik özellikleri, 3 mm ≤ t ≤ 50 mm

Kalite	Temper durumu	Kalınlık, t	Akma mukavemeti $R_{p0.2}$ min. N/mm²	Çekme mukavemeti R_m min. veya aralık N/mm²	Kopma uzaması, % min. (1) (2)	
					$A_{50\ mm}$	A_{5d}
5083	O	3 ≤ t ≤ 50 mm	110	275-350	14	12
	H111	3 ≤ t ≤ 50 mm	165	275	12	10
	H112	3 ≤ t ≤ 50 mm	110	270	12	10
5383	O	3 ≤ t ≤ 50 mm	145	290	17	17
	H111	3 ≤ t ≤ 50 mm	145	290	17	17
	H112	3 ≤ t ≤ 50 mm	190	310	-	13
5059	H112	3 ≤ t ≤ 50 mm	200	330	-	10
5086	O	3 ≤ t ≤ 50 mm	95	240-315	14	12
	H111	3 ≤ t ≤ 50 mm	145	250	12	10
	H112	3 ≤ t ≤ 50 mm	95	240	12	10
6005A	T5	3 ≤ t ≤ 50 mm	215	260	9	8
	T6	3 ≤ t ≤ 10 mm	215	260	8	6
		10 ≤ t ≤ 50 mm	200	250	8	6
6061	T6	3 ≤ t ≤ 50 mm	240	260	10	8
6082	T5	3 ≤ t ≤ 50 mm	230	270	8	6
	T6	3 ≤ t ≤ 5 mm	250	290	6	-
		5 ≤ t ≤ 50 mm	260	310	10	8

(1) *Değerler boyuna ve enine çekme test numuneleri için uygulanır.*

(2) *50 mm'deki kopma uzaması 12,5 mm'ye (dahil) kadar olan kalınlıklar için ve 5d'deki ise 12,5 mm'nin üzerindeki kalınlıklar için uygulanır.*

Tablo 8.4 Haddelenmiş ürünler için kalınlık alt toleransları

Nominal kalınlık (t), mm	Nominal genişlik için kalınlık toleransları (w), mm		
	w ≤ 1500	1500 < w ≤ 2000	2000 < w ≤ 3500
3,0 ≤ t < 4,0	0,10	0,15	0,15
4,0 ≤ t < 8,0	0,20	0,20	0,25
8,0 ≤ t < 12,0	0,25	0,25	0,25
12,0 ≤ t < 20,0	0,35	0,40	0,50
20,0 ≤ t < 50,0	0,45	0,50	0,65

8.4.2 Ağız genişletme testleri

8.4.2.1 Son ısıl işlemden sonra her beşinci profil örnekleme amaçlı olarak alınacaktır. Beş veya daha az profilli demetler için bir profil örneklenecektir. Boyları 6 m'yi geçen profillerde, her profil üretimin başlangıcında örneklenecektir. İlk 5 profilin sonuçları olumlu bulunursa, testlerin sayısı her beşinci profilde bir olacak şekilde azaltılabilir.

8.4.2.2 Örneklenen her profilin ön ve arka uçlarından birer tane olmak üzere, iki örnek kesilecektir.

8.4.2.3 Test numuneleri, uçları profilin eksenine dik olacak şekilde kesilecektir. Uç kısımların kenarları dolgu ile yuvarlatılabilir.

8.4.2.4 Test numunesinin boyu Bölüm 2'ye göre olacaktır.

8.4.2.5 Testler ortam sıcaklığında yapılacak ve tepe açısı en az 60º olan sertleştirilmiş çelikten konik bir mandrelle profilin uçları genişletilecektir.

8.4.2.6 Örnekte, kaynak hattı boyunca, erime yetersizliğini doğrulayan bir yarılma görülürse, örneğin olumsuz sonuç verdiği kabul edilecektir.

8.5 Korozyon testi

8.5.1 Tekne yapımında ve deniz suyu ile sıklıkla teması olan deniz yapılarında kullanımı amaçlanan, 5083, 5383, 5059, 5086 ve 5456 tipinde, H116 ve H321 olarak temperlenmiş 5xxx hadde alaşımları katmanlaşma ve tanecikler arası korozyon direnci yönlerinden korozyon testine tabi tutulacaktır.

8.5.2 Yukarıda belirtilen alaşımlarının onayında üreticiler, mikro yapı ile korozyona direnç arasındaki ilişkiyi belirleyecektir. Herbir alaşım-temper durumu ve ilgili kalınlık aralığı için ASTM B928, Section 9.4.1' de belirtilen koşullarda 500x'de alınan referans fotomikrografler belirlenecektir. ASTM G66 (ASSET) 'de tanımlanan testlere tabi tutulduğunda, katmanlaşma korozyonu belirtileri görülmeyen ve PB veya daha iyi piting sınıfında olan örneklerden referans fotoğraflar alınacaktır. Örnekler ayrıca, ASTM G67 NAMLT'de tanımlanan testlere tabi tutulduğunda, 15 mg/cm^2 'den daha büyük olmayan kütle kaybıyla tanecikler arası korozyona direnç özelliği gösterecektir. Mikro yapı ile korozyon direnci arasındaki ilişkinin tatminkar şekilde belirlenmesi durumunda, ana fotomikrografler ve korozyon testleri sonuçları **TL** tarafından onaylanacaktır. Referans mikrografların onayından sonra üretim uygulamaları değiştirilmeyecektir. **TL**'nun kararına bağlı olarak diğer test yöntemleri de kabul edilebilir.

8.5.3 H116 ve H321 temper durumundaki 5xxx-alaşımlarının demet kabullerinde, rulonun bir ucunun yarı genişliğinden veya rastgele seçilen ince levha ya da levhadan alınan bir örnekte metalografik muayene yapılacaktır. Örneğin mikro yapısı, kabul edilen malzemenin referans fotomikrografı ile sörveyörün gözetiminde karşılaştırılacaktır. Haddeleme yüzeyine dik olan boyuna bir kesit ASTM B928, Section 9.6.1'de belirtilen koşullarda metalografik muayene için hazırlanacaktır. Eğer mikro yapı, kabul edilen malzemenin referans mikrografларından daha fazla alüminyum-magnezyum çökeltisinin sürekli tane sınırı formunu gösteriyorsa, sörveyör ile anlaşmaya bağlı olarak demet ya reddedilecek veya katmanlaşma-korozyonu direnci ve tanecikler arası korozyona direnç yönlerinden test edilecektir. Korozyon testleri, ASTM G66 ve G67 veya eşdeğeri standartlara göre yapılacaktır. Kabul kriterleri: ASTM G66 ASSET'de tanımlanan testlere tabi tutulduğunda, katmanlaşma korozyonu belirtileri görülmemeli ve PB veya daha iyi piting derecesi olmalıdır, ve ASTM G67 NAMLT'de tanımlanan testlere tabi tutulduğunda, 15 mg/cm2 'den daha büyük olmayan kütle kaybıyla tanecikler arası korozyona direnç özelliği gösterecektir. Eğer test sonuçları madde 8.5.2'de belirtilen kabul kriterlerini karşılarsa, demet kabul edilecek, aksi halde reddedilecektir.

Metalografik muayeneye alternatif olarak her demet, ASTM B928'de belirtilen koşullarda ASTM G66 ve G67'ye veya eşdeğeri standartlara göre, katmanlaşma-korozyonu direnci ve tanecikler arası korozyona direnç yönlerinden test edilebilir. Eğer bu alternatif kullanılırsa, test sonuçları madde 8.5.3'de belirtilen kabul kriterlerini karşılamalıdır.

9. Test Malzemesi

9.1 Demetlerin tanımı

Her demet aşağıda belirtilen ürünlerden oluşur:

- Aynı alaşım kalitesi ve aynı dökümden,
- Aynı ürün formunda ve benzer boyutlarda (levhalar için aynı kalınlıkta),
- Aynı prosesle üretilen,
- Aynı temperleme koşuluna aynı anda tabi tutulan.

9.2 Test parçaları aşağıdaki yerlerden alınacaktır:

- Haddelenmiş ürünlerin boyuna kenarından, genişliğin üçte birinden
- Ekstrüzyonla üretilmiş ürünlerin en kalın parçasının merkezi ile kenarı arasının 1/3'ü ile 1/2'si mesafesinden.

9.3 Test parçaları, test numunelerinin konumu aşağıda belirtilen şekilde olacak tarzda alınacaktır:

9.3.1 Haddelenmiş ürünler

Normal olarak, enine yönde alınma gereklidir. Eğer, genişlik enine test numunesinin alınmasına yeterli değilse veya gerilme sertleştirilmesi yapılmış alaşımlarda, boyuna doğrultuda testlere izin verilir.

9.3.2 Ekstrüzyonla üretilmiş ürünler

Ekstrüzyonla üretilmiş ürünler boyuna doğrultuda test edilirler.

9.4 Test parçalarının alınmasından sonra, her test numunesi orijinal kimliği, yeri ve alınma konumunun saptanması için işaretlenecektir.

10. Mekanik Test numuneleri

Çekme test numunesinin tipi ve konumu Bölüm 2'ye uygun olacaktır.

11. Test numunelerinin Sayısı

11.1 Çekme testi

11.1.1 Haddelenmiş ürünler

Her ürün demetinden bir çekme test numunesi alınacaktır. Eğer bir demetin ağırlığı 2000 kg'ı geçerse, her demetteki ürünün beher 2000 kg'ı ve artan kısmı için ilave bir test numunesi alınacaktır.

Herbiri 2000 kg'dan ağır olan tekil levhalar veya rulolar için, levha veya rulo başına sadece bir çekme test numunesi alınacaktır.

11.1.2 Ekstrüzyonla üretilmiş ürünler

Nominal ağırlığı 1 kg/m'den az olan ürünler için, her demetten, herbir 1000 kg veya artan kısmı için bir çekme test numunesi alınacaktır. 1 ile 5 kg/m arasındaki nominal ağırlıklar için, her demetten, herbir 2000 kg veya artan kısmı için bir çekme test numunesi alınacaktır. Eğer nominal ağırlık 5 kg/m'yi geçerse, her demetten, herbir 3000 kg veya artan kısmı için bir çekme test numunesi alınacaktır.

11.2 Baskı kaynağının yeterli derecede eridiğinin doğrulanması

Kutu profiller için, her demette, baskı kaynağının yeterli derecede eridiğinin doğrulanması, 8.4'de açıklanan şekilde yapılacaktır.

11.3 Korozyon testleri

H116 veya H321 temper durumunda teslim edilen 5083, 5383, 5059, 5086 ve 5456 kalite haddelenmiş levhalar için, her demette bir örnek test edilecektir.

12. Testlerin Yenilenmesi Prosedürü

12.1 Madde 11'e göre seçilen ilk parçada yapılan çekme testi istekleri karşılamazsa, aynı parçadan iki çekme testi daha yapılabilir. Eğer bu ilave testlerin her ikisi de olumlu sonuç verirse, bu parça ve aynı demetin

geri kalan parçaları kabul edilebilir.

12.2 Eğer, yukarıda belirtilen ilave testlerden biri veya her ikisi de olumsuz sonuç verirse, bu parça reddedilir, ancak demet içinde aynı şekilde seçilen kalan parçaların ikisinin test edilerek olumlu sonuç vermesi koşuluyla, aynı demetteki kalan malzemeler kabul edilebilir. Bu iki parçanın herhangibirinin testinden elde edilen sonuçlar olumsuz olursa malzeme demeti reddedilir.

12.3 **TL** damgasını taşıyan bir malzeme test isteklerini karşılamazsa, damga üretici tarafından silinecektir.

13. Markalama

13.1 Üretici her ürünü, en az bir yerinden aşağıdaki ayrıntıları içerecek şekilde markalayacaktır:

- Üretici markası,
- Madde 3'e göre alüminyum alaşımının kısa sembolü,
- Madde 3'e göre temperleme durumunun kısa sembolü,
- Madde 8.5'e göre korozyon testine tabi tutulan ürünler, temperleme durumunu gösterir işaretin yanına "M" harfi konularak markalanacaktır, örneğin 5083 H321 M.
- Üretim prosesini geriye doğru izlemeye olanak verecek üretim demeti numarası.

13.2 Ürünlerde **TL** damgası da yer alacaktır.

13.3 Ekstrüztonla üretilmiş ürünlerin demetlenmesi veya paketlenmesi durumunda, 13.1'de belirtilen markalar, sağlam olarak bağlanmış etikete veya plakete yapılabilir.

14. Dokümantasyon

Test edilen her demet için üretici, sörveyöre aşağıda belirtilen ayrıntıları içeren bir test sertifikası veya yükleme dokümanını verecektir:

- Sipariş veya müşteri numarası,
- Biliniyorsa, inşa proje numarası,
- Ürünün adedi, boyutları ve ağırlığı,
- Alüminyum alaşımının sembolü (kalitesi) ve temperleme durumu (teslim ısıl işlemi),
- Kimyasal bileşim,
- Üretim demeti numarası veya belirleyici marka,
- Test sonuçları,
- Eğer varsa, korozyon test sonuçları.

B. Alüminyum Alaşımlı Dökümler

1. **Kapsam**

Bu kurallar gemi bünyesinin, makina konstrüksiyon parçalarının ve diğer gemi bileşenlerinin yapımında kullanılan alüminyum alaşımlı dökümlere uygulanır.

2. Alüminyum Dökümhanelerinden İstenilenler

2.1 Bu kurallara uygun döküm parçaları sağlamak isteyen dökümhaneler ilgili döküm kaliteleri için **TL** tarafından onaylanacaktır. **TL**, bu amaçla seçilen dökümlerde uygunluk testi yapılmasını isteme hakkına sahiptir.

2.2 Döküm parçasının kaynağa uygunluğunun istenmesi halinde, bu husus siparişte belirtilecek ve uygunluk kanıtları **TL**'na verilecektir.

3. İzin Verilen Döküm Kaliteleri

3.1 Genel olarak ulusal ve uluslararası standartlara (örneğin; EN 1706) uygun döküm kaliteleri kullanılacaktır. Üretici spesifikasyonlarına uygun döküm parçaları kullanılıyorsa, bunlar **TL**'nun incelemesine ve onayına tabi tutulacaktır.

3.2 Fitingler, muhafazalar ve fan rotorları gibi

korumasız olarak deniz suyuna veya tuzlu atmosfore maruz olan döküm parçalar, deniz ortamında kullanıma uygun alüminyum alaşımlarından yapılacaktır. Normal olarak, maksimum bakır miktarı %0,1 olan AlSi, AlSiMg ve AlMg alaşımları kullanılmalıdır. AlSi ve AlSiMg alaşımları deniz suyu ile doğrudan temas halinde olmayacaktır. Bunlar gerektiğinden anodla veya boya ile korunacaktır.

3.3 Madde 1'deki uygulamalar için Tablo 8.5'de belirtilen EN 1706'ya uygun alaşımlı dökümler kullanılabilir.

Öngörülen amaca uygun ise ve **TL** kullanımını onaylamışsa diğer alaşımlar kullanılabilir.

4. İstekler

4.1 Döküm parçasının kimyasal bileşimi, standartlara veya tanınmış üretici spesifikasyonlarına uygun olacak ve döküm üreticisi tarafından her döküm için kanıtlanacaktır.

Tablo 8.5 Alüminyum alaşımlı dökümler

Alaşımın gösterimi	Döküm prosedürü	Malzeme durumu	Deniz suyuna uygunluk
EN AC-41000 (AlSi2MgTi)	S, K	F, TG	İyi
EN AC-42100 (AlSi7Mg0,3)	S, K, L	TG, TG4	İyi
EN AC-42200 (AlSi7Mg0,6)	S, K, L	TG, TG4	İyi
EN AC-43100 (AlSi10Mg(b))	S, K, L	F, TG, TG4	İyi / orta
EN AC-44100 (AlSi12(b))	S, K, L, D	F	İyi / orta
EN AC-51000 (AlMg3(b))	S, K, L	F	Çok iyi
EN AC-51300 (AlMg5)	S, K, L	F	Çok iyi
EN AC-51400 (AlMg5(Si))	S, K, L	F	Çok iyi

S = Kum döküm
K = Sabit kalıplı döküm
L = Hassas döküm
D = Basınçlı kalıpta döküm
F = Döküm durumu
TG = Çözeltide tavlanmış ve tamamen yapay yaşlandırılmış.
TG4 = Çözeltide tavlanmış ve tamamen yapay yaşlandırılmamış- az yaşlandırılmış (sadece sabit kalıplı döküm için).

4.2 Mekanik özellikler için standartlarda ve üretici spesifikasyonlarında belirtilen istekler geçerlidir.

Birleşik dökülmüş test numunesinden alınan örnekler, ayrı dökülmüş örnek çubuklara ait istekleri sağlayacaktır.

4.3 Tüm döküm parçaları, kullanımında ve işlenmesinde olumsuz etkileri olabilecek iç ve dış hatalardan arınmış olacaktır.

Kusurların kaynakla düzeltilmesi öngörülen hallerde, üretici tarafından bir kaynak spesifikasyonu hazırlanacak ve sörveyörün onayına sunacaktır.

5. Testler

5.1 Gemi bünyesinin bir kısmını oluşturan veya sevk sisteminin yapısal elemanı olarak dizayn edilen döküm parçalar, test edilmek üzere sörveyöre sunulacaktır. Mekanik özellikler sörveyörün gözetiminde yapılan çekme testi ile kontrol edilecektir.

5.2 Çekme testinde her döküm veya ısıl işlem demeti için bir test numunesi alınacaktır. Brüt döküm ağırlığı 300 kg. ve daha fazla olan dökümlerde, her döküm için bir çekme test numunesi gereklidir.

5.3 Çekme testi için test numunesi, kural olarak birlikte dökülmüş örnek çubuktan alınır. Bu test numunesi dökümden, son ısıl işlemi yapıldıktan sonra ayrılacaktır.

Ayrı dökülmüş örnek parçalar kullanılabilir. Bunların dökümlerine bağlı olarak mekanik özelliklerine ait istekler ve bunlar için yapılan çekme testleri hususunda **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

5.4 Resim kontrolünde veya siparişle belirtildiği ve döküm parçasının hatasız olduğundan şüphe edildiği durumlarda üretici tarafından döküm parçasının bu amaçla belirlenen yerlerinde tahribatsız muayeneler yapılacak ve sonuçlar belgelendirilecektir. Testlerde, kritik bölgeler ve onarılan kusurlar göz önüne alınacaktır.

6. Markalama

Döküm parçalarına, üretici tarafından, asgari olarak, aşağıdaki markalamalar yapılacaktır:

- Üretici markası,
- Alaşımlı dökümün kısa sembolü,
- Malzeme durumunun kısa sembolü,
- Döküm numarası veya döküm parçasının belirlenmesini sağlayan diğer bir sembol.

7. Dokümantasyon

Her teslim için üretici, sörveyöre aşağıda belirtilen ayrıntıları içeren bir test sertifikası veya yükleme dokümanını verecektir:

- Müşteri veya sipariş numarası,
- Döküm parçasının tipi ve kalitesi,
- Parça numarası ve miktarı,
- Üretim yöntemi,
- Eriyik numarası ve kimyasal bileşim,
- Isıl işlemin ayrıntıları,
- Uygulanmışsa, test basıncı,
- Teslimin ağırlığı.

C. Perçinler

1. Kapsam

Bu kurallar deniz yapılarının yapımında kullanılan alüminyum alaşımlı perçinlere uygulanır.

2. Kimyasal Bileşim

2.1 Magnezyum alaşımlarından yapılan perçin

veya perçinlik çubuklarda magnezyum içeriği %3,9'dan fazla olmamalıdır.

Özellikle perçinlik çubukların kimyasal bileşimi Tablo 8.6 isteklerine uygun olacaktır.

Tablo 8.6 Perçinlerin kimyasal bileşimi (%)

Element	5154A	6082
Bakır	0.10 maks.	0.10 maks.
Magnezyum	3.10-3.90	0.60-1.20
Silis	0.50 maks.	0.70-1.30
Demir	0.50 maks.	0.50 maks.
Manganez	0.10-0.50	0.40-1.00
Çinko	0.20 maks.	0.20 maks.
Krom	0.25 maks.	0.25 maks.
Titanyum	0.20 maks.	0.10 maks.
Diğer Elementler: Herbiri Toplamda	0.05 maks. 0.15 maks.	0.05 maks. 0.15 maks.
Alüminyum	artık	artık

3. Isıl İşlem

Perçinler aşağıdaki koşullarda teslim edilecektir:

- 5154A tavlanmış,
- 6082 çözeltide işlenmiş.

4. Test Malzemesi

Perçin yapımında kullanılacak çubuklar 250 kg'mı geçmeyecek demetler halinde verilecektir. Her demetteki malzeme için alaşım, üretim yönetimi ve son ısıl işlem aynı olacaktır ve aynı veya orantılı çapta olacaktır. Her demetten bir test parçası alınacaktır ve test öncesinde, bitmiş perçinlere uygulanan ısıl işlemin benzeri tüm kesitine uygulanacaktır.

5. Mekanik Testler

5.1 Her test parçasından en az bir çekme test numunesi ve bir yassılaştırma test numunesi hazırlanacaktır.

5.2 Çekme test numunesi, ürünün özgün çapında kısa bir çubuk olacaktır.

5.3 Yassılaştırma testi, parçanın boyuna eksenine dik bir yönde iki sert ve paralel levha arasında sıkıştırılarak yapılır. Levhalar, düzleştikten sonra tüm parçayı kaplamalıdır.

Yassılaştırma test numunesi çubuktan kesilen, ürünün çubuğun tam kesitinde, özgün çapında ve çapın 1,5 katı boyda bir çubuk olacaktır.

Test, yük altında ölçülen iki levha arasındaki mesafe parçanın özgün uzunluğunun yarısına karşılık gelen bir değere ulaşana kadar devam etmelidir.

Test ortam sıcaklığında yapılmalıdır.

Eğer sıkıştırmadan sonra, örnekte çatlak yoksa, test sonucu başarılıdır.

5.4 Çekme testi sonuçları Tablo 8.7'nin ilgili isteklerine uygun olmalıdır.

5.5 Üretilen her parti perçinden en az üç parça alınmalıdır. Her parçada 5.3'de açıklanan yassılaştırma testi yapılmalıdır.

Tablo 8.7 Perçinlerin mekanik özellikleri

Mekanik özellikler	5154A	6082
min 0,2% uzama sınırı (N/mm^2)	90	120
min Çekme mukavemeti (N/mm^2)	220	190
$5.65 \cdot (S_{omin})^{0.5}$ 'deki kopma uzaması (%)	18	16

6. Markalama

Üretilen perçinlerin her paketi, aşağıdaki bilgilerle etiketlenmelidir:

- Üretici markası,
- Alaşımlı kalitesi,

- Perçin boyutu

7. Dokümantasyon

Üretilen perçinin her sevkiyatı için verilen test sertifikası aşağıda belirtilen unsurları içermelidir:

- Müşteri veya sipariş numarası,
- Boyut ve tarif,
- Alaşım özellikleri.

D. Geçiş Bağlantıları

1. Kapsam

Bu istekler patlatmalı bağlamalı kompozit alüminyum / çelik saclar ile alüminyum yapıların bağlantısı için kullanılan çelik geçiş bağlantıları için geçerlidir.

2. Üretim

2.1 Geçiş bağlantıları TL onaylı işlerde yapılmalıdır. Üreticinin özellikleri onay için TL'na sunulmalıdır. Kaynak sırasında arayüzeyde izin verilen en fazla sıcaklık belirtilmelidir. Onay testi istenir.

2.2 Alüminyum malzeme A'daki isteklere uygun olmalıdır ve çelik Bölüm 3'deki istekleri karşılayacak uygun bir kalitede olmalıdır.

3. Testler ve Muayeneler

3.1 Her kompozit levha herhangi bir bağsız alanların kapsamını belirlemek için ilgili bir ulusal standarda uygun olarak %100 görsel ve ultrasonik muayeneye tabi olacaktır. Kusurlar kabul edilmeyecek ve 25 mm çevresi ile birlikte kusurlu alan atılacaktır.

3.2 Test serisi, üç levhada oluşan bir demetteki bir sacın her iki ucunda aşağıdakileri içerir:

- Bir kalınlık doğrultusunda çekme testi,
- Bir kesme testi,
- Bir eğme testi.

3.3 Testler onayda belirtilenlere eşdeğer parçalar üzerinde yapılır.
Bu testlerin sonuçları üretim özelliklerinin gereklerine uygun olmalıdır.

4. Markalama

Her ürün paketi, aşağıdaki bilgilerle etiketlenmelidir:

- Üretici markası,
- Ürünün kalitesi ve boyutu

5. Dokümantasyon

Üretilen geçiş bağlantısının her sevkiyatı için verilen test sertifikası aşağıda belirtilen unsurları içermelidir:

- Müşteri veya sipariş numarası,
- Boyut ve tarif,
- Alaşım özellikleri.

BÖLÜM 9

BAKIR ALAŞIMLARI

Sayfa

A. Bakır ve Dövülebilir Bakır Alaşımlı Borular 9-2

1. Kapsam
2. Boru Üreticilerinin Sağlaması Gereken İstekler
3. Üretim Yöntemleri
4. Uygun Boru Kaliteleri
5. Yüzey Düzgünlüğü
6. Boyutlar, Boyutsal Ve Geometrik Toleranslar
7. Sızdırmazlık
8. Malzeme ile İlgili İstekler
9. Testler
10. Markalama
11. Üreticinin Düzenleyeceği Sertifikalar
12. Bakır ve dövülebilir bakır alaşımlı fitingler

B. Bakır Alaşımlı Dökümler 9-9

1. Kapsam
2. Dökümhaneler ile ilgili istekler
3. Üretim
4. Uygun bakır alaşımlı döküm kaliteleri
5. Dökümlerin özellikleri
6. Boyutsal ve geometrik toleranslar
7. Sızdırmazlık
8. Malzeme ile İlgili İstekler
9. Testler
10. Belirleme ve Markalama
11. Test Sertifikaları

A. Bakır ve Dövülebilir Bakır Alaşımlı Borular

1. Kapsam

Bu kurallar, bakır ve dövülebilir bakır alaşımlarından yapılmış basınçlı boru devreleriyle kondenser ve eşanjörlerde kullanımı amaçlanan boru ve boru fitinglerine uygulanır. Kanatlı boru kullanılması durumunda özellikleri, onay için **TL**'ye teslim edilecektir.

2. Boru Üreticilerinin Sağlaması Gereken İstekler

Bu kurallara göre ürün teslimatı yapacak üreticiler **TL** tarafından onaylanacaktır.

3. Üretim Yöntemleri

3.1 Borular genellikle dikişsiz olarak, yani sıcak presleme ve bunun ardından haddeleme ve soğuk çekme suretiyle üretilecektir.

3.2 Kaynaklı borular ve boru fitingleri kullanıldığında, bunların özellikleri ve kullanılan üretim yöntemi **TL**'na bildirilecektir. Bu durumda, **TL** yöntem onay testini isteme hakkını saklı tutar.

3.3 Soğuk şekillendirilmiş borulara ve boru bağlama parçalarına rekristalizasyon tavlaması uygulanacaktır. Bunun dışında, "yarı-sert" veya "sert" durumda teslim edilecek bakır borular (örneğin; EN 12449'a göre R250 ve R290 şartlarında) tavlamadan sonra soğuk şekillendirilebilir. CuNİ2Si-borular, çözeltide tavlanmış durumda soğuk şekillendirilir veya çözeltide tavlanmış ve daha sonra su verilmiş durumda sıcak şekillendirilir. Soğuk şekillendirmeden sonra sertleşme oluşur.

4. Uygun Boru Kaliteleri

Tüm borular öngörülen kullanım maksadına uygun olacak ve madde 8'de belirtilen istekleri sağlayacaktır. Bu koşullar altında aşağıdaki boru kaliteleri kullanılabilir:

4.1 EN 12449'da ve Tablo 9.1'de belirtilen kalitelerdeki bakır ve dövülebilir bakır alaşımlı borular.

4.2 Kondenser ve eşanjörler için EN 12451'e uygun bakır ve dövülebilen bakır alaşımından yapılan borular Tablo 9.1'de verilen kalitelerdeki borular tercih edilir.

4.3 Madde 4.1 ve 4.2'deki kalitelerle eşdeğer olan ve uygunluğu **TL** tarafından onaylanan diğer standart ve spesifikasyonlardaki borular.

5. Yüzey Düzgünlüğü

5.1 Borular üretim yöntemlerine uygun olarak düzgün bir yüzeye sahip olacaktır. Yüzey, asit artıkları veya yanmış çekme sıvısı gibi yabancı maddelerden arınmış olacak ve yüzeyde mekanik hasar ve çatlak bulunmayacaktır. Daha sonraki üretim işlemlerine veya malzemenin kullanımına olumsuz yönde etki edebilecek kalıp izleri ve katmerleşmeye izin verilmez.

5.2 Yüzey hataları; boru yüzeyinde yumuşak bir geçiş sağlanması ve boyutsal toleransların aşılmaması şartıyla, taşlama yoluyla giderilebilir. Kaynak veya lehimle onarıma müsaade edilmez.

6. Boyutlar, Boyutsal Ve Geometrik Toleranslar

6.1 Et kalınlığı ve çaptaki toleranslar için, EN 12449'da verilenler geçerlidir. Tablo 9.4÷9.9'a da bakınız. Boru uçları, boru eksenine dik açıda kesilmeli ve çapaksız olacaktır.

7. Sızdırmazlık

Borular, belirtilen test basınçlarında hidrolik basınç testi uygulandığında sızdırmaz olacaktır.

8. Malzeme ile İlgili İstekler

8.1 Kimyasal bileşim

Kimyasal bileşim Tablo 9.1'e uygun olacaktır.

8.2 Mekanik özellikler

Mekanik özellikler, ilgili standartlara uyacaktır. Tablo 9.2'de, madde 4.1'de belirtilen boru kaliteleri için EN 12449'dan alınan değerler verilmiştir.

Tablo 9.1 Uygun boru kaliteleri

Malzeme tanımı		Bileşim : Ağırlık oranı [%]															
Malzeme kodu	**Numarası**	**Element**	**Cu**	**Al**	**As**	**C**	**Co**	**Fe**	**Mn**	**Ni**	**P**	**Pb**	**S**	**Si**	**Sn**	**Zn**	**Diğerleri toplam**
Cu-DHP	CW024A	min.	99,9**(1)**	-	-	-	-	-	-	-	0,015	-	-	-	-	-	-
		maks.	-	-	-	-	-	-	-	-	0,040	-	-	-	-	-	-
CuNi2Si	CW111C	min.	Kalan	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	0,4	-	-	-
		maks.		-	-	-	-	0,2	0,1	2,5	-	0,02	-	0,8	-	-	0,3
CuNi10Fe1Mn**(4)**	CW352H	min.	Kalan	-	-	-	-	1,0**(3)**	0,5	9,0	-	-	-	-	-	-	-
		maks.		-	-	0,05	0,1**(2)**	2,0**(3)**	1,0	11,0	0,02	0,02	0,05**(4)**	-	0,03	0,5 **(4)**	0,2
CuNi30Mn1Fe**(4)**	CW354H	min.	Kalan	-	-	-	-	0,4	0,5	30,0	-	-	-	-	-	-	-
		maks.		-	-	0,05	0,1**(2)**	1,0	1,5	32,0	0,02	0,02	0,05	-	0,03	0,5	0,2
CiUm20A12As	CW702R	min.	76,0	1,8	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Artık	-
		maks.	79,0	2,3	0,06	-	-	0,07	0,1	0,1	0,01	0,05	-	-	-	-	0,3

(1) *Maks. %0,015'e kadar Ag dahil.*

(2) *Co maks. 0,1, Ni olarak sayılır.*

(3) *Deniz suyuna maruz uygulamalar için : 1,5 ≤ Fe ≤ 1,8.*

(4) *Ürün ardıl kaynak uygulamaları içinse ve bu alıcı tarafıdan belirtilmişse, aşağıdaki maksimum limitler uygulanır:*
Çinko 0,50%, Kurşun 0,02%, Fosfor 0,02%, Sülfür 0,02% ve Karbon 0,05%.

Tablo 9.2 EN 12449'a göre bakır ve dövülebilir bakır alaşımlı boruların mekanik özellikleri ve durumları

Malzeme sembolü	Malzeme durumu		Et kalınlığı t [mm]	Akma mukavemeti $R_{p0,2}$ [N/mm²]	Çekme mukavemeti R_m [N/mm²]	Kopma uzaması A_5 [%] min.
Cu-DHP	Yumuşak	R200	≤20	≤110	≥200	40
	Yarı-sert	R250	≤10	≥150	≥250	20
	Sert **(1)**	R290	≤5	≥250	≥290	5
CuZn20Al2	Tavlanmış	R340	≤10	≥120	≥340	45
CuNi10Fe1Mn	Tavlanmış	R290	≤20	≥90	≥290	30
CuNi30Mn1Fe	Tavlanmış	R370	≤10	≥120	≥370	35
CuNi2Si	Çözeltide tavlanmış	R260	≤10	≥60	≥260	30
	Çözeltide tavlanmış **(1)** ve ani sertleştirilmiş	R460		≥300	≥460	12
	Çözeltide tavlanmış ve soğuk şekillendirilmiş	R380		≥260	≥380	6
	Çözeltide tavlanmış ve soğuk şekillendirilmiş ve ani sertleştirilmiş	R600		≥480	≥600	8

(1) *Ön tavlama yapılmadan soğuk şekillendirme mümkün değildir.*

8.3 Şekillendirme kabiliyeti

R290 durumunda Cu-DHP ve R460 durumundaki CuNi2Si bakırdan üretilmiş borular hariç, tüm borular atölye uygulamalarında bilinen şekil değiştirme oranında soğuk şekillendirmeye (eğme ve genişletme gibi) elverişli olacaktır.

8.4 Gerilmelerden arınmışlık

Bakır çinko alaşımlarından üretilmiş borular, çatlağa yol açabilecek gerilmelerden arınmış olacaktır.

8.5 Hidrojen gevreklik-kırılmasına direnç

Bakır borular, örneğin; gaz kaynağında, lehimlemede ve sıcak şekil vermede görülen hidrojen gazları ve yüksek sıcaklık etkisiyle gevrek hale gelmemelidir.

8.6 Tane büyüklüğü

Tablo 9.2'de belirtilen malzemelerin, tabloda belirtilen şartlardaki ortalama tane çapı 0,01 ile 0,05 mm arasında olacaktır. R290 durumundaki Cu-DHP malzemesi hariçtir.

9. Testler

9.1 Test amacıyla, borular Tablo 9.3'e göre test demetleri halinde gruplara ayrılacaktır.

Test demeti, aynı malzemeden yapılmış, aynı şartlarda ve aynı boyutlarda olan ve bir imalat periyodunda üretilmiş boruları içerir.

Test demetinin bir eriyikten veya bir ısıl işlemden elde edilmiş olması gerekli değildir.

Test numunesi sayısı 2 veya daha fazla olduğunda, bunlar test demeti içindeki farklı borulardan alınacaktır.

Borular rulo halinde teslim ediliyorsa, her 5 rulodan bir test numunesi alınacaktır. Eğer rulo sayısı 5'den az ise, en az bir test numunesi alınacaktır.

9.2 Kimyasal bileşim testi

Üretici, her üretim demetinin kimyasal bileşimini

belirleyecek ve sonuçları sörveyöre bildirecektir.

9.3 Tane büyüklüğünün belirlenmesi

Kondenser ve esanşör borularında, üretici her test demetinden en az bir test numunesinde ISO 2624'e göre ortalama tane çapını belirleyecektir.

Tablo 9.3 Test demetleri

Test demeti [kg]		Madde 9.3 ÷ 9.8'deki testlerde test numunesi sayısı
..... 'den	**.....'e kadar**	
	500	Her birinden 1
500	1000	Her birinden 2
1000	2000	Her birinden 3
2000	3000	Her birinden 4
Daha sonraki her 1000 için		1 eklenecek

9.4 Çekme testi

Borulara, çekme mukavemeti, %0,2 uzama sınırı ve kopma uzamasının belirlenmesi için çekme testi uygulanacaktır.

9.5 Halka yassılaştırma testi

Borulara halka yassılaştırma testi uygulanacaktır. Test numuneleri, iç yüzeyler birbirine temas edene kadar yassılaştırılacaktır. Bu işlem gözle görülebilir çatlamaya yol açmamalıdır. R290 durumundaki Cu-DHP bakır borular, testten önce tavlanacaktır. CuNi2Si borular önceden çözeltide tavlanacaktır.

9.6 Genişletme testi

Dış çapı 76 mm. ye kadar olan borulara, 45° lik konik genişletme parçası kullanılarak genişletme testi uygulanacaktır. Genişleme, orijinal iç çapın en az %30'una eşit olmalı ve çatlak görülmemelidir. R290 durumundaki Cu-DHP bakır borular, testten önce tavlanacaktır. CuNi2Si borular, önceden çözeltide tavlanacaktır.

Tablo 9.4 Çap için sınırlayıcı ölçüler

Çap (nominal) [mm]		Çap için sınırlayıcı ölçüler [mm]	
'den	**.....'e kadar**	**Ortalama çapa uygulama**	**Doğrusal boylarda, ovallik dahil her çapa uygulama (1), (2)**
3 **(3)**	10	±0,06	±0,12
10	20	±0,08	±0,16
20	30	±0,12	±0,24
30	50	±0,15	±0,30
50	100	±0,20	±0,50
100	200	±0,50	±1,0
200	300	±0,75	±1,5
300	450	±1,0	±2,0

(1) *Bu kolondaki sınırlayıcı ölçüler, aşağıdakilere uygulanmaz:*
- *Rulo borular (rulo boruların sınırlayıcı ölçüleri için Tablo 9.8'e bakınız).*
- *OD/t>50 olan borular (OD=dış çap, t=et kalınlığı)*
- *Tavlanmış durumdaki borular*

(2) *Aksi kararlaştırılmadıkça, boru uçları civarındaki (yani, 100 mm içindeki mesafede veya nominal dış çap kadar olan mesafede-hangisi küçükse-) dış çap ölçüleri, 3 katsayısı ile arttırılabilir.*

(3) *3 dahildir.*

Tablo 9.5 Et kalınlığı için sınırlayıcı ölçüler

Dış çap (nominal) [mm]		t et kalınlığı için sınırlayıcı ölçüler (nominal)				
..... 'den	.....'e kadar	> 0,3 ≤ 1	> 1 ≤ 3	> 3 ≤ 6	> 6 ≤ 10	> 10
3 **(1)**	40	±15	±13	±11	±10	-
40	120	±15	±13	±12	±11	±10
120	250	-	±13	±13	±12	±11
250	450	-	-	±15	±15	±15
(1) *3 dahildir.*						

Tablo 9.6 Düz boruların sabit uzunlukları için sınırlayıcı ölçüler

Dış çap (nominal) [mm]		Sabit uzunluklar için sınırlayıcı ölçüler			
'den	....'e kadar	≤ 250	> 250 ≤ 1000	> 1000 ≤ 4000	> 4000
3 **(1)**	25	+1	+3	+5	Anlaşmaya bağlı
		0	0	0	
25	100	+2	+5	+7	
		0	0	0	
100	450	+3	+5	+10	
		0	0	0	
(1) *3 dahildir.*					

Tablo 9.7 Rulo boruların (helisel olmayan rulo boru) sabit uzunlukları için sınırlayıcı ölçüler

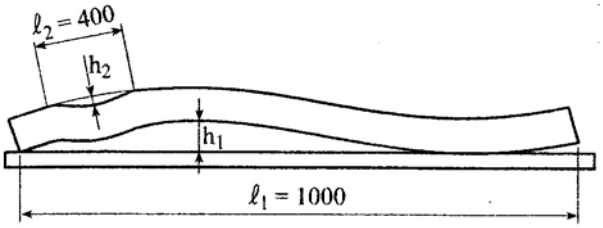
Nominal boy [m]	Sapma sınırı [%]
50'ye kadar	+2
	0
50'den 100'e kadar	+3
	0
100'den büyük	+2
	0

Tablo 9.8 Rulo boruların ovallik dahil çapları için sınırlayıcı ölçüler

Dış çap (nominal) [mm]		Ovallik dahil nominal çap için sınırlayıcı ölçüler [mm]	Belirtilen ölçülerde iç ring çapı için uygulama [mm]
'den	.....'e kadar		
3 **(1)**	6	±0,30	400
6	10	±0,50	600
10	20	±0,70	800
20	30	±0,90	1000
(1) *3 dahildir.*			

Tablo 9.9 Düzgünlük toleransı

Dış çap/et kalınlığı oranı [mm]		Derinlik(1) [mm]	
‘den	.....‘e kadar	h_1 1000 mm ℓ_1 boyu başına max.	h_2 400 mm ℓ_2 boyu başına max.
-	5	2	0,8
5	10	3	1,2
10	20	4	1,6
20	40	5	2,0
40	-	6	2,5
(1) *Şekil 9.1’e bakınız.*			



Şekil 9.1 Düzgünlüğün ölçümü

9.7 İç gerilmeden arınmışlığın testi (CuZn borular)

Üretici, amonyak testi yaparak (örneğin; DIN 50916-1’e veya ISO 6957’ye göre) CuZn alaşımlı boruların iç gerilmelerden arınmış olduğunu kanıtlamalı ve daha sonra test numunelerini sörveyöre sunmalıdır. Eğer üretici isterse, bu test yerine ISO 196’ya göre civa nitrat testi yapılabilir.

Testler sonucunda test numunesinde çatlak görülürse, üretim demeti reddedilecektir. Üretici, üretim demetini yeniden test için sunmadan önce, söz konusu üretim demetine yeniden ısıl işlem yapmakta serbesttir.

9.8 Hidrojen gevreklik-kırılmasına direnç testi (Cu borular)

Bu amaçla, boyları 10 mm. den 20 mm. ye kadar olan boru test numuneleri azaltılmış atmosferde (hidrojen veya kızgın gaz) 30 dakika 800 ila 850 °C tavlanarak soğutulacak ve iki paralel levha arasında iç yüzeyler birbirine temas edene kadar yassılaştırılacaktır. Et kalınlığı fazla ve çapları büyük olan borularda yassılaştırma test numuneleri için örnek borudan 10 mm. genişliğinde şeritler alınır. Kat yerlerinde çatlak ve kırılma görülmemelidir.

9.9 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Üretici her borunun iç ve dış yüzeylerinin düzgünlüğünü, çaplarını ve et kalınlıklarını kontrol edecektir. Daha sonra borular son kontrol için sörveyöre sunulacaktır.

9.10 Sızdırmazlık testi

Üretici tüm borulara sızdırmazlık testi uygulayacaktır. Tercihen bu test, tanınmış standartlara (örneğin; EN 1971) veya test spesifikasyonlarına göre yapılan girdap akımı testi (Eddy Current Test) uygulanarak gerçekleştirilecektir. Girdap akımı testi yerine, eşdeğer bir tahribatsız test yöntemi kabul edilebilir veya hidrolik

basınç testi yapılabilir. Her boru, en az 5 sn. süreyle, aşağıdaki formüle göre hesaplanacak olan bir iç su basıncına tabi tutulacaktır:

$$p = \frac{2 \cdot s \cdot t}{D}$$

p = İç su basıncı,

t = Boru et kalınlığı (nominal),

D = Boru dış çapı (nominal),

S = %0,2 akma gerilmesinin minimum değerinin yarısı.

Aksi kararlaştırılmadığı taktirde, boruların 6,9 MPa'ın üzerindeki bir basınçta test edilmesine gerek yoktur.

9.11 Test numunesinin istekleri sağlayamaması durumunda testlerin yenilenmesi

Eğer mekanik ve teknolojik testler sonucunda gerekli değerler sağlanamazsa, test demetinin reddedilmesinden önce, Bölüm 2'de testlerin yenilenmesi için belirtilen yöntem uygulanabilir.

10. Markalama

10.1 Üretici, dış çapı ≥25 mm. olan tüm boruları silinmez ve hava şartlarından etkilenmez boya kullanarak aşağıda belirtildiği şekilde markalayacaktır:

- Üretici markası;
- Malzeme sembolü veya malzeme numarası;
- Test demeti numarası veya boruyu açıkça belirlemeye olanak veren diğer marka.

Dış çapları < 25 mm. olan borular, test sertifikasıyla eşleştirilmesi sağlanacak şekilde markalanacaktır.

10.2 Boruların, demet halinde veya ambalajlanmış olarak teslimi halinde, 10.1'de belirtilen markalar, sağlam olarak bağlanmış etiket veya plakete yapılabilir. Ancak dış çapları ≥ 25 mm. olan borular tekil olarak markalanacaktır.

11. Üreticinin Düzenleyeceği Sertifikalar

Üretici, her teslimat için sörveyöre aşağıdaki ayrıntıları içeren bir sertifika verecektir:

- Müşteri ve sipariş numarası;
- Boruların sayısı, boyut ve ağırlığı;
- Malzeme sembolü;
- Üretim demeti numarası veya belirleyici marka;
- Mekanik ve teknolojik testlerin, sızdırmazlık testinin ve söz konusu boru için belirtildiği veya özellikle gerek görüldüğü durumlarda, iç gerilmelerden arınmışlığın, hidrojen gevreklik-kırılmasına direncin ve ortalama tane büyüklüğünün tayin testlerinin analizlerinin sonuçları.

12. Bakır ve dövülebilir bakır alaşımlı fitingler

12.1 Kapsam

Bu kurallar semer ayaklara, T formundaki fitinglere, konik geçiş parçalarına ve boru dirseklere uygulanır. Tanınmış standartlara uygun fitingler kullanılır.

12.2 Onay

Fiting üreticileri ürününün uygunluğunu ilk olarak bir onay testi ile kanıtlayacaktır. Testin kapsamı, ilgili standartlara göre belirlenecektir; örneğin; Borulardan soğuk veya sıcak şekillendirme ile üretilen fitingler için DIN 86086'dan DIN 86090'ya bakılacaktır. Kaynaklı parçalar için testlerin kapsamı, **TL** tarafından özel olarak saptanacaktır.

12.3 Özellikler

Fitinglerin kimyasal bileşimi ve mekanik özellikleri üretiminde kullanılan boru kalitesine uygun olacaktır.

12.4 Testler

TL kurallarına göre test isteniyorsa, aşağıdaki gibi yapılacaktır:

12.4.1 Üretici, başlangıç malzemesinin kimyasal bileşimini, üretici sertifikası ile kanıtlayacaktır.

12.4.2 Test için, fitingler, test demetleri halinde gruplara ayrılacaktır. Test demeti, aynı şekle ve boyutlara sahip, aynı şartlarda, aynı kalitede malzemeden yapılmış ve bir imalat periyodunda üretilmiş parçaları içerir. Aşağıdaki testler için her bir üretim demetinden iki test numunesi alınacaktır:

- Çekme testi (anma delik çapı 100 mm ve üstünde ise);
- Halka yassılaştırma testi;
- CuZn alaşımlarından yapılan fitinglerde iç gerilmelerden arınmışlık testi.

Eğer parça sayısı 10 veya daha az ise, bir test numunesi yeterlidir.

Üretici fitinglerin boyutsal doğruluğunu ve yüzey düzgünlüğünü kontrol edecektir.

12.5 Markalama ve sertifika

Fitinglerin markalanması ve malzemenin özelliklerinin sertifikalandırılması 10 ve 11'de belirtilenlere göre yapılacaktır.

B. Bakır Alaşımlı Dökümler

1. Kapsam

Bu kurallar, valf ve pompa gövdeleri, şaft laynerleri, burçlar ve diğer parçaların üretiminde kullanılan alaşımlı bakır dökümlere uygulanır.

2. Dökümhaneler ile ilgili istekler

Buradaki kurallara göre ürün teslim etmeyi amaçlayan dökümhaneler **TL** tarafından onaylanacaktır.

3. Üretim

Üretim yöntemi, dökümün şekline uygun olacak tarzda seçilecektir. Kum dökümü, soğuk kalıp dökümü, santrifüj döküm ve kontinü döküm yöntemleri kullanılabilir. Siparişte aksi belirtilmedikçe dökümlerin, döküldüğü gibi veya ısıl işlem uygulanmış halde teslim edilmesi üreticinin tercihine bırakılmıştır.

4. Uygun bakır alaşımlı döküm kaliteleri

Döküm kaliteleri öngörülen kullanma amacına uygun olmacaktır. Bu koşullar altında aşağıdaki döküm kaliteleri kullanılabilir:

4.1 EN 1982'ye uygun kaliteler. Deniz suyuna maruz uygulamalar için Tablo 9.11'e bakınız.

4.2 Uygunluğu **TL** tarafından onaylanmış diğer standart ve spesifikasyonlardaki döküm kaliteleri.

5. Dökümlerin özellikleri

5.1 Tüm dökümler iyice temizlenmiş durumda teslim edilecektir. Dökümler çekme, döküm ve hava boşluklarından, çatlaklardan, yabancı katkılardan, kullanımlarına ve daha sonraki üretim işlemlerine olumsuz etkiler yapabilecek diğer hatalardan arınmış olacaktır.

Boyutsal toleransların aşılmaması şartı ile küçük yüzeysel hatalar taşlama ile giderilebilir.

5.2 Hataların kaynakla onarılması durumunda, onarım işlerine başlamadan önce, kaynak yönteminin ayrıntıları, onay için sörveyöre verilecek ve hataların yeri, cinsi ve kapsamı bildirilecektir. CuPbSn alaşımlı döküm yatak burçları ve laynerler kaynak edilemez. Sadece dökümün görünümünü düzeltmek için yapılan kaynaklara izin verilmez.

6. Boyutsal ve geometrik toleranslar

Boyutsal ve geometrik toleranslar ilgili standartlarda belirtilen şekilde olacaktır. Standart, siparişte belirtilecek ve sörveyöre bildirilecektir.

7. Sızdırmazlık

Çalışma akışkanı tarafından iç basınca maruz dökme parçalar, belirtilen test basıncında sızdırmaz olacaktır.

8. Malzeme ile İlgili İstekler

Kimyasal bileşim ve mekanik özellikler Tablo 9.10 ve 9.11'e ve ilgili standartlara veya onaylı spesifikasyonlara uygun olacaktır.

9. Testler

Aşağıda belirtilen testler yapılacaktır:

9.1 Kimyasal bileşim testi

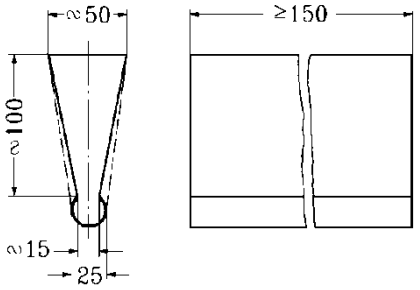
Üretici her eriyiğin kimyasal bileşimini belirleyecek ve ilgili sertifikayı düzenleyecektir.

Eriyiğe ek katkılar konulmaksızın, aynı kalitedeki başlangıç malzemesinin yeniden ergitilmiş ingotlarından yapılan dökümlerde, başlangıç malzemesi üreticisinin sertifikası, kimyasal bileşimin kanıtı olarak kabul edilebilir. Eriyik kayıplarının telafisi için yapılan az miktardaki katkılar ihmal edilebilir. Tereddüt halinde bileşim, dökümün analizi ile belirlenecektir.

9.2 Çekme testi

Bu amaçla, her eriyikten bir test numunesi alınacak ve test edilecektir. Eğer eriyiğin ağırlığı 1000 kg'ı geçerse, ikinci bir test numunesi gerekir. Test numuneleri aşağıda belirtilen şekilde alınacaktır.

9.2.1 Kum ve soğuk kalıp dökümünde, test numunesi birlikte dökülmüş örnek çubuklardan veya ayrı dökülmüş örnek parçalardan alınacaktır. Ayrı dökülmüş örnek parçalar, Şekil 9.2'deki ölçülere sahip olacak, aynı eriyikten alınacak ve aynı kalıp malzemesi kullanılarak dökülecektir.



Şekil 9.2 Örnek döküm parça

9.2.2 Santrifüj ve kontinü dökümlerde, test numunesi döküm parçasından alınacaktır.

9.2.3 Dökümler ısıl işlem yapılmış durumda teslim edilecekse, test numunesine da aynı ısıl işlem uygulanacaktır.

9.3 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Üretici her döküm parçayı, yüzey düzgünlüğü, boyutsal ve geometrik toleranslara uygunluk yönünden kontrol edeceki ve sonra son kontrol için sörveyöre sunacaktır.

9.4 Sızdırmazlık testi

Yapım kurallarında istenilen durumlarda, döküm parçalara sörveyörün gözetiminde hidrolik basınç testi uygulanacaktır. Şaft laynerleri en az 2 bar basınçta test edilecektir. Tüm diğer parçalar için test basıncı, çalışma basıncının 1,5 katına eşit olacaktır.

10. Belirleme ve Markalama

10.1 Üretici, her döküm parçanın orijinal eriyiğine kadar geriye doğru izlemeye yönelik bir sistem kuracaktır. İstek halinde, bunların kanıtlarını sörveyöre verecektir.

10.2 Sörveyörün son kontrolünden önce, her döküm parça üretici tarafından aşağıdaki şekilde markalanacaktır:

- Üretici markası;
- Alaşımın kısa sembolü;
- Döküm numarası veya üretim işlemini geriye doğru izlemeye olanak veren kod numarası;
- Test numunesi numarası;
- Test tarihi;
- Uygulanan durumlarda, test basıncı.

Sörveyörün isteği halinde test sertifikası numarası da markalanacaktır. Örneğin valf gövdeleri gibi, seri olarak üretilen küçük dökümler, test sertifikasıyla eşleştirilmesi sağlanacak şekilde markalanacaktır.

11. Test Sertifikaları

Her teslimat için üretici, sörveyöre aşağıdaki ayrıntıları içeren test sertifikasını veya teslim dokümanını verecektir:

- Sipariş ve müşteri numarası;
- Döküm parçaların sayısı ve ağırlığı;
- Malzeme sembolü ve teslim şartları;
- Eriyiğin bileşimi (veya uygulanan durumlarda başlangıç malzemesinin);
- Üretim yöntemi;
- Üretici tarafından yapılmışsa, mekanik testlerin sonuçları;
- Uygulanan durumlarda, test basıncı.

Tablo 9.10 Uygun bakır alaşımlı dökümler

Malzemenin tanımı		Bileşim [%]																						
TL – Malzeme kodu	**EN 1982'ye göre malzeme no/kodu**	**Element**	**Al**	**B**	**Bi**	**C**	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Fe**	**Mg**	**Mn**	**Nb**	**Ni**	**P**	**Pb**	**S**	**Sb**	**Se**	**Si**	**Sn**	**Te**	**Zn**
TL-CuAl10Ni **(1)**	CC333G/ CuAl10Fe5Ni5-C	min.	8.5		-			-	76.0	4.0	-	-		4.0		-				-	-		-
		maks.	10.5		0.01			0.05	83.0	5.5	0.05	3.0		6.0		0.03				0.10	0.1		0.5
TL -CuAl11Ni **(2)**	CC334G/ CuAl11Fe6Ni6-C	min.	10.0						72.0	4.0	-	-		4.0		-				-	-		-
		maks..	12.0						82.5	7.0	0.05	2.5		7.5		0.05				0.10	0.2		0.5
TL -CuNi10	CC380H/ CuNi10Fe1Mn1-C	min.	-			-			84.5	1.0		1.0	-	9.0		-				-			-
		maks.	0.01			0.10			-	1.8		1.5	1.0	11.0		0.03				0.10			0.5
TL -CuNi30	CC383H/ CuNi30Fe1Mn1NbSi -C	min.	-	-	-	-	-		Kalan	0.5	-	0.6	0.5	29.0	-	-	-		-	0.30		-	-
		maks.	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02			1.5	0.01	1.2	1.0	31.0	0.01	0.01	0.01		0.01	0.70		0.01	0.5
TL -CuSn10 **(3)**	CC480K/ CuSn10-C	min.	-						88.0	-		-		-	-	-	-	-		-	9.0		-
		maks.	0.01						90.0	0.2		0.1		2.0	0.20	1.0	0.05	0.2		0.02	11.0		0.5
TL -CuSn12 **(4)**	CC483K/ CuSn12-C	min.	-						85.0	-		-		-	-	-	-	-		-	11.0		-
		maks.	0.01						88.5	0.2		0.2		2.0	0.60	0.7	0.05	0.15		0.01	13.0		0.5
TL -CuSn12Ni	CC484K/ CuSn12Ni2-C	min.	-						84.5	-		-		1.5	0.05	-	-	-		-	11.0		-
		maks.	0.01						87.5	0.2		0.2		2.5	0.40	0.3	0.05	0.1		0.01	13.0		0.4
TL - CuSn5ZnPb **(3)**	CC491K/ CuSn5Zn5Pb5-C	min.	-						83.0	-				-	-	4.0	-	-		-	4.0		4.0
		maks.	0.01						87.0	0.3				2.0	0.10	6.0	0.10	0.25		0.01	6.0		6.0
TL - CuSn7ZnPb **(3), (5)**	CC493K/ CuSn7Zn4Pb-7-C	min.	-						81.0	-				-	-	5.0	-	-		-	6.0		2.0
		maks.	0.01						85.0	0.2				2.0	0.10	8.0	0.10	0.3		0.01	8.0		5.0

(1) *Sabit kalıp dökümlerde asgari demir muhtevası %3.0 ve asgari nikel muhtevası %3.7 olmalıdır.*

(2) *Sabit kalıp dökümlerde asgari demir muhtevası %3.0, asgari alüminyum muhtevası %9.0 olmalıdır. Bu durumda azami bakır muhtevası %84.5 olmalıdır.*

(3) *Nikel dahildir (Bakır için).*

(4) *Sürekli ve santrifüj dökümlerde, asgari kalay muhtevası %10.5 azami bakır muhtevası %89'dur.*

(5) *Sürekli ve santrifüj dökümlerde asgari kalay muhtevası %5.2 azami bakır muhtevası %86'dır.*

Tablo 9.11 Madde 4.1'e uygun bakır alaşımlı dökümlerin mekanik özellikleri

TL malzeme kodu	Teslim durumu	Akma sınırı $R_{p0,2}$ [N/mm^2] min.	Çekme mukavemeti R_m [N/mm^2] Min.	Kopma uzaması A_5 [%] min.	Sertlik HB 10 min.
TL-CuSn10	Kum dökümü	130	270	18	70
	Sabit kalıp dökümü	160	270	10	80
	Santrifüj döküm	160	270	10	80
	Sürekli döküm	170	280	10	80
TL -CuSn7ZnPb	Kum dökümü	120	240	15	65
	Sabit kalıp dökümü	120	230	12	60
	Santrifüj döküm	130	270	13	75
	Sürekli döküm	130	270	16	70
TL -CuSn5ZnPb	Kum dökümü	90	240	18	60
	Sabit kalıp dökümü	110	220	8	65
	Santrifüj döküm	110	250	13	65
	Sürekli döküm	110	250	13	65
TL -CuSn12	Kum dökümü	140	260	12	60
	Sabit kalıp dökümü	150	270	5	65
	Santrifüj döküm	150	280	8	65
	Sürekli döküm	150	300	6	65
TL -CuSn12Ni	Kum dökümü	160	280	14	90
	Santrifüj döküm	180	300	8	100
	Sürekli döküm	180	300	10	95
TL -CuAl10Ni	Kum dökümü	270	600	13	140
	Sabit kalıp dökümü	300	650	10	150
	Santrifüj döküm	300	700	13	160
	Sürekli döküm	300	700	13	160
TL -CuAl11Ni	Kum dökümü	320	680	5	170
	Sabit kalıp dökümü	400	750	5	200
	Santrifüj döküm	400	750	5	185
TL -CuCuNi10	Kum dökümü	150	310	20	100
	Santrifüj döküm	100	280	25	70
	Sürekli döküm	100	280	25	70
TL -CuNi30	Kum dökümü	230	440	18	115

BÖLÜM 10

TEÇHİZAT MALZEMESİ

Sayfa

A. Demirler 10-2

1. Genel istekler
2. Dizayn
3. Malzemeler
4. Malzeme Testleri
5. Demirlerin üretimi
6. Demirlerin Testleri ve Sertifikalandırılması
7. Markalama
8. Sertifikalandırma
9. Boya

B. Demir Zincirleri ve Aksesuarları 10-7

1. Genel istekler
2. Malzemeler
3. Demir zincirleri ve aksesuarlarının dizaynı ve üretimi
4. Tamamlanmış Demir zincirlerinin testleri ve sertifikalandırılması
5. Aksesuarların testleri ve sertifikalandırılması
6. Emercensi yedekleme düzenleri için aşınma zincirleri

C. Açık Denizde Bağlama Zincirleri ve Aksesuarları 10-19

1. Genel istekler
2. Malzemeler
3. Dizayn ve zincir üretimi
4. Tamamlanmış zincirin testi ve muayenesi
5. Aksesuarların testleri ve muayeneleri
6. Tek noktadan bağlama donanımı için aşınma zincirleri

D. Tel Halatlar 10-42

1. Kapsam
2. Tel Halat Üreticilerinin Sağlaması Gereken İstekler
3. Üretim
4. Tel Halatlar ile İlgili İstekler
5. Tel Halatların Testi
6. Özelliklerin doğrulanması
7. Markalama

E. Lif Halatlar 10-45

1. Kapsam
2. Lif halat üreticilerinin sağlaması gereken istekler
3. Üretim
4. İstenilen özellikler
5. Halatların kopma yükü testi
6. Özelliklerin doğrulanması
7. Markalama

A. Demirler

1. Genel istekler

1.1 Kapsam

Bu kurallar; çelik döküm veya dövme çelikten ya da kaynaklı haddelenmiş çelik levha ve çubuklardan üretilen demirlerin, demir bedeninin ve demir kilitlerinin malzemelerine, üretimine, testlerine ve sertifikalandırılmasına uygulanır.

1.2 Demir tipleri

Demir tipleri aşağıda verilmiştir:

- Normal demirler (IACS UR A1.4.1.1'e bakınız)
  - Çiposuz demirler
  - Çipolu demirler

- HHP (yüksek taşıma güçlü) demirler (IACS UR A1.4.1.2'ye bakınız)

- SHHP (çok yüksek taşıma güçlü) demirler, kütleleri 1500 kg'ı geçmeyen (IACS UR A1.4.1.3'e bakınız).

Üretim sırasında yapılan dizayn değişikliklerinin, **TL** tarafından önceden onaylanması gereklidir.

2. Dizayn

2.1 Demirlerin dizaynı **TL**'nca onaylanacaktır.

Bu maksatla demir üreticisi, demirlerin ve bağlantı parçalarının (demir kilitleri ve fırdöndü kilitleri) değerlendirilmesi için gerekli ayrıntılarının resimleri ve/veya verilerini, onaylanmak üzere **TL**'na gönderecektir.

2.2 Kilitler ve fırdöndü kilitleri gibi bağlantı parçaları, ilgili demirin asgari olarak test yüküne göre dizayn edilecektir.

2.3 Yüksek taşıma güçlü demirler (HHP demirleri) yalnız TL- K2 veya TL- K3 zincirlerine bağlı olarak, çok yüksek taşıma güçlü demirler (SHHP demirleri) yalnız TL- K3 zincirlerine bağlı olarak kullanılabilir.

2.4 HHP demirleri ve SHHP demirleri ve demirlerin parçası olan fırdöndü kilitleri, sörveyörün gözetiminde bir tip testine tabi tutulur. Burada fırdöndü kilitleri için, Tablo 10.11'de gösterilen deney ve kopma yükleri kanıtlanacaktır.

3. Malzemeler

3.1 Demir malzemeleri

Tüm demirler, aşağıda belirtilen istekleri sağlayan malzemelerden üretilecektir.

3.1.1 Çelik döküm demir tırnakları, bedenleri, fırdöndüleri ve kilitleri Bölüm 6'daki isteklere uygun olarak üretilecek ve test edilecek, ayrıca kaynaklı yapılara ait dökümlerle ilgili isteklere uygun olacaktır. Çeliğin taneleri alüminyum ile inceltilecektir.Eğer madde 6'daki B test programı seçilirse, Charpy V çentik darbe testinin yapılması gereklidir. Fırdöndülerin üretiminde diğer çelik kalitelerinin kullanım özel olarak değerlendirilecektir.

3.1.2 Dövme çelik demir harbileri, bedenleri, fırdöndüleri ve kilitleri Bölüm 5'deki isteklere uygun olarak üretilecek ve test edilecektir. Bedenler, fırdöndüler ve kilitler, kaynaklı yapılara ait karbon ve karbon-manganez çelikleri ile ilgili isteklere uygun olacaktır. Fırdöndülerin üretiminde diğer çelik kalitelerinin kullanım özel olarak değerlendirilecektir.

3.1.3 Kaynaklı çelik demirlere ait haddelenmiş kütükler, levhalar ve çubuklar Bölüm 3'deki isteklere uygun olarak üretilecek ve test edilecektir.

3.1.4 Harbiler, fırdöndüler ve kilitlerin üretiminde kullanılacak haddelenmiş çubuklar Bölüm 3, B veya Bölüm 5'deki isteklere uygun olarak üretilecek ve test edilecektir.

3.2 SHHP demirlerle ilgili malzemeler

Kaynaklı SHHP demirlerin ana çelik kalitesi Kısım 1 – Tekne, Bölüm 3, Tablo 3.2'de verilen Sınıf II malzeme kalitesi isteklerine göre seçilmelidir. Kaynak sarf malzemeleri, Kısım 3 – Kaynak, Bölüm 5 ve Bölüm 12, E'ye göre ana çelik malzeme kalitelerinin tokluk isteklerini karşılamalıdır.

Madde 3.1'deki isteklere ilave olarak, SHHP demirler aşağıda belirtilen malzeme tokluk isteklerine göre üretilecektir (IACS UR A1.4.5'e bakınız):

SHHP demirlerin kilitlerinin tokluğu, TL-K3 demir zinciri kalitesi için istenilenlere uygun olacaktır. SHHP demirler için çelik dökümün tokluğu, 0ºC'de ortalama 27 J'lük bir Charpy V-çentik darbe enerjisinden daha az olmayacaktır.

4. Malzeme Testleri

4.1 Demir üreticileri, tüm demir bileşenleri için kimyasal bileşimi, ısıl işlem veya teslim koşullarını, eriyik numarasını ve mekanik testlerin sonuçlarını içeren malzeme veya fiting üreticilerinin hazırladığı sertifikaları sörveyöre iletecektir.

4. 2 Tüm çelik döküm parçaları, sörveyörün gözetiminde Bölüm 6'ya göre test edilecektir.

4.3 Bölüm 6, A, 9.2.3'ün aksine, birlikte dökülen örneklerin ölçüleri aşağıda tanımlandığı şekilde, , test et kalınlığına ayarlanacaktır.

4.4 Demir bedeni ve tırnağından, t, demir gövdesi veya tırnağı kök kesiti olmak üzere, maksimum ¼ t genişliğinde, 100 mm ve 250 mm boyunda en az 2 adet birlikte dökülmüş test numunesi alınacaktır.

4.5 Eğer demirler dövme parçalardan yapılmışsa, bunlar **TL** sörveyörü gözetiminde malzeme testine tabi tutulacaktır.

5. Demirlerin üretimi

5.1 Toleranslar

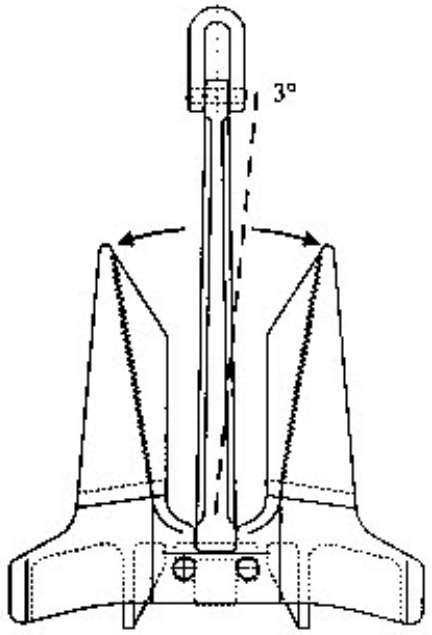
Uygunluğu konusunda standartlarda veya resimlerde aksine bir ifade olmadığı takdirde, aşağıda belirtilen montaj ve donatım toleransları uygulanacaktır.

Kilit çeneleri arasındaki demir bedeninin her iki yanındaki boşluk; ağırlığı 3 ton'a kadar olan küçük demirlerde en fazla 3 mm, 5 ton'a kadar olanlarda en fazla 4 mm, 7 ton'a kadasr olanlarda en fazla 6 mm ve daha büyük demirlerde en fazla 12 mm olacaktır.

Kilit harbisi, kilitin gözlerine sıkı geçmeli olarak geçecektir. Harbinin yerine iyi oturmasını sağlamak için kilit gözlerinin dış kısmında pah kırılacaktır. Kilit harbisi ile delik arasındaki tolerans, 57 mm harbi çapına kadar en fazla 0,5 mm ve daha büyük çaplar için en fazla 1,0 mm olacaktır.

Muylu pimi yuvasına hafif sıkı geçme ve yatay hareketi önleyecek uzunlukta olacaktır. Boşluk, yuva uzunluğunun %1'inden fazla olmayacaktır.

Bedenin yanal hareketi 3 dereceyi geçmeyecektir, Şekil 10.1'e bakınız.



Şekil 10.1 Bedenin izin verilen yanal hareketi

5.2 Demirlerin kaynağı

Kaynakla üretilen demirlerin kaynağı, TL tarafından onaylı prosedürlere göre yapılacaktır. Kaynaklar onaylı kaynak prosedürlerine göre vasıflı kaynakçılar tarafından (IACS UR W28 ve Kısım 3 – Kaynak, Bölüm 12 F ve Bölüm 4'e bakınız) 6.3'deki ürün testleri isteklere uygun olarak yapılacaktır. NDT testleri 6.3'deki ürün testleri isteklere uygun olarak yapılacaktır.

5.3 Isıl işlem

Döküm veya dövme demirlere ait bileşenler, Bölüm 5 (IACS UR W7) ve 6 (IACS UR W8)'ya göre uygun şekilde ısıl işleme tabi tutulacak, tavlanacak, normalize edilecek veya normalize edilerek temperlenecektir.

Kaynakla üretilen demirler, kaynak kalınlığına bağlı olarak, kaynaktan sonra gerilme giderme işlemine tabi tutulabilir. Gerilme giderimi, onaylı kaynak yönteminde belirtilen şekilde yapılacaktır. Gerilme giderme sıcaklığı, ana malzemenin temperleme sıcaklığını aşmayacaktır.

5.4 Hatalardan arınmışlık

Tüm parçalar, üretim yöntemi ile uyumlu olarak düzgün bir yüzeye sahip olacak ve çatlaklardan, çentiklerden,

Kalıntılardan ve ürünün performansını olumsuz etkileyebilecek diğer kusurlardan arınmış olacaktır.

5.5 Onarımlar

Dövme ve döküm demirlerdeki gerekli tüm onarımlar için sörveyörle anlaşmaya varılacak ve bu onarımlar Bölüm 5 ve 6'da belirtilen onarım kriterlerine göre yapılacaktır. Kaynaklı demirlerdeki onarımlar için sörveyörle anlaşmaya varılacak ve yapımda kullanılan kaynak yöntemlerinin parametrelerine göre, vasıflı kaynakçılar tarafından, kaynak yöntemlerine uygun olarak yapılacaktır.

5.6 Demirlerin montajı

Demirlerin montajı ve donatımı dizayn ayrıntılarına uygun olarak yapılacaktır.

Demir harbisinin, kilit harbisinin veya fırdöndü somununun emniyete alınması onaylı bir prosedüre göre yapılacaktır.

6. Demirlerin Testleri ve Sertifikalandırılması

Deney yük testleri, onaylı bir test kuruluşu tarafından yapılacaktır.

Normal, HHP ve SHHP demirler için deney yükü testi IACS UR A1.4.4'ün ilgili isteklerine göre yapılacaktır.

6.1 Test koşulları

Demirler, tamamen monte edilmiş durumda test edilecek ve boya veya herhangi bir koruyucu madde ile kaplanmayacaktır.

6.2 Yük testi

6.2.1 Toplam ağırlığı (çipo dahil) 75 kg. ve daha fazla olan demirlere, **TL** onaylı, kalibre edilmiş test makinaları kullanılarak sörveyörün gözetiminde Tablo 10.1'de belirtilen yüklerde yük testi uygulanacaktır.

6.2.2 Ağırlığı 15000 kg. ve daha fazla olan büyük demirlerde, mevcut test makinaları belirtilen test yükünü uygulama kapasitesine sahip değilse, yük testi yerine geçebilecek diğer testler yapılabilir. Bu testlerin türü konusunda **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

6.2.3 Test yükü, tırnak ucundaki noktadan itibaren ölçülen, tırnak ucundaki nokta ile demir memesi orta noktası arasındaki uzaklığın üçte birinde bulunan tırnaktaki bir noktaya veya kola uygulanacaktır. Çiposuz demirlerde, her iki kol da uç pozisyonlarda aynı zamanda test edilecektir. Çipolu demirlerde test yükü her kola sıra ile uygulanacaktır.

6.2.4 Tablo 10.1'deki test yüklerinin belirlenmesinde, aşağıda belirtilen demir ağırlıkları göz önüne alınacaktır:

- Çiposuz demirler: Toplam ağırlık;
- Çipolu demirler: Çiposuz ağırlık;
- Yüksek taşıma kuvvetli demirler (HHP): Gerçek ağırlığın 1,33 katına eşit ağırlık;
- Çok yüksek taşıma güçlü demirler (SHHP): Gerçek ağırlığın 2 katına eşit ağırlık;
- Bağlama demirleri: Aksine bir anlaşma yapılmamışsa, gerçek ağırlığın 1,33 katına eşit ağırlık.

6.2.5 Yük testinden sonra, demirler hatasız durumda olduklarının kontrolü için sörveyöre sunulacaktır. Doğrulama, 6.3'e göre gözle muayeneyi ve yüzey çatlak testini kapsar. Kompozit yapıdaki demirlerde, kolların hareket serbestisi gösterilecektir.

Tablo 10.1 Demirler için test yükleri (1)

Ağırlık (2) [kg]	Test yükü [kN]	Ağırlık (2) [kg]	Test yükü [kN]	Ağırlık (2) [kg]	Test yükü [kN]
50	23,2	2200	376	7800	861
55	25,2	2300	388	8000	877
60	27,1	2400	401	8200	892
65	28,9	2500	414	8400	908
70	30,7	2600	427	8600	922
75	32,4	2700	438	8800	936
80	33,9	2800	450	9000	949
90	36,3	2900	462	9200	961
100	39,1	3000	474	9400	975
120	44,3	3100	484	9600	987
140	49,0	3200	495	9800	998
160	53,3	3300	506	10000	1010
180	57,4	3400	517	10500	1040
200	61,3	3500	528	11000	1070
225	65,8	3600	537	11500	1090
250	70,4	3700	547	12000	1110
275	74,9	3800	557	12500	1130
300	79,5	3900	567	13000	1160
325	84,1	4000	577	13500	1180
350	88,8	4100	586	14000	1210
375	93,4	4200	595	14500	1230
400	97,9	4300	604	15000	1260
425	103	4400	613	15500	1280
450	107	4500	622	16000	1300
475	112	4600	631	16500	1330
500	116	4700	638	17000	1360
550	124	4800	645	17500	1390
600	132	4900	653	18000	1410
650	140	5000	661	18500	1440
700	149	5100	669	19000	1470
750	158	5200	677	19500	1490
800	166	5300	685	20000	1520
850	175	5400	691	21000	1570
900	182	5500	699	22000	1620
950	191	5600	706	23000	1670
1000	199	5700	713	24000	1720
1050	208	5800	721	25000	1770
1100	216	5900	728	26000	1800
1150	224	6000	735	27000	1850
1200	231	6100	740	28000	1900
1250	239	6200	747	29000	1940
1300	247	6300	754	30000	1990
1350	255	6400	760	31000	2030
1400	262	6500	767	32000	2070
1450	270	6600	773	34000	2160
1500	278	6700	779	36000	2250
1600	292	6800	786	38000	2330
1700	307	6900	794	40000	2410
1800	321	7000	804	42000	2490
1900	335	7200	818	44000	2570
2000	349	7400	832	46000	2650
2100	362	7600	845	48000	2730

(1) *Ara değerler lineer enterpolasyonla hesaplanabilir.*

(2) *HHP demiri, SHHP demiri ve bağlama demirlerinin test yükünü belirlemek için Tablo'da verilen ağırlıklar 6.2.4'de verilen faktörlerle çarpılacaktır.*

6.3 Ürün testleri

6.3.1 Ürün test programları

TL, program A veya program B'nin uygulanmasını isteyebilir (Tablo 10.2 ve 10.3'e bakınız).

Tablo 10.2 Her ürün formuna uygulanacak programlar

Ürün testi	Ürün formu		
	Döküm bileşenler	Dövme bileşenler	Kaynaklı bileşenler
Prog. A	Uygulanır	Uygulanmaz	Uygulanmaz
Prog. B	Uygulanır (1)	Uygulanır	Uygulanır
(1) *Charpy V-çentik darbe testleri 0ºC'de en az 27 J'lük ortalama değer kanıtlanmak üzere yapılacaktır.*			

Tablo 10.3 Program A ve B için ürün test istekleri

Program A	Program B
Düşürme testi	-
Çekiçleme testi	-
Gözle muayene	Gözle muayene
Genel NDT	Genel NDT
-	Genişletilmiş NDT

6.3.2 Düşürme testi

Her demir tırnağı ve bedeni tekil olarak 4 m yükseklikten kalın bir çelik tabaka üzerine düşürülecek ve çatlak oluşmayacaktır. Çelik tabaka, düşürülen bileşenlerin darbesine dayanıklı olacaktır.

6.3.3 Çekiçleme testi

Düşürme testinden sonra, metalik olmayan bir sapan kullanılarak zeminden yukarıda olacak şekilde asılı olan her demir tırnağı ve bedeninde, uygunluğun kontrolü için çekiçleme testi yapılacaktır.Kütlesi en az 3 kg olan bir çekiç kullanılacaktır.

6.3.4 Gözle muayene

Yük testinden sonra görülebilen tüm yüzeyler gözle muayene edilecektir.

6.3.5 Genel tahribatsız testler

Yük testinden sonra Tablo 10.4 ve 10.5'de gösterilen şekilde genel tahribatsız testler yapılacaktır. .

Tablo 10.4 Normal ve HHP demirler için genel tahribatsız testler

Konum	NDT yöntemi
Döküm yollukları	PT veya MT
Döküm nefeslikleri	PT veya MT
Onarım kaynakları	PT veya MT
Dövme bileşenler	Gerekli değildir
Üretim kaynakları	PT veya MT

Tablo 10.5 SHHP demirler için genel tahribatsız testler

Konum	NDT yöntemi
Döküm yollukları	PT veya MT ve UT
Döküm nefeslikleri	PT veya MT ve UT
Dökümün tüm yüzeyleri	PT veya MT
Onarım kaynakları	PT veya MT
Dövme bileşenler	Gerekli değildir
Üretim kaynakları	PT veya MT
Not: *IACS Rec. No:69 "Guidelines for NDT of marine steel casting" yüzey ve hacimsel muayene için kabul edilebilir bir standart örneği olarak değerlendirilir.*	

6.3.6 Genişletilmiş tahribatsız testler

Yük testinden sonra, Tablo 10.6'da belirtilen şekilde genel tahribatsız testler yapılacaktır.

Tablo 10.6 Normal, HHP ve SHHP demirler için genişletilmiş tahribatsız testler

Konum	NDT yöntemi
Döküm yollukları	PT veya MT ve UT
Döküm nefeslikleri	PT veya MT ve UT
Dökümün tüm yüzeyleri	PT veya MT
Dökümün rastgele seçilen alanları	UT
Onarım kaynakları	PT veya MT
Dövme bileşenler	Gerekli değildir
Üretim kaynakları	PT veya MT
Not: *IACS Rec. No:69 "Guidelines for NDT of marine steel casting" yüzey ve hacimsel muayene için kabul edilebilir bir standart örneği olarak değerlendirilir.*	

6.3.7 Onarım kriterleri

Eğer tahribatsız testler sonucunda kusurlar belirlenirse, 5.5'e göre onarım yapılacaktır. Düşürme testi veya çekiçleme testinde çatlaklar veya kusurlar bulunması durumunda onarıma izin verilmez ve bileşen reddedilir..

6.4 Kütle ve boyut muayenesi

Aksine anlaşmaya varılmadıkça, kütle ve boyutların doğrulanması üreticinin sorumluluğundadır. Sörveyörün sadece bu doğrulamalara nezaret etmesi yeterlidir. Birleşik bir bileşen değilse, fırdöndünün kütlesi, demirin kütlesine dahil edilmeyecektir.

6.5 Testlerin yenilenmesi

Mekanik testler, Bölüm 2'nin isteklerine göre yapılabilir.

7. Markalama

İstekleri karşılayan demirlerin bedenine ve tırnağına markalama yapılacaktır. Bedendeki markalamalar, yaklaşık olarak tırnak ucu seviyesinde olacaktır. Tırnaktaki markalama, demir memesinden bedene bakılınca sağ tırnakta ve demir gagasının ucundan demir memesi merkezine kadar olan mesafenin yaklaşık olarak 2/3'ünde yer alacak şekilde olacaktır. Markalamada şunlar bulunacaktır:

- Demirin kütlesi
- Belirleyici no., örneğin test no veya certifika no.
- **TL**'nun damgası
- Üreticinin işareti

İlave olarak, beden ve tırnağa dökümü belirleyici özgün işaret dökülecektir.

8. Sertifikalandırma

İstekleri karşılayan demirler için, **TL** tarafından en az aşağıda belirtilenleri içeren bir sertifika düzenlenecektir:

- Üreticinin adı
- Tip
- Kütle
- Tırnak ve bedel belirleyici no.
- Malzeme kalitesi
- Test yükleri
- Isıl işlem
- Demire yapılan markalamalar.

9. Boya

Tüm demir tipleri, test ve muayeneler tamamlanana kadar boyanmayacaktır.

B. Demir Zincirleri ve Aksesuarları

1. Genel istekler

1.1 Bu kurallar, gemilerde kullanılan lokmalı demir zincirleri ve zincir aksesuarlarının üretim ve testlerine uygulanır. Özel hallerde, **TL**'nun onayı ile lokmasız kısa baklalı zincirler kullanılır. Ancak bunlar tanınmış ulusal ve uluslararası standartlara uygun olmalıdır. Demire sabit olarak bağlı birleştirme kısımları için, Alt Bölüm A geçerlidir.

Emercensi yedekleme düzenleri (ETA) için aşınma zincirleri ile ilgili istekler B.6'da verilmiştir.

1.2 Zincir kaliteleri

Zincir üretiminde kullanılan çelikler, anma çekme mukavemetine bağlı olarak lokmalı demir zincirleri için TL-K1, TL-K2 ve TL-K3 kaliteleri olarak sınıflandırılır.

1.3 Zincir üreticilerinin onayı

1.3.1 Demir zincirleri, yalnız **TL** tarafından onaylanan iş yerlerinde üretilecektir. Bu maksatla kapsamı hakkında **TL** ile anlaşmaya varılacak olan onay testleri yapılacaktır.

1.3.2 **TL**'na yapılacak onay başvurusunda, kullanılan üretim yöntemleri, zincir malzemesi kalitesi, anma boyutları ve uygulanıyorsa malzeme spesifikasyonları belirtilecektir. Yüksek mukavemetli zincir için yapılan yöntem testleri, malzeme tipi, üretim yöntemi ve ısıl işlem türünün aynı olması koşuluyla, daha düşük kalitelerin onayı için de geçerli olabilir.

2. Malzemeler

2.1 Kapsam

Bu kurallar, demir zincirlerinin ve aksesuarlarının üretiminde kullanılan haddelenmiş çeliklere, dövme çeliklere ve çelik dökümlere uygulanır.

2.2 Malzeme üreticisinden istenenler

2.2.1 Demir zincirlerinin ve aksesuarlarının üretiminde kullanılan tüm malzemeler, sadece **TL** tarafından onaylanmış üreticilerden sağlanmalıdır.

TL-K1 kalite çelik çubuklar için **TL** onayı gerekli değildir.

Malzeme üreticileri veya zincir üreticileri, kalite 3 çelik çubuklara ait özellikleri **TL**'na gönderecektir. Bu özellikler, üretim yöntemi, oksijen giderme işlemi, belirlenmiş kimyasal bileşim, ısıl işlem ve mekanik özellikler gibi tüm önemli ayrıntıları içermelidir.

2.3 Haddelenmiş çelik çubuklar

2.3.1 Teslim durumu

Aksi belirtilmemişse, çelikler çubuklar haddelenmiş durumda teslim edilecektir.

2.3.2 Kimyasal bileşim

Çelik çubukların kimyasal bileşimi Tablo 10.7'deki verilere uygun olacaktır.

Haddelenmiş çelik çubuklar, her eriyiğin kimyasal bileşimine ait üretici sertifikası ile teslim edilecektir.

2.3.3 Mekanik testler

2.3.3.1 Çelik çubukların mekanik testleri normalde çelik üreticisi tarafından yapılacak ve sonuçlar Tablo 10.8'deki istekleri karşılayacaktır. Test numuneleri, üretimi tamamlanmış zincirler ve aksesuarlarıyla eşdeğer ısıl işleme tabi tutulmuş halde olacaktır.

2.3.3.2 Mekanik testlerin yapılması için çelik çubuklar, eriyikleri ve çaplarına göre 50 ton'u geçmeyen test üniteleri halinde gruplandırılacaktır.

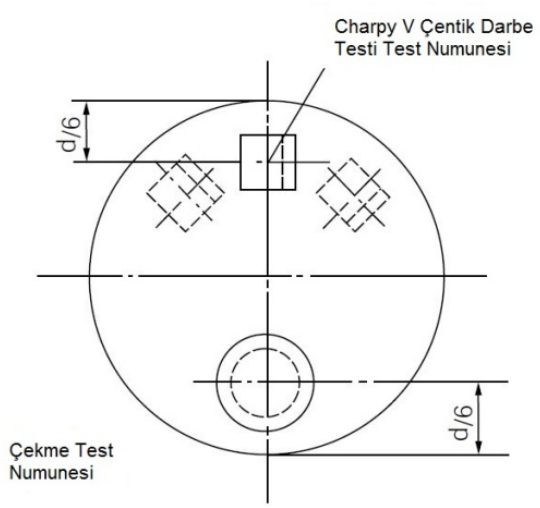
2.3.3.4 ve 2.3.3.5'de belirtilen testler için her test ünitesinden bir test parçası alınacaktır. Örnek almadan önce, test parçaları üretimi tamamlanmış zincir için uygulanan ısıl işleme tabi tutulmalıdır.

Isıl işlemin ayrıntıları, zincir üreticisi tarafından bildirilecektir.

2.3.3.3 Çekme ve Charpy V-çentik darbe test numuneleri, test parçalarından boyuna doğrultuda ve yüzeyden itibaren 1/6 çap mesafesinde veya bu konuma mümkün olduğunca yakın bir yerden alınacaktır, Şekil 10.2'ye bakınız.

2.3.3.4 Çekme testi için, her test ünitesinden bir test numunesi alınacak ve test edilecektir. Testler Bölüm 2'ye göre yapılacaktır.

2.3.3.5 Her test ünitesinden bir set boyuna Charpy-V çentik darbe test numunesi alınacak ve Tablo 10.8'de belirtilen test sıcaklıklarında test edilecektir. Testler Bölüm 2'ye göre yapılacaktır. Test numunesinin enine ekseni çelik çubuğa radyal olarak yerleştirilecektir. Üç çentik darbe test numunesinden oluşan bir setten elde edilen ortalama değer, Tablo 10.8'deki isteklere uygun olacaktır.



Şekil 10.2 Örnek alma yerleri

Ortalama değerin %70'inden az olmamak koşuluyla, bir tekil değer ortalama değerden az olabilir.

2.3.3.6 Aynı örnekten alınan test numuneleri ile Bölüm 2'ye uygun olarak testler yenilenebilir. Yetersiz ısıl işlemden kaynaklandığı belirlenen durumlar hariç, ilave testlerin sonuçları istekleri karşılamıyorsa, test birimleri reddedilecektir (2.3.3.8'e bakınız).

2.3.3.7 Charpy V-çentik darbe test istekleri Bölüm 2'ye göre olacaktır. Test numuneleri aynı örnekten seçilecektir. Yetersiz ısıl işlemden kaynaklandığı belirlenen durumlar hariç, testlerin sonuçları istekleri karşılamıyorsa, test birimleri reddedilecektir (2.3.3.8'e bakınız).

2.3.3.8 Eğer çekme testi veya Charpy V-çentik darbe testinden, yetersiz ısıl işlem nedeniyle olumsuz sonuç alındığı kesin olarak belirlenirse, aynı parçadan yeni bir test parçası alınabilir ve yeniden ısıl işleme tabi tutulabilir. Bu durumda, tüm testler (çekme ve çentik darbe) yenilecek ve elde edilen önceki sonuçlar dikkate alınmayacaktır.

2.3.4 Boyutsal toleranslar

Aksine anlaşmaya varılmadıkça, haddelenmiş çeliklerin çap ve ovallik toleransları Tablo 10.9'da gösterilen izin verilen boyutsal toleranslar içinde kalacaktır.

Tablo 10.7 Haddelenmiş çelik çubukların kimyasal bileşimi

Kalite	Kimyasal bileşim, aksi belirtilmedikçe maksimum yüzde					
	C	Si	Mn	P	S	Al_{tot} (1) min.
TL-K1	0,20	0,15-0,35	min. 0,40	0,040	0,040	--
TL-K2 **(2)**	0,24	0,15-0,55	max. 1.60	0,035	0,035	0,020
TL-K3 **(3)**	Onaylı spesifikasyonlara göre					

(1) *Alüminyum kısmen diğer tane inceltici elemanların yerine konulabilir.*
(2) ***TL'**nun onayı ile ek alaşım elemanları ilave edilebilir.*
(3) *Söndürülmüş ve taneleri inceltilmiş.*

Tablo 10.8 Zincir malzemelerinin mekanik özellikleri

Kalite	R_{eH} [N/mm²] min.	R_m [N/mm²]	A_5 [%] min.	Z [%] min.	Charpy V-çentik darbe testi	
					Test sıcaklığı [°C]	KV (1) [J] Min.
TL-K1	--	300-490	25	-	--	-
TL-K2	295	490-690	22	-	0	27 **(1)**
TL-K3	410	min. 690	17	40	0 **(2)** (-20)	60 (35)

(1) *TL-K2 malzemesi için, zincir Tablo 10.12'ye göre ısıl işlem yapılmış durumda teslim ediliyorsa, çentik darbe testinden vazgeçilebilir.*
(2) *Test normal olarak 0ºC 'da yapılacaktır.*

Tablo 10.9 Haddelenmiş zincir çeliklerinin izin verilen çap ve ovallik toleransları

Nominal çap [mm]	Çap toleransı [mm]	Ovallik ($d_{max.}$- d_{min}) [mm]
25'in altı	- 0 +1,0	0,6
25 - 35	- 0 +1,2	0,8
36 - 50	- 0 +1,6	1,1
51 - 80	- 0 +2,0	1,5
81 - 100	- 0 +2,6	1,95
101 - 120	- 0 +3,0	2,25
121 - 160	- 0 +4,0	3,00

2.3.5 Hatalardan arınmışlık

Malzemeler, çalışma ve kullanımında olumsuz olarak etkilenebileceği iç hatalardan ve yüzey hatalarından arınmış olacaktır. Yüzey hataları, müsaade edilen toleransı aşmamak koşulu ile taşlanarak giderilebilir.

2.3.6 Malzemenin belirlenmesi

Üretici, malzemenin dökümüne kadar geriye izlenmesini sağlayacak bir belirleme sistemine sahip olacaktır.

2.3.7 Markalama

Çeliklere asgari olarak, üretici sembolü, eriyiğin kalitesi ve kısa tanımı markalanır. Çapı 40 mm kadar olan ve demet halindeki birleştirilen çelik çubuklar devamlı kalacak şekilde tesbit edilmiş etiketle markalanabilir.

2.3.8 Malzemelerin sertifikalandırılması

TL-K2 veya TL-K3 kalite çubuk malzemeler **TL** tarafından sertifikalandırılacaktır. Her sevkiyat için üretici, asgari olarak aşağıda belirtilenleri içeren bir sertifikayı sörveyöre verecektir:

- Üreticinin adı ve/veya müşterinin sipariş no.su,
- Çubukların adet ve boyutları ile sevkiyat ağırlığı,
- Çeliğin özellikleri ve zincirin kalitesi,
- Eriyik no.su,
- Üretim prosedürü,
- Kimyasal bileşim,
- Test parçalarının ısıl işlem ayrıntıları (yapılmışsa),
- Mekanik testlerin sonuçları (yapılmışsa),
- Test numunelerinin sayısı (uygulanmışsa).

2.4 Zincirler ve aksesuarları için dövme çelikler

2.4.1 Genel istekler

Zincir ve aksesuarlarının üretiminde kullanılacak dövme çelik parçalar, aşağıda başka türlü belirtilmemişse, Bölüm 5'deki istekleri sağlayacaktır.

2.4.2 Kimyasal bileşim

Kimyasal bileşim **TL** tarafından onaylı spesifikasyonlara uygun olacaktır. Çelik üreticisi her eriyiğin bileşimini belirlemeli ve bir sertifika ile belgelendirmelidir.

2.4.3 Isıl işlem

Stok malzemeler haddelenmiş durumda teslim edilebilir. Tamamlanmış dövmeler, uygun şekilde ısıl işleme tabi tutulacak, yani Tablo 10.10'daki ilgili çelik kalitesi için hangisi belirtilmişse, normalize edilmiş, normalize edilerek temperlenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş olacaktır.

Tablo 10.10 Zincirlerin ve aksesuarların teslim koşulları

Kalite	Zincirler	Aksesuarlar
TL-K1	Kaynaklı veya normalize edilmiş	Uygulanmaz
TL-K2	Kaynaklı veya normalize edilmiş **(1)**	Normalize edilmiş
TL-K3	Normalize edilmiş, normalize edilmiş ve temperlenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş	Normalize edilmiş, normalize edilmiş ve temperlenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş
(1) *Dövme veya dökümden üretilen TL-K2 kalite zincirler normalize edilmiş koşulda teslim edilecektir.*		

2.5 Zincirler ve aksesuarları için çelik dökümler

2.5.1 Genel istekler

Zincir ve aksesuarlarının üretiminde kullanılacak çelik döküm parçalar, aşağıda başka türlü belirtilmemişse, Bölüm 6'daki istekleri sağlayacaktır.

2.5.2 Kimyasal bileşim

Kimyasal bileşim **TL** tarafından onaylı spesifikasyonlara uygun olacaktır. Dökümhane her eriyiğin bileşimini belirlemeli ve bir sertifika ile belgelendirmelidir.

2.5.3 Isıl işlem

Tüm çelik dökümler, uygun şekilde ısıl işleme tabi tutulacak, yani Tablo 10.10'daki ilgili çelik kalitesi için hangisi belirtilmişse, normalize edilmiş, normalize edilerek temperlenmiş veya su verilmiş ve temperlenmiş olacaktır.

2.6 Lokma malzemeleri

Lokmalar, zincire uygun çelik türünden veya haddelenmiş, dövülmüş veya dökülmüş yumuşak alaşımsız çeliklerden yapılacaktır. Kır döküm veya nodüler grafitli dökme demir gibi diğer malzemelerin kullanılmasına izin verilmez.

3. Demir zincirleri ve aksesuarlarının dizaynı ve üretimi

3.1 Dizayn

Demir zincirleri, örneğin ISO 1704:2008 gibi, tanınmış bir standarda göre dizayn edilmelidir. Zincir boyu tek sayıdaki baklalardan oluşmalıdır. Dizaynın buna uygun olmadığı ve aksesuarların kaynaklı tip olduğu durumlarda; dizaynın, üretim prosesinin ve ısıl işlemlerin tüm ayrıntılarını içeren resimler onay için **TL**'na verilecektir.

3.2 Boyutlar ve boyutsal toleranslar

3.2.1 Baklaların ve aksesuarların formu ve boyutları ISO 1704:2008 gibi tanınmış bir standard uygun olmalı veya dizayn özel olarak onaylanmalıdır.

3.2.2 Baklalar için aşağıda belirtilen toleranslar geçerlidir:

3.2.2.1 Tepe noktalarında ölçülen çap (aynı yerde iki ölçüm yapılacaktır, biri baklanın düzleminde –Şekil 10.3'deki d_P'ye bakınız- , diğeri bakla düzlemine dik):

- 40 mm. nominal çapa kadar : - 1 mm.
- 40 ÷ 84 mm. nominal çaplar : - 2 mm.
- 84 ÷ 122 mm. nominal çaplar : - 3 mm.
- 122 mm'den büyük nominal çaplar : - 4 mm.

Artı tolerans nominal çapın %5'ine kadar olabilir. Tepe noktalarındaki kesit alanında eksi kabul edilmez.

3.2.2.2 Tepe noktaları dışındaki yerlerde ölçülen çap: Çapta eksi tolerans kabul edilmez. Artı tolerans nominal çapın %5'ine kadar olabilir. Düz alın kaynağındaki artı çap toleransı için onaylı üretici spesifikasyonu uygulanır.

3.2.2.3 5 baklalık boyda ölçülen izin verilen maksimum tolerans %2,5'e kadar olabilir, ancak eksi olamaz (deney yüklemesinden sonra yük altındaki zincirde ölçülen).

3.2.2.4 Tüm diğer boyutlar için izin verilen üretim

toleransı, zincirin tüm parçalarının birbirine düzgün olarak uyum göstermesi koşulu ile %±2,5'dur.

3.2.2.5 Lokmalar, baklanın ortasına ve baklanın kenarı ile dik açı yapacak şekilde yerleştirilmelidir. Ancak kilit boyunun her iki ucundaki baklalarda, bağlantı kilitinin yerleştirilmesi amacıyla lokmalar merkezden kaçık konulabilir. Aşağıda belirtilen tolerans değerleri, lokmanın yerine sıkı geçmesi ve lokmanın uçlarının baklanın iç yüzeyine düzgün olarak oturması koşulu ile üretim yönteminde esas olarak kabul edilecek ve bunlardan sapmalara izin verilmeyecektir:

- Merkezden maksimum kaçıklık "x" = anma çapı d'nin %10'u

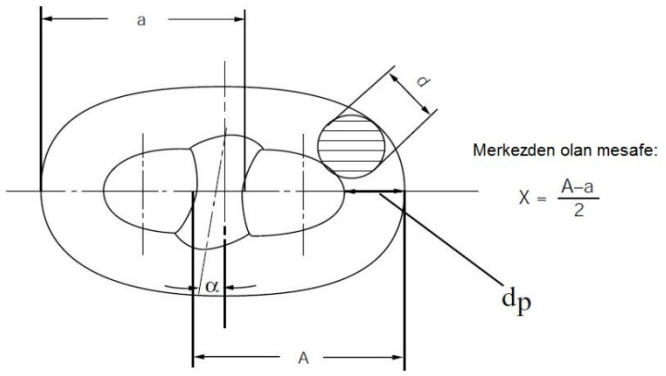
- 90° durumundan maksimum sapma "α"= 4°

Sapmalar Şekil 10.3'e göre ölçülecektir.

3.2.3 Zincir aksesuarları için aşağıdaki toleranslar uygulanır:

- Nominal çap : %5, %-0

- Diğer boyutlar : %± 2,5.



Şekil 10.3 Üretim toleransları

3.3 Üretim prosesi

3.3.1 Lokmalı zincir baklaları, tercihen TL-K1, TL-K2 veya TL-K3 kalite çubuk malzeme kullanılarak düz alın kaynağı ile üretilmelidir. Baklaların kalıpta dövme veya döküm olarak üretimi de mümkündür. Talep halinde, nominal çapın 26 mm'yi aşmaması koşuluyla, lokmasız,TL-K1 ve TL-K2 kalite zincirlerin basınçlı alın kaynağı ile üretimi onaylanabilir.

3.3.2 Kilitler, fırdöndüler ve fırdöndülü kilitler gibi aksesuarlar, en az TL-K2 kalitedeki çeliklerden dövme veya döküm suretiyle üretilecektir. Bu parçaların kaynakla üretimi de onaylanabilir.

3.4 Lokmaların kaynağı

Lokmaların kaynağı, aşağıdaki koşullara bağlı olarak onaylı yöntemlere göre yapılacaktır:

3.4.1 Lokmalar kaynağa elverişli çelikten olmalıdır (B.2.6'ya bakınız).

3.4.2 Lokmalar tek taraftan, bakla kaynağının ters tarafından kaynatılacaktır. Lokma uçları baklanın iç kısmına mümkün olduğu kadar aralıksız yerleştirilmelidir;

3.4.3 Kaynaklar, tercihen yatay pozisyonda, uygun kaynak malzemesi kullanılarak, vasıflı kaynakçılar tarafından yapılacaktır;

3.4.4 Tüm kaynaklar, zincire son ısıl işlem uygulanmasından önce yapılmalıdır;

3.4.5 Kaynaklar, zincirin kullanımına olumsuz yönde etki edebilecek hatalardan arınmış olmalıdır. Yanma çentikleri, kenar kraterleri ve benzeri hatalar, gerektiğinde taşlanacaktır.

TL, zincir lokmalarının kaynağı için yöntem testleri isteme hakkını saklı tutar.

3.5 Isıl işlem

Zincirler ve aksesuarları, çelik kalitesine göre, Tablo 10.10'da belirtilen koşullardan birine uygun olarak teslim edilecektir. Her durumda ısıl işlem, deney yükü testinden, kopma yükü testinden ve tüm mekanik testlerden önce yapılacaktır. Tamamlanmış zincir ve aksesuarlarının mekanik özellikleri Tablo 10.13'e uygun olacaktır.

3.6 Hatalardan arınmışlık

3.6.1 Tüm parçalar üretim yöntemlerine bağlı olarak düzgün bir yüzeye sahip olmalı ve ürünün kullanımına olumsuz yönde etki edebilecek çatlak, çentik, katık ve diğer hatalardan arınmış olmalıdır. Şişirme ve dövme nedeniyle oluşan ezikler ve çapaklar uygun tarzda giderilmelidir.

3.6.2 Önemsiz yüzey hataları, hatasız kısımlara yumuşak bir geçiş sağlanarak taşlama ile düzeltilebilir.

Bakla eğriliğinin dışında kalan kısımlarda anma çapının %5 'i olan bir derinliğe kadar yerel taşlama yapılmasına müsaade edilir.

4. Tamamlanmış Demir zincirlerinin testleri ve sertifikalandırılması

4.1 Deney ve kopma yükü testleri

4.1.1 Tamamlanmış zincirlere, sörveyörün gözetiminde deney ve kopma yükü testleri uygulanacak ve testler sonucunda kopma ve çatlamalar görülmeyecektir. Yapılmışsa, düz alın kaynağının gözle muayenesi yapılacaktır. Bu testlerde, zincirler boya ve antikorozif maddelerden arınmış olmalıdır.

4.1.2 Her zincir kilit boyu (27,5 m), Tablo 10.11'de gösterilen ve zincir kalitesine karşılık gelen deney yükünde ve onaylı test makinaları kullanılarak yük testine tabi tutulacaktır.

4.1.3 Kopma yükü testi için, her 4 kilitlik zincirden en az üç bakla içeren örnek boylar alınacak ve Tablo 10.11'de belirtilen kopma yüklerinde test edilecektir. Kopma yükü en az 30 sn süreyle uygulanacaktır. Söz konusu baklalar zincirle birlikte aynı üretim süresinde üretilecek ve bunlara zincirle birlikte kaynak ve ısıl işlem uygulanacaktır. Ancak bu işlemlerden sonra baklalar, sörveyörün gözetiminde zincirden ayrılabilir.

4.1.4 Eğer test makinasının çekme kuvveti kapasitesi, büyük çaplı zincirlere kopma yükü uygulamaya yeterli değilse, eşdeğer bir test yöntemi konusunda **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

4.1.5 Lokmalı demir zincirlerinin dizayn ve/veya standart kopma yükü BL ve dayanım yükü PL [kN] aşağıda belirtilenler gibidir:

K1 kalite için:

$BL_1 = 9{,}80665.\ 10^{-3}.\ [d^2\ (44\text{-}0{,}08d)]$; $PL_1 = 0.7\ BL_1$

K2 kalite için:

$BL_2 = 1{,}4\ BL_1$; $PL_2 = BL_1$

K3 kalite için:

$BL_3 = 2\ BL_1$; $PL_3 = 1{,}4\ BL_1$

4.1.6 Demir zincirlerinin testi ve kabulü için kullanılacak olan, yukarıda 4.1.5'den elde edilen yuvarlatılmış test yükü değerleri Tablo 19.11'de verilmiştir.

4.2 Testlerin yenilenmesi

4.2.1 Eğer kopma testi sonucunda gereken istekler sağlanmazsa, aynı boydan başka bir test numunesi alınıp test edilebilir. Eğer, bu testte istekler sağlanıyorsa, test sonucunun olumlu olduğu kabul edilecektir.

Eğer yenilenen test sonucunda da istekler sağlanamazsa, ilgili zincir boyu reddedilecektir. Üreticinin isteği halinde, birim test miktarına ait kalan üç boy zincirin her biri kopma yükünde test edilebilir. Eğer bu testlerden birinde istekler sağlanamazsa, tüm birim test miktarı reddedilir.

4.2.2 Deney yükü testi istekleri yerine getirmiyorsa, hatalı baklalar değiştirilecektir. Yeni baklalara lokal ısıl işlem uygulanır ve deney yükü testi tekrar edilir. Ek olarak hataların nedenleri belirlenir.

4.3 TL-K2 ve TL-K3 kalite zincirlerin mekanik testleri

4.3.1 TL-K2 ve TL-K3 kalite zincirler için, herbir 4 kilitten, 4.3.2'ye göre, Tablo 10.12'de istenilen mekanik test numuneleri alınacaktır. Demet miktarının 4 kilitten az olduğu dövme veya döküm zincirler için, örnekleme sıklığı, eriyiğe ve ısıl işleme bağlı olacaktır. Mekanik testler sörveyörün gözetiminde yapılacaktır. Test numunelerinin konumu için 2.3.3.3'e ve Şekil 10.2'ye bakınız. Testler 2.3.3.4 ve 2.3.3.5'e uygun olacaktır. Testlerin yenilenmesi 2.3.3.6 ve 2.3.3.7'ye uygun olacaktır.

4.3.2 Mekanik test numunesinin alınması için, kopma testi ile ilgili parçayı içermeyen zincir boyunda ilave bir bakla (veya baklalar küçükse, birkaç bakla) sağlanacaktır. Örnek bakla zincir boyu ile birlikte üretilmeli ve ısıl işleme tabi tutulmalıdır.

4.3.3 Mekanik özellikler Tablo 10.13'de belirtilen değerlere uygun olmalıdır.

Tablo 10.11 Lokmalı demir zincirleri için deney ve kopma yükleri

Zincir çapı [mm]	Kalite TL-K1		Kalite TL-K2		Kalite TL-K3		Ağırlık [kg/m] (1)
	Deney yükü [kN]	Kopma yükü [kN]	Deney yükü [kN]	Kopma yükü [kN]	Deney yükü [kN]	Kopma yükü [kN]	
11	35,8	51	51	71,7	71,7	102	-
12.5	46	65,7	65,7	92	92	132	3.40
14	57,9	82	82	116	116	165	4.30
16	75,5	107	107	150	150	216	5.60
17.5	89	127	127	179	179	256	6.70
19	105	150	150	211	211	301	7.90
20.5	123	175	175	244	244	349	9.2
22	140	200	200	280	280	401	10.6
24	167	237	237	332	332	476	12.6
26	194	278	278	389	389	556	14.8
28	225	321	321	449	449	642	17.2
30	257	368	368	514	514	735	19.7
32	291	417	417	583	583	833	22.4
34	328	468	468	655	655	937	25.3
36	366	523	523	732	732	1050	28.4
38	406	581	581	812	812	1160	31.6
40	448	640	640	896	896	1280	35.0
42	492	703	703	981	981	1400	38.6
44	538	769	769	1080	1080	1540	42.4
46	585	837	837	1170	1170	1680	46.3
48	635	908	908	1270	1270	1810	50.4
50	696	981	981	1370	1370	1960	54.8
52	739	1060	1060	1480	1480	2110	59.2
54	794	1140	1140	1590	1590	2270	63.8
56	851	1220	1220	1710	1710	2430	68.7
58	909	1290	1290	1810	1810	2600	73.6
60	969	1380	1380	1940	1940	2770	78.8
62	1030	1470	1470	2060	2060	2940	84.2

(1) *Dip notlar için tablonun altına bakınız.*

Tablo 10.11 Lokmalı demir zincirleri için deney ve kopma yükleri (devamı)

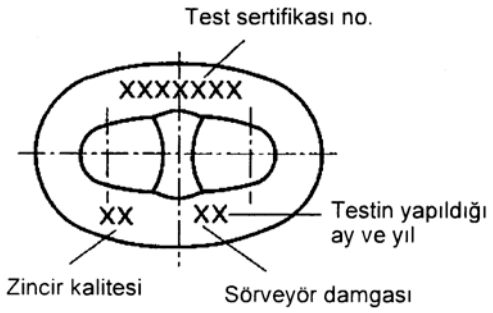
Zincir çapı [mm]	Kalite TL-K1		Kalite TL-K2		Kalite TL-K3		Ağırlık [kg/m] (1)
	Deney yükü [kN]	Kopma yükü [kN]	Deney yükü [kN]	Kopma yükü [kN]	Deney yükü [kN]	Kopma yükü [kN]	
64	1100	1560	1560	2190	2190	3130	89.7
66	1160	1660	1660	2310	2310	3300	95.4
68	1230	1750	1750	2450	2450	3500	101.3
70	1290	1840	1840	2580	2580	3690	107.3
73	1390	1990	1990	2790	2790	3990	116.7
76	1500	2150	2150	3010	3010	4300	126.5
78	1580	2260	2260	3160	3160	4500	133.2
81	1690	2410	2410	3380	3380	4820	143.7
84	1800	2580	2580	3610	3610	5160	154.5
87	1920	2750	2750	3850	3850	5500	165.8
90	2050	2920	2920	4090	4090	5840	177.4
92	2130	3040	3040	4260	4260	6080	185.4
95	2260	3280	3280	4510	4510	6440	197.6
97	2340	3340	3340	4680	4680	6690	206.1
100	2470	3530	3530	4940	4940	7060	219.0
102	2560	3660	3660	5120	5120	7320	227.8
105	2700	3850	3850	5390	5390	7700	241.4
107	2790	3980	3980	5570	5570	7960	250.7
111	2970	4250	4250	5940	5940	8480	269.8
114	3110	4440	4440	6230	6230	8890	284.6
117	3260	4650	4650	6510	6510	9300	299.8
120	3400	4850	4850	6810	6810	9720	315.4
122	3500	5000	5000	7000	7000	9990	326.0
124	3600	5140	5140	7200	7200	10280	336.7
127	3750	5350	5350	7490	7490	10710	353.2
130	3900	5570	5570	7800	7800	11140	370.1
132	4000	5720	5720	8000	8000	11420	381.6
137	4260	6080	6080	8510	8510	12160	411.0
142	4520	6450	6450	9030	9030	12910	441.6
147	4790	6840	6840	9560	9560	13660	473.2
152	5050	7220	7220	10100	10100	14430	506.0
157	5320	7600	7600	10640	10640	15200	539.8
162	5590	7990	7990	11170	11170	15970	574.7

(1) *Ağırlığın yaklaşık değeri= 0,0219 · d^2 (d mm'dir) formülü ile hesaplanır.*

4.4 Markalama

İstekleri karşılayan zincirlerin, beher kilit boyunun her iki ucundaki son baklalara asgari olarak aşağıdaki belirleyici işaretler markalanacaktır (Şekil 10.4'e bakınız):

- Zincirin kalitesi,
- Sertifikası numarası,
- Sörveyör damgası,
- Test ay'ı ve yıl'ı,



Şekil 10.4 Zincirlerin markalanması

4.5 Sertifikalandırma

İstekleri karşılayan zincirler, asgari olarak aşağıda belirtilenleri içerecek şekilde sertifikalandırılacaktır:

- Üreticini adı,
- Kalite,
- Kimyasal bileşim (toplam alümünyum miktarı dahil),
- Nominal çap/ağırlık,
- Deney/kopma yükleri,
- Isıl işlem,
- Zincire uygulanan işaretler,
- Boy,
- Varsa, mekanik özellikler.

Tablo 10.12 Tamamlanmış zincir ve aksesuarların mekanik test numunelerinin adedi

Kalite	Üretim yöntemi	Teslim koşulu (1)	Test numunelerinin adedi		
			Ana malzemenin çekme testi	Charpy V-çentik darbe testi	
				Ana malzeme	Kaynak
TL-K1	Düz alın kaynağı	AW N	NR	NR	NR
TL-K2	Düz alın kaynağı	AW	1	3	3
		N	NR	NR	NR
	Dövme veya döküm	N	1	3 **(2)**	NA
TL-K3	Düz alın kaynağı	N NT QT	1	3	3
	Dövme veya döküm	N NT QT	1	3	NA

(1) *AW = Kaynaklı durumda, N=Normalize edilmiş, NT=Normalize edilmiş ve temperlenmiş, QT=Su verilmiş ve temperlenmiş.*
(2) *Zincirler için, Charpy V-çentik darbe testi gerekli değildir.*
NR = Gerekli değildir.
NA = Uygulaması yoktur.

Tablo 10.13 Tamamlanmış zincir ve aksesuarların mekanik özellikleri

Kalite	R_{eH} N/mm² min.	R_m N/mm²	A_5 % min.	Z % min.	Charpy V-çentik darbe testi		
					Test sıcak. ° C	Sönümlenen enerji, J, min.	
						Ana malzeme	Kaynak
1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
2	295	490-690	22	NR	0	27	27
3	410	690 min.	17	40	0 **(1)** -20	60 35	50 27

(1) *Testler normalde 0 ºC'da yapılacaktır.*
NR= Gerekli değildir.

5. Aksesuarların testleri ve sertifikalandırılması

5.1 Deney yükü testi

Tüm aksesuarlara, ilgili zincir için Tablo 10.11'de belirtilen deney yüklerinde, deney yükü testi uygulanacaktır.

5.2 Kopma yükü testi

5.2.1 Sökülebilir baklalar, kilitler, fırdöndüler, fırdöndü kilitleri, geniş baklalar ve uç baklaların 25 adetlik veya daha az miktardaki her bir üretim demetinden (aynı aksesuar tipi, kalitesi, boyutu ve ısıl işleme tabi tutulan, ancak çeliğin her eriyiğini veya siparişi temsil etmesine gerek olmayan) ve kenter kilitlerinin 50 adetlik veya daha az miktardaki her bir üretim demetinden bir parçaya, Tablo 10.11'de verilen ilgili zincir için belirtilen kopma yüküyle ve 4.1'de belirtilenlere uygun olarak, kopma yükü testi uygulanacaktır.

Test uygulanan parçalar bir daha kullanılmayacaktır. Zincirle birlikte üretilmeleri ve ısıl işleme tabi tutulmaları koşuluyla, geniş baklaların ve uç baklaların test edilmesine gerek yoktur.

5.2.2 **TL** aşağıdaki durumlarda kopma yükü testinden vazgeçebilir:

5.2.2.1 Eğer aynı dizayna sahip parçaların onay testlerinde kopma yükü kanıtlanmışsa,

5.2.2.2 Her üretim demetinin mekanik özellikleri kanıtlanmışsa, ve

5.2.2.3 Parçaların uygun tahribatsız muayeneleri yapılmışsa.

5.2.3 Yukarıda belirtilenlerin aksine, aksesuarların aşağıda belirtilen şekilde üretildiği hallerde, zincir için belirtilen yükte test edilerek uygun bulunan aksesuarlar **TL**'nun kararına bağlı olarak kullanılabilir:

5.2.3.1 İlgili parça için belirtilenlerden daha yüksek mukavemet özelliklerine sahip malzemeler (örneğin, TL-K2 kalite zincir için, TL-K3 kalite aksesuar kullanılması).

5.2.3.2 Veya alternatif olarak, zincirlerle aynı kalite malzemeden ancak, zincir için öngörülen kopma yükünün en az 1,4 katındaki kopma yüküne uygun olacak şekilde dizayn edildiğinin kanıtı için prosedür testleri tabi tutulan ve olumlu sonuç alınan, arttırılmış boyutlardaki aksesuarlar kullanılabilir.

5.3 Mekanik özellikler ve testler

Aksi belirtilmedikçe, uygun şekilde ısıl işleme tabi tutulmuş dövme veya döküm parçalar, asgari olarak Tablo 10.13'de verilen mekanik özelliklere uygun olmalıdır. Test parçası alınması için, aynı ısıl işlem grubundan ve çeliğin aynı eriyiğinden alınan, aynı boyutlardaki dövme ve döküm parçalar, bir test ünitesi olarak birleştirilecektir. Kullanılan malzemenin tip ve kalitesine bağlı olarak, mekanik testler sörveyörün gözetiminde yapılacaktır. Herbir test ünitesinden, Tablo 10.12'ye göre bir çekme testi parçası ve üç Charpy V-çentik darbe testi parçası alınacak ve Bölüm 2'ye göre test edilecektir. Test numunelerinin konumu için 2.3.3.3 ve Şekil 10.2'ye bakınız. Testler 2.3.3.4 ve 2.3.3.5'e

uygun olacaktır. Testlerin yenilenmesi 2.3.3.6 ve 2.3.3.7'ye uygun olacaktır. Zincirle birlikte üretilmeleri ve ısıl işleme tabi tutulmaları koşuluyla, geniş baklaların ve uç baklaların test edilmesine gerek yoktur.

5.4 Markalama

İstekleri karşılayan aksesuarlar, aşağıdaki şekilde markalanacaktır:

- Zincir kalitesi,
- Sertifika nımarası,
- Surveyorün damgası,
- Testin yapıldığı ay ve yıl.

5.5 Sertifikalandırma

İstekleri karşılayan zincir aksesuarları, asgari olarak aşağıda belirtilenleri içerecek şekilde **TL** tarafından sertifikalandırılacaktır:

- Üreticini adı,
- Kalite,
- Eriyik numarası,
- Kimyasal bileşim (toplam alümünyum miktarı dahil),
- Nominal çap/ağırlık,
- Deney/kopma yükleri,
- Isıl işlem,
- Aksesuarlara uygulanan işaretler,
- Varsa, mekanik özellikler.

6. Emercensi yedekleme düzenleri için aşınma zincirleri

6.1 Kapsam

Buradaki istekler; çalışma yükü 1000 kN (ETA 1000) ve 2000 kN (ETA 2000) olan iki tip emercensi yedekleme düzeninin aşınma donanımının aşınma zincirlerine uygulanır.

Burada belirtilen aşınma zincirleri dışındakiler, **TL**'nun özel onayı ile kullanılabilir.

6.2 Üretimin onaylanması

Aşınma zincirleri **TL** tarafından onaylı iş yerlerinde üretilecektir (18.1.3'e bakınız)

6.3 Malzemeler

Aşınma zincirlerinin üretiminde kullanılan malzemeler burada belirtilen istekleri karşılamalıdır.

6.4 Aşınma zincirlerinin dizaynı, üretimi, testi ve sertifikalandırılması

6.4.1 Aşınma zincirleri 3÷6'da belirtilen isteklere göre dizayn edilecek, üretilecek, test edilecek ve sertifikalandırılacaktır.

6.4.2 Kuvvetli noktaya bağlanan uçtaki düzenleme ve aşınma zincirinin ölçüleri, emercensi yedekleme düzeninin tipine göre belirlenir. Aşınma zincirinin diğer ucu; emercensi yedekleme düzeninin tipine ve zincir kalitesine uygun olan bir kilite bağlanan armut biçimli açık baklaya bağlanacaktır. Bu bağlantının tipik bir örneği Şekil 10.5'de gösterilmiştir.

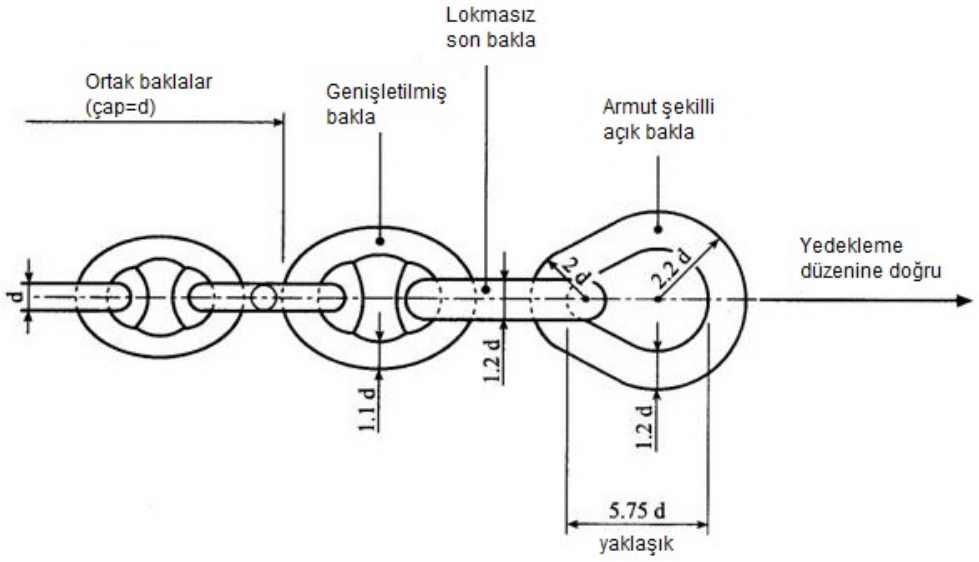
6.4.3 Normal bakla; TL-K2 veya TL-K3 kalitede lokmalı bakla tipinde olacaktır.

6.4.4 Aşınma zinciri, en az çalışma yükünün 2 katındaki bir kopma yüküne dayanabilecektir.

Emercensi yedekleme düzeninin her tipi için, Aşınma zincirlerinin normal baklasının nominal çapı, Tablo 10.14'de belirtilen değere uygun olacaktır.

Tablo 10.14 Normal baklanın nominal çapı

ETA tipi	Normal baklanın nominal çapı, d min.	
	Kalite TL-K2	Kalite TL-K3
ETA 1000	62 mm.	52 mm.
ETA 2000	90 mm.	76 mm.



Şekil 10.5 Tipik dış aşınma zinciri ucu

C. Açık Denizde Bağlama Zincirleri ve Aksesuarları

1. Genel istekler

1.1 Kapsam

1.1.1 Bu kurallar; hareketli açık deniz ünitelerinin, yüzer üretim tesislerinin, açık deniz yükleme sistemlerinin ve yapım sırasında gravite esaslı yapıların bağlanması gibi uygulamalarda kullanımı öngörülen açık denizde bağlama zincirlerinin ve aksesuarların malzemelerine, dizaynına, üretimine ve testlerine uygulanır.

1.1.2 Kapsamdaki bağlama donanımına; adi lokmalı ve lokmasız bakla, adi bağlantı baklası (geçmeli bakla), geniş bakla, uç baklası, sökülebilir bağlantı baklası (kilitler), uç kilitleri, deniz dibi bağlantıları, fırdöndüler ve fırdöndülü kilitler dahildir.

1.1.3 Lokmasız zincirler, önceden belirlenen dizayn ömrüne göre, uzun süreli sabit bağlama amacıyla, normalde sadece bir kez yerleştirilir.

1.2 Zincir kaliteleri

1.2.1 Üretimde kullanılan çeliklerin nominal çekme mukavemetine bağlı olarak, zincirler beş gruba ayrılırlar: IACS UR 3, IACS UR 3S, IACS UR 4, IACS UR 4 S ve IACS UR 5.

1.2.2 Dizayn koşullarına ve **TL**'nun kabulüne göre UR4S ve UR5 için üretici spesifikasyonları değişiklik gösterebilir.

1.2.3 Her kalite ayrı ayrı onaylanacaktır. Yüksek bir kalitenin onayı, daha düşük kalitenin onayı anlamını taşımaz. Gerek yüksek kalitedeki, gerekse düşük kalitedeki ürünün aynı üretim yöntemleri kullanılarak imal edildikleri, aynı kimyasal bileşenlere sahip olup aynı ısıl işlemlere tabi tutulduklarının gösterilmesi halinde **TL** yüksek kalitedeki ürünün onayı ile düşük kalitedeki ürünü de onaylayabilir. Onay sırasında uygulanan parametreler, üretim sırasında değiştirilmeyecektir.

1.3 Zincir üreticilerinin onaylanması

1.3.1 Açık denizde bağlama zincirleri, yalnızca **TL** onaylı üreticiler tarafından üretilecektir. Bu amaçla; deney ve kopma yük testleri, ölçümler, mekanik testler ve mekanik çatlak testleri kapsamında onay testleri yapılacaktır.

1.3.2 Üreticiler; alış muayenesinden sevkiyata kadar üretim programını ve aşağıda belirtilen üretim proseslerine ait ayrıntıları inceleme ve onay için vereceklerdir:

1.3.2.1 Yöntem, sıcaklık, sıcaklık kontrolü ve kayıt dahil, çubuk ısıtma ve bükme.

1.3.2.2 Akım, güç, zaman, boyutsal değişkenler, parametrelerin kontrolü ve kaydı dahil ark kaynağı, kaynak makinesinin bakım prosedürleri ve bakım programları

1.3.2.3 Yöntem ve muayene dahil çapak giderme.

1.3.2.4 Lokmalı zincirler için, lokma koyma yöntemi.

1.3.2.5 Fırın tipleri, belirleme düzenleri, sıcaklık ve zincir hızı kontrolü ve kayıtları ile izin verilen sınırlar, su verne banyosu ve karıştırma, çıkıştan sonraki soğutma yöntemi dahil, ısıl işlem.

1.3.2.6 Yöntem/makina, yatay mesnetleme düzenleri (varsa), ölçüm ve kayıt yöntemi dahil, deney ve kopma yükleri.

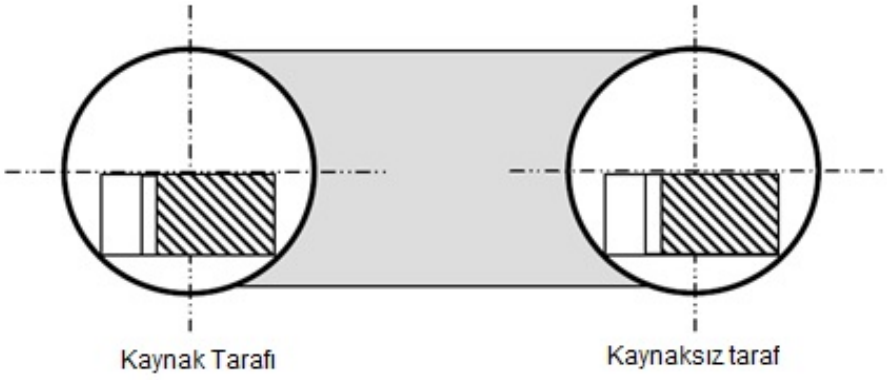
1.3.2.7 Tahribatsız muayene prosedürleri.

1.3.2.8 Üreticinin, bağlama bileşenlerine ait yüzey kalitesi istekleri verilecektir.

1.3.2.9 Üreticinin, bozuk bağlantıları, bütün zinciri ısıl işleme tabi tutmaksızın çıkarması ve değiştirmesi prosedürü.

1.3.3 İlk onay için, CTOD (Çatlak Ucu Açılma Yer Değiştirme) testleri, malzemenin belirli bağlama kalitesinde yapılacaktır. CTOD testleri BS 7448 Part 1 ve BS EN ISO 15653:2010 gibi tanınmış standartlara göre yapılmalıdır. CTOD test numunesi standart 2x1 tek kenarlı çentik bükme parçası olmalıdır, test yeri Şekil 10.6'da gösterilmiştir. CTOD parçasının çentiği yüzeye mümkün olduğunca yakın olmalıdır. Zincir çapı 120 mm. ve üzeri ise en küçük parça kesiti 80x40 mm., ve 120 mm. den küçük ise 50x25 mm. olmalıdır. CTOD numuneleri baklanın her iki tarafından (kaynaklı ve arka) alınmalıdır. Test için üç bakla seçilmelidir, toplamda altı CTOD numunesi olacaktır. Testler -20ºC'da yapılmalı ve her üç numunenin en düşük CTOD değerleri Tablo 10.15'de verilen minimum değerleri karşılamalıdır.

1.3.4 Fırınların kalibrasyonu, üretilen en büyük boyuttaki baklaya eşdeğer boyutlardaki kalibrasyon test numunesinin ölçümü ve kaydı ile doğrulanacaktır. Üretici, aşağıdaki istekleri içeren fırın sıcaklığı sörveyleri ile ilgili yöntemleri sunacaktır : Fırının sıcaklığı üretici onayı esnasında her yerde sabit olacak ve en az yılda bir kez normal işletme şartlarında sörveye tabi tutulacaktır. Fırınlar iki adet ısıl çiftin (thermocouple) ölçüm hızına uygun bir hızda fırın içinde hareket ettirilmesiyle ölçülecektir. Isıl çiftlerden biri kalibrasyon bloğunun düz kısmının yüzeyine, diğer düz kısımda blok ortasına kadar delinmiş delikte, blok kalınlığının yarısında bulunacaklardır. Zaman-sıcaklık eğrileri kesit alan içindeki ve sıcaklığın ve ısınma sürelerinin ısıl işlem yönteminin sınırları dahilinde olduğunu göstermelidirler.



Şekil 10.6 Zincir için CTOD test numunelerinin yerleri

Table 10.15.a Zincir tiplerine göre minimum CTOD test değerleri

Zincir Tipi	R3 [mm]		R3S [mm]		R4 [mm]		R4S & R5 [mm]	
	BM	WM	BM	WM	BM	WM	BM	WM
Lokmalı	0,20	0,10	0,22	0,11	0,24	0,12	0,26	0,13
Lokmasız	0,20	0,14	0,22	0,15	0,24	0,16	0,26	0,17

1.3.5 R4S ve R5 zincirler ve aksesuarları için, onay öncesinde, üretici deneysel testleri yapmalı veya zincir ve aksesuar malzemelerinin geliştirilmesi ile ilgili destekleyici veriye sahip olmalıdır. Testler ve veri şunları içerebilir: Yorulma testleri, sıcak süneklik testleri (bükme sırasında bakla şekillendirme sıcaklık aralığında hiçbir iç kusur oluşmamalıdır), kaynak parametre araştırmaları, ısıl işlem çalışması, zorlanma yaşlanması direnci, temper gevreme çalışması, gerilim yenimi çatlaması (SCC) verisi ve sulu ortamlarda yavaş zorlanma test numuneleri kullanılarak hidrojen gevreme (HE) çalışması.

1.4 Zincir ve aksesuar üreticilerinin kalite sisteminin onayı

Zincir ve aksesuar üreticileri, **TL** tarafından onaylı dokümante edilmiş ve etkin bir kalite sistemine sahip olacaktır.

Böyle bir kalite sisteminin hükümleri, madde 2 ÷ 5'de belirtilen, sörveyörün testlere nezareti etmesi yerine olmayıp, ilave olarak gereklidir.

1.5 Haddelenmiş çubuklarla ilgili çelik üreticilerinin onaylanması

1.5.1 Zincir ve aksesuarlarının yapımında kullanılan çubuk malzemeler **TL** tarafından onaylı işyerlerinde üretilecektir. Onaylar, çubuk malzemenin belirlenen temin edicileri ile sınırlıdır. Eğer zincir üreticileri malzemeyi çeşitli temin edicilerden almayı isterse, her temin edici için ayrı onay testleri yapılmalıdır.

1.5.2 Onaylar, yalnızca tamamlanmış zincirin testlerinin uygun olması durumunda verilecektir. Her kalite ayrı ayrı onaylanacaktır. Yüksek bir kalitenin onayı, daha düşük kalitenin onayı anlamını taşımaz. Gerek yüksek kalitedeki, gerekse düşük kalitedeki ürünün aynı üretim yöntemleri kullanılarak imal edildikleri, aynı kimyasal bileşenlere sahip olup aynı ısıl işlemlere tabi tutulduklarının gösterilmesi halinde **TL** yüksek kalitedeki ürünün onayı ile düşük kalitedeki ürünü de onaylayabilir. Onay aşamasında uygulanan parametreler üretim aşamasında değiştirilemez. Onay, normal olarak test edilen en büyük zincir çapına eşit olacak şekilde sınırlandırılır. Haddeleme oranı kayıt edilmelidir ve en IACS UR 3, IACS UR 3S, IACS UR 4, IACS UR 4S ve IACS UR 5. için az 5:1 olmalıdır. Üretimde kullanılan haddeleme oranı belirtilenden daha yüksek olabilir ama yeterli görülenden daha az olamaz.

1.5.3 Çelik üreticisi, **TL** ve zincir üreticisi tarafından onaylanması gereken çubuk malzemesinin kimyasal bileşimini verecektir. Çelik üreticisi analiz ve testler ile gereklerin karşılandığını teyit edecektir. IACS UR 4, IACS UR 4S ve IACS UR 5 zincir kaliteleri için, çelikler en az %0,20 molibden içerecektir.

1.5.4 Mekanik özelliklerin doğrulanması ve sıcaklık ve zaman kombinasyonlarının sınırlarının belirlenmesi için, zincir üretim koşullarını simüle eden bir ısıl işlem hassasiyeti çalışması uygulanacaktır. Tüm test ayrıntıları ve sonuçları **TL**'na verilecektir.

1.5.5 Çubuk üreticisi; malzemenin zorlanma yaşlanmasına, tavlama gevreme çatlamasına ve **TL**-IACS UR 3S, IACS UR 4, IACS UR 4S ve IACS UR 5, için hidrojen gevreme çatlamasına dayanımlı olduğunun kanıtlarını sağlayacaktır. Tüm test ayrıntıları ve sonuçları **TL**'na verilecektir.

1.6 Aksesuarlarla ilgili dövme işyerleri ve dökümhanelerin onaylanması

1.6.1 Mamul veya yarı-mamul aksesuarları temin etmek isteyen dövme işyerleri ve dökümhaneler **TL** tarafından onaylanacaktır. Üretim prosesinin ve proses kontrolünün açıklamaları **TL**'na verilecektir. Onayın kapsamı hakkında **TL** ile anlaşmaya varılacaktır. Onay, dövme veya döküm malzemenin belirlenen temin edicileri ile sınırlıdır. Eğer aksesuar üreticisi malzemeyi çeşitli temin edicilerden almayı isterse, her temin edici için ayrı onay testleri yapılmalıdır.

1.6.2 Onay, tamamlanmış aksesuarların olumlu sonuçlarla test edilmesinden sonra verilecektir. Yüksek bir kalitenin onayı, daha düşük kalitenin onayı anlamını taşımaz. Gerek yüksek kalitedeki, gerekse düşük kalitedeki ürünün aynı üretim yöntemleri kullanılarak imal edildikleri, aynı kimyasal bileşenlere sahip olup aynı ısıl işlemlere tabi tutulduklarının gösterilmesi halinde **TL** yüksek kalitedeki ürünün onayı ile düşük kalitedeki ürünü de onaylayabilir. Onay, **TL** ile başka türlü anlaşmaya varılmadıkça, yeterlik için kullanılan tamamlanmış aksesuarın maksimum çapına veya kalınlığına kadar olan, aksesuar tipi ve malzemenin belirlenen bağlama kalitesi ile sınırlıdır. Aynı şekle sahip farklı aksesuarlar için ilk onay aşaması testleri haddeleme oranı daha düşük olanda yapılacaktır. Maksimum çapları için aksesuar harbilerinin yeterliği de gereklidir. Karmaşık geometrileri olan aksesuarlar **TL** gereklerine uyacaktır.

1.6.3 Dövmeler için, dövülmüş mikro yapıya sahip olacaklar ve azalım oranı 3'e 1 olacaktır. Yeterlik testlerinde kullanılan, döküm ingot/kütüğünden dövme bileşene kadar olan dövme azalım oranı kaydedilecektir. Üretimde kullanılan dövme azalım oranı belirtilenden daha yüksek olabilir ama yeterli görülenden daha az olamaz. Kalite belirleme esnasındaki dövme kayıt edilir ve üretim esnasında da aynen devam ettirilir. Dövme esnasındaki sıcaklık değişimleri ve yeniden ısıl işlem uygulama dönüleri üretici tarafından izlenecek ve dövme dokümantasyonuna kaydedilecektir. Üreticinin kalıplar ve takımlarla ilgili olarak bir bakım prosedürü ve programı olacak ve bunları **TL'**na sunacaktır.

1.6.4 Dövme işyerleri veya dökümhaneler, **TL** tarafından onaylanması gereken, dövme veya döküm malzemenin kimyasal bileşiminin ayrıntılarını verecektir. UR 4, UR 4S ve UR 5 zincirler kaliteleri için, çelikler en az %0,20 molibden içermelidir.

1.6.5 Dövme işyerleri veya dökümhaneler, malzemenin zorlanma yaşlanmasına, tavlama gevreme çatlamasına ve UR 4S ve UR 5 için hidrojen gevreme çatlamasına dayanımlı olduğunun kanıtlarını sağlayacaktır.

Mekanik özelliklerin doğrulanması ve sıcaklık ve zaman kombinasyonlarının sınırlarının belirlenmesi için, aksesuar üretim koşullarını simüle eden bir ısıl işlem hassasiyeti çalışması uygulanacaktır (tavlama gevreme çatlamasını önlemek için temperleme sonrası soğutma uygun olacaktır). Tüm test ayrıntıları ve sonuçları **TL**'na verilecektir.

1.6.6 İlk onay için, CTOD (Çatlak Ucu Açılma Yer Değiştirme) testleri, malzemenin belirli bağlama kalitesinde yapılacaktır. 3 CTOD testi BS 7448, Part 1 ve BS EN ISO 15653:2010 gibi tanınmış standartlara göre yapılmalıdır. Dikdörtgen aksesuarlar için, CTOD test numunesi, test edilecek malzemenin kalınlığı ile aynı, tek tarafa 2 x 1 standard çentik açılmış eğilme numunesi olacaktır. Daha küçük numuneler **TL** onayı ile kullanılabilir. Yuvarlak şekiller için test numunesinin çapı 120 mm. ve üzeri ise en küçük parça boyutu 80x40 mm, ve 120 mm. den küçük ise 50x25 mm. olmalıdır. CTOD test numunesinin çentiği yüzeye olabildiğince yakın olmalıdır. Testler -20ºC'da yapılmalı ve sonuçlar değerlendirilmek üzere sunulmalıdır. Üç set numunenin her birinin en küçük değerleri en az Tablo 10.15.b (Tablo 10.15.a'daki lokmasız zincir malzemeleri ile aynı)'deki değerlere sahip olacaktır.

Tablo 10.15.b Aksesuarlar için en küçük CTOD değerleri

Aksesuar Kalitesi	**UR3 in mm**	**UR3S in mm**	**UR 4 in mm**	**UR4S & UR5 in mm**
CTOD	0.20	0.22	0.24	0.26

Aksesuarların şekilleri değişebilir. Şekil 10.7 dikdörtgen kesit alanına sahip D-kilitler ve aksesuarlar gibi, imal edilmiş dairesel ve dikdörtgen kesit alanlar için CTOD

yerlerini göstermektedir. Test numuesinin yönü tane akışının doğrultusu dikkate alınarak belirlenmelidir. Şekil 10.7(b) dikdörtgen CTOD test numuneleri için iki muhtemel çentik yönünü göstermektedir.

1.6.7 Fırınların kalibrasyonu, üretilen maksimum boyuttaki baklaya eşdeğer boyutlardaki kalibrasyon test numunesinin ölçümü ve kaydı ile doğrulanacaktır. Termokupullar, kalibrasyon bloğunun yüzeyine ve kalınlık ortasındaki yere delinmiş bir deliğe yerleştirilmelidir. Fırın boyutları, fırının her yerinin bir bütün olarak gerekli sıcaklığa ulaşacak şekilde olacaktır. Dövme ve döküm bileşenleri için ısıl işlem fırınlarının sıcaklık üniformluk sörveyleri, API Spec 6A/ISO 10423 Annex M veya ASTM A991'e göre yapılacaktır. İlk muayene fırına mümkün olan en büyük yükleme (ısıtma) ile yapılacaktır. Diğer muayeneler yıllık olarak yapılacak ve fırının yakılmasına gerek olmayacaktır.

Soğutma banyosu maksimum sıcaklığı ve fırından banyoya kadar olan en büyük sıcaklık transfer süresi saptanıp dokümante edilecektir. Üretim esnasında elde edilen banyo parametreleri izlenecek ve banyo sıcaklığı ve transfer süresi gibi kayıtlar muhafaza edilecektir.

1.6.8 IACS UR 4S ve IACS UR için ek istekler 1.3.5'de verilmiştir.

1.7 Aksesuar üreticilerinin kalite sistem onayı

1.7.1 1.4'e bakınız.

2. Malzemeler

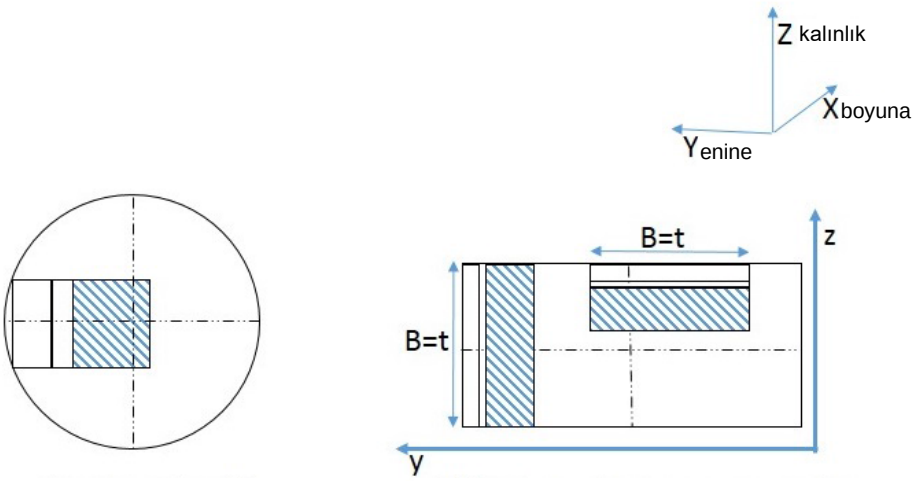
2.1 Kapsam

Buradaki kurallar, açık deniz bağlama zincirleri ve aksesuarlarının üretiminde kullanılan hadde çelikleri, dövmeler ve dökümlere uygulanır.

2.2 Haddelenmiş çelik çubuklar

2.2.1 Çelik üretimi

2.2.1.1 Çelikler; bazik-oksijen, elektrik fırını veya özel olarak onaylanan diğer yöntemlere göre üretilecektir. Tüm çelikler sakinleştirilmiş ve taneleri inceltilmiş olacaktır. Östenitik tane boyutu; UR 3, UR 3S ve UR 4 için ASTM E112'ye göre 6 veya daha ince ya da ISO 643'e göre eşdeğeri tane boyutunda olacaktır. Yuvarlak kesitler için ölçümler yarıçapın 1/3 'ünde alınacaktır.



a) D-tip kilit **b)** Dikdörtgen tip aksesuar

Şekil 10.7 CTOD test numuneleri yerleşimi: a) Dairesel tip aksesuar ve b) Dikdörtgen tip aksesuar, B malzemenin kalınlığına tekabül eder, tane akışı boyuna X yönünde kabul edilmiştir.

2.2.1.2 IACS UR 4S ve IACS UR 5 kalite zincirlerde kullanımı öngörülen çubukların çelikleri vakumla gaz giderme işlemine tabi tutulacaktır. Östentik tane boyutu ASTM E112'ye göre 6 ya da daha küçük veya ISO 643'e gore bu boyuta eşdeğer olacaktır. Yuvarlak kesitler için ölçümler yarıçapın 1/3'ünde alınacaktır.

2.2.1.3 IACS UR 4S ve IACS UR 5 için çubuk üreticisi tarafından aşağıdaki bilgiler bağlama zinciri üreticisine verilecektir ve sonuçlar zincir dokümantasyonuna bulunacaktır:

- Her eriyik, metalik olmayan kalıntılar için incelenecektir. Son ürün için kalıntı düzeylerinin kabul edilebilir olduğundan emin olmak için, ulusal/ uluslar arası standartlara uygun olarak mikro kalıntı düzeyi belirlenecek ve değerlendirilecektir.

- Her eriyikten bir örnek, zayıflatan kalıntı ve gözenek olmadığında emin olmak için ASTM E381 veya eşdeğerine göre kabadağlanacaktır.

- Her eriyik için ASTM A255 veya eşdeğerine göre, Jominy sertleşebilirlik verisi verilmelidir.

2.2.2 Kimyasal bileşim

Kabul testleri için, her bir eriyiğin pota analizinin kimyasal bileşimi çelik üreticisi tarafından belirlenecek ve onaylı spesifikasyonlara uygun olacaktır.

2.2.3 Mekanik testler

2.2.3.1 Aynı nominal çaptaki çubuklar, aynı eriyikten en fazla 50 tona kadar test demetleri halinde gruplandırılacaktır. Test numunesi alınmadan önce, test kısmına, tamamlanmış zincir için öngörülen ısıl işlem uygulanacaktır.

2.2.3.2 UR 3S, UR 4, UR 4S ve UR 5çelik çubukların her eriyiği, hidrojen gevreme çatlaması yönünden test edilecektir. Sürekli dökümlerde, şarjın başlangıç ve bitimini temsil eden test parçaları alınacaktır. İngot dökümlerde, iki farklı ingotu temsil eden test parçası alınacaktır.

2.2.3.2.1 Öngörülen ısıl işleme tabi tutulmuş çubuk malzemesinin merkez bölgesinden iki çekme test numunesi alınacaktır. Örneklerin çapı tercihen 20 mm. alternatif olarak 14 mm. olacaktır.

2.2.3.2.2 Örneklerden biri, işlemeden maksimum 3 saat sonra test edilecektir. Çapı 14 mm. olan test numuneleri için bu süre 1,5 saattir. Buna olanak yoksa, işlemeden hemen sonra örnek - 60°C'a soğutulur ve bu sıcaklıkta en fazla 5 gün tutulur.

2.2.3.2.3 Diğer örnek 4 saat süreyle 250°C'ta ısıl işlemden sonra (alternatif olarak 14 mm. çap için 2 saat süreyle) test edilecektir.

2.2.3.2.4 Tüm test boyunca, çatlama görülünceye kadar yavaş gerilme oranı ≤ 0,0003 s^{-1} kullanılmalıdır (bu, 20 mm. çapındaki test numunesi için yaklaşık 10 dakikaya karşılık gelir). Çekme mukavemeti, uzama ve kesit daralması bildirilecektir.

2.2.3.2.5 Testle ilgili istek aşağıda verilmiştir:

$$Z_1 / Z_2 \geq 0{,}85$$

Burada;

Z_1 = Isıl işlem olmaksızın kesit daralması.

Z_2 = Isıl işlemden sonraki kesit daralması.

Eğer Z_1/Z_2 ≥ 0,85 isteği karşılanmıyorsa, çubuk malzemesi **TL** ile anlaşmaya varıldıktan sonra hidrojen giderici işleme tabi tutulabilir. Gaz giderme işleminden sonra yeni testler yapılacaktır.

2.2.3.3 Tüm kaliteler için, seçilen her örnekten bir çekme ve üç Charpy V-çentik test numunesi alınacaktır. Test numunesi, Şekil 10.8'de görüldüğü gibi yüzeyden

yaklaşık 1/3 r mesafede içeriden alınacak ve Bölüm 2'ye göre hazırlanacaktır. Testlerin sonuçları Tablo 10.16'daki isteklere uygun olacaktır.

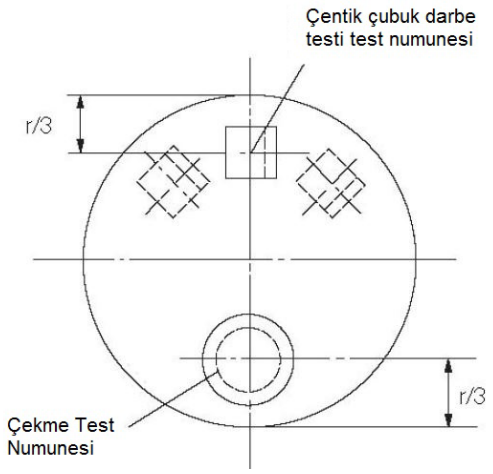
2.2.3.4 Çekme ve çentik darbe testlerinin yenilenmesi ile ilgili istekler Bölüm 2'de verilmiştir.

2.2.3.5 İlave testlerin belirtilen istekleri sağlamaması halinde, ısıl işlemin simülasyonunun uygun olmadığının belirlenme durumu hariç, temsil edilen demet

reddedilecektir.

2.2.4 Boyutsal toleranslar

Çap ve eğrisellik, aksine anlaşmaya varılmadıkça, Tablo 10.17'de verilen sınırlar içinde olacaktır.



Şekil 10.8 Çelik çubuklar, dövmeler ve dökümlerden örnek alınması

2.2.5 Tahribatsız muayeneler ve onarım

2.2.5.1 Tahribatsız muayeneler aşağıda belirtilen ya da eşdeğeri tanınmış standartlara göre yapılacaktır. Tahribatsız muayene prosedürleri ve red/kabul kriterleri **TL**'na verilecektir.

Çubukların manyetik parçacık testi (MT)

- ASTM E1444 ve ISO 9934
Manyetik akı kaçak testi (MLFT)-JIS Z2319
Çubuk malzemelerin girdap akım muayeneleri (ET):

- ISO 15549

2.2.5.2 Üreticiler tahribatsız muayene yöntemlerini yazılı olarak hazırlayacaklardır. Tahribatsız muayene yapacak personel ISO 9712, ACCP ya da eşdeğerine göre vasıflandırılmış ve sertifika almış olacaktır. İşverenin ya da ona bağlı temsilcinin personel vasıflandırması, işverenin yazılı uygulamalarının SNT-TC-1A'ya uygunluğu görülmüş ve ASTN Kademe III, ISO 9712 Kademe III veya ACCP Profesyonel Kademe II yeterli bulunmuşsa ve tahribatsız muayene yöntemlerinden uygulanabilenlerden en az Kademe II olarak sertifikalandırılmışsa kabul edilebilir.

2.2.5.3 İmalatçı zincir veya fitinglerin üretiminde kullanımı amaçlanan çubuk malzemenin %100'ünün, TL'nun onayladığı yöntemler ve kabul kriterlerince kabul edilecek, üretimin uygun bir aşamasında ultrasonik muayeneye tabi tutulacaktır. Çubuklarda; çukurlar, çatlaklar ve pullaşmalar olmayacaktır. Çubukların uçlarının UT muayenelerine itabi tutulmadığı hallerde, çubukların uçlarından ne kadarlık bir uzunluğun kesileceğini çubuk tedarikçisi ile zincir üretici birlikte kararlaştıracaklardır. Detaylar çubuk tedarikçisi tarafından onay dokümanlarında belirtilecektir. Faz dizilimli UT yöntemleri, **TL**'nun onaylaması halinde, uygulanabilir.

2.2.5.4 Çubuk malzemesinin %100'ü manyetik parçacık (MT) veya Eddy Current (ET) veya manyetik akı kaçak muayenesi (MLFT) yöntemlerine göre test edilecektir. Çubuklarda; yaralanma izi, katmerleşme, hadde talaşı gibi zararlı yüzey hataları bulunmayacaktır.

Derinliklerinin, çubuk çapının %1'inden daha az olması koşuluyla, boyuna devamsızlıklar, düzgün hatlara sahip olacak şekilde taşlamak suretiyle giderilebilir.

Tedarik edilen bütün çubuklar işenmiş (soyulmuş) durumda ve %100'ü görsel olarak muayene edilmiş olacaktır. TL aynı zamanda şu taleplerde bulunabilir: Boyuna yöndeki bozukluların tespiti için çubukların %10'unun manyetik parçacık testi (MT) veya eddy current testi (ET) veya manyetik akı kaçak muayenesi (MLFT) ile test edilmesi. Çubukların soyulmalarındaki en büyük derinlik tedarikçi ile kararlaştırılıp onay dokümanlarında belirtilecektir.

2.2.5.5 Gerekli kaliteye sürekli olarak ulaşıldığının istatistiksel yollarla doğrulanması koşuluyla, tahribatsız muayenelerin sıklığı, **TL** kararına bağlı olarak azaltılabilir.

2.2.5.6 Çubukların kaynakla tamirine izin verilmez.

Tablo 10.16 Açık denizde bağlama zincirlerinin ve aksesuarlarının makanik özellikleri

Kalite	Akma gerilmesi N/mm² min. (1)	Çekme mukavemeti N/mm² min. (1)	Uzama % min.	Kesit daralması (3) % min.	Charpy V-çentik darbe testi		
					Test sıcaklığı ° C (2)	Ortalama enerji J min.	Ark kaynağı ortalama enerjisi J min.
UR 3	410	690	17	50	0 -20	60 40	50 30
UR 3S	490	770	15	50	0 -20	65 45	53 33
UR 4	580	860	12	50	-20	50	36
UR 4S **(4)**	700	960	12	50	-20	56	40
UR 5 **(4)**	760	1000	12	50	-20	58	42

(1) *Akmanın çekmeye oranı ile ilgili hedef değer: 0,92 maks.*

(2) ***TL**'nun kararına bağlı olarak UR 3 and UR 3S kalitelerinin darbe testi 0°C veya -20°C'da yapılabilir.*

(3) *Çelik dökümün kesit daralımı:*

- *UR 3 ve UR 3S kaliteleri için: min. %40*
- *UR 4, UR 4S ve UR 5 kaliteleri için: min. %35.*

(4) *UR 4S için maksimum hedef değer HB 330 ve UR 5 için HB 340'dır.*

Tablo 10.17 Çubuk stok malzemesinin boyutsal toleransları

Nominal çap mm	Çap toleransı mm	Eğrisellik toleransı ($d_{maks} - d_{min}$) mm
25'in altında	-0 + 1,0	0,60
25-35	-0 + 1,2	0,80
36-50	-0 + 1,6	1,10
51-80	-0 + 2,0	1,50
81-100	-0 + 2,6	1,95
101-120	-0 + 3,0	2,25
121-160	-0 + 4,0	3,00
161-222	-0 + 5,0	4,00

2.2.6 Markalama

Her çubuğun, nihayet yüzeylerinin birine, çelik kalitesi işareti ve şarj numarası (veya şarj numarasının ifade eden bir kod) damgalanacaktır. Anlaşmaya tabi olarak, diğer işaretleme yöntemleri de kabul edilebilir

2.3 Dövme çelikler

2.3.1 Üretim

2.3.1.1 Aksesuarların üretiminde kullanılan dövme çelikler onaylı spesifikasyonlara uygun olmalı ve sunulan test raporları **TL** tarafından onaylanmalıdır. Çelikler, bazik oksijen, elektrik fırını veya özel olarak onaylanan diğer yöntemlere göre üretilecektir.

Tüm çelikler söndürülmüş ve taneleri inceltilmiş olacaktır. UR3, UR 3S ve UR 4 için östentik tane boyutu ASTM E112'ye göre 6 ya da daha küçük veya ISO 643'e göre bu boyuta eşdeğer olacaktır. Yuvarlak kesitler için ölçümler yarıçapın 1/3'ünden dairesel olmayan kesitlerde kalınlığın 1/4'ünden alınacaktır.

2.3.1.2 UR 4S ve UR 5 kalite zincirlerde kullanımı öngörülen dövmelerin çelikleri vakumla gaz giderme işlemine tabi tutulacaktır. Östenitik tane büyüklüğü, ASTM E112'ye göre 6 veya daha ince ya da ISO 643 muadili bir tane büyüklük endeksine olacaktır. Dairesel kesitler yarıçapın 1/3'ünden, dairesel olmayan kesitlerde kalınlığın 1/4'ünden alınacaktır.

2.3.1.3 UR 4S ve UR 5 aksesuarlarında kullanılacak çelik için çelik üreticisi tarafından aşağıdaki bilgiler bağlama aksesuar üreticisine verilecektir ve sonuçlar aksesuar dokümantasyonuna bulunacaktır:

- Her eriyik, metalik olmayan kalıntılar için incelenecektir. Son ürün için kalıntı düzeylerinin ulusal/ uluslararası standartlara göre kabul edilebilir olduğundan emin olmak için, micro kalıntı düzeyi belirlenecek ve değerlendirilecektir.

- Her eriyikten bir örnek, zayıflatan kalıntı ve gözenek olmadığında emin olmak için ASTM E381 veya eşdeğerine göre kabadağlanacaktır.

- Her eriyik için ASTM A255 veya eşdeğerine göre, sertleşebilirlik verisi verilmelidir.

2.3.2 Kimyasal bileşim

Madde 2.2.2'ye bakınız.

2.3.3 Isıl işlem

Tamamlanmış dövme parçalar, sunulan ve onaylanan spesifikasyonlara uygun olarak ısıl işleme tabi tutulacaktır.

2.3.4 Mekanik özellikler

Dövme parçalar, uygun şekilde ısıl işleme tabi tutulmuş durumda, Tablo 10.16'da verilen mekanik özelliklere uygun olmalıdır.

2.3.5 Mekanik testler

2.3.5.1 Test parçası alınması için; aynı ısıl işlem şarjından ve aynı çelik eriyiğinden alınan benzer ölçülerdeki dövme parçalar (çapları 25 mm'den fazla farklılık göstermeyen), bir test ünitesi halinde gruplanacaktır.
Her test ünitesinden, bir çekme ve üç darbe test numunesi alınacak ve Bölüm 2'ye göre test edilecektir. Test numunelerinin yeri için Şekil 10.8'e bakınız.

2.3.5.2 UR 3S, UR 4, UR 4S ve UR 5 'in her eriyiği için hidrojen gevremesi testi yapılacaktır. Sürekli döküm halinde test numunelerini temsilen döküm başında ve sonunda numune alınacaktır. İngot döküm durumunda, iki farklı ingot'u temsil eden test parçaları alınacaktır.

2.3.5.2.1 Üretimde kullanılmak üzere ısıl işlem döngüsü içinde yer almış, dövülmüş malzemenin merkez bölgesinden iki (2) adet çekme testi numunesi alınacaktır. 20 mm çapında bir numune tercih edilecektir (14 mm'lik bir çap düşünülecektir).

2.3.5.2.2 Numunelerden biri işlendikten sonra en fazla 3 saatlik bir teste tabi tutulacaktır (14 mm çapındaki numune için zaman sınırı 1,5 saattir). Bunun mümkün olmadığı durumlarda numune işlendikten hemen sonra -60°C'ye soğutularak bu ısıda en fazla 5 gün tutulacaktır.

2.3.5.2.3İkinci numune 250°C'de 4 saat, alternatif olarak 14 mm'lik çaptaki numune 2 saat fırınlandıktan sonra test edilecektir,

2.3.5.2.4Tüm test boyunca düşük bir gerilim oranı < 0,0003 s^{-1} çatlak oluşuncaya kadar (Bu 20 mm çapındaki bir numune için yaklaşık 10 dakikadır) uygulanır. Çekme gerilmesi, uzama ve kesit daralması kayıt altına alınır.

2.3.5.2.5 Test için kabul gereksinimleri aşağıdaki gibidir:

$$Z_1/Z_2 \geq 0.85$$

Burada:
Z_1 = Fırınlamadan önceki kesit alan daralması

Z_2 = Fırınlamadan sonraki kesit alan daralması

Şayet $Z_1/Z_2 \geq 0.85$ değeri tutturulamazsa çubuk materyal TL'nin onayı ile bir hidrojen gazı giderme işlemine tabil tutur. Gaz giderildikten sonra test tekrarlanır.

2.3.6 Tahribatsız muayeneler ve onarım

2.3.6.1 Tahribatsız muayeneler aşağıda belirtilen ya da eşdeğerleri tanınmış standartlara göre yapılacaktır. Red/kabul kriterleri ile birlikte, tahribatsız muayene prosedürleri **TL**'na verilecektir.

Dövme malzemeler için manyetik parçacık testi (MT)
- EN 10228-1, ASTM A275, sıvı manyetik teknik kullanılacaktır

Dövme malzemeler için ultrasonik test (UT)
- EN 10228-3, ASTM A388, ISO 13588

2.3.6.2 Üreticiler tahribatsız muayene yöntemlerini yazılı olarak hazırlayacaklardır. Tahribatsız muayene yapacak personel ISO 9712, ACCP ya da eşdeğerine göre vasıflandırılmış ve sertifika almış olacaktır. İşverenin ya da ona bağlı temsilcinin personel vasıflandırması, işverenin yazılı uygulamalarının SNT-TC-1A'ya uygunluğu görülmüş ve ASTN Kademe III, ISO 9712 Kademe III veya ACCP Profesyonel Kademe II yeterli bulunmuşsa ve tahribatsız muayene yöntemlerinden uygulanabilenlerden en az Kademe II olarak sertifikalandırılmışsa kabul edilebilir.

2.3.6.3 Dövme parçaların %100'ü, üretimin uygun bir aşamasında ve onaylanan standarda göre, ultrasonik muayeneye tabi tutulacaktır.

2.3.6.4 İşlenmemiş yüzeylerdeki hatalar anma çapının %5'i olacak kadar bir derinliğe taşlanarak giderilebilir. İşlenmiş yüzeylerde taşlama işlemine, en fazla 0,8 mm'lik bir derinliğe sahip düz yüzeylerde, sahte belirtileri incelemek amacıyla izin verilebilir. Kaynakla onarım işlemine izin verilmez.

2.3.7 Markalama

Markalama, 2.2.6'da belirtilene benzer şekilde olacaktır.

2.4 Çelik dökümler

2.4.1 Üretim

2.4.1.1 Aksesuarların üretiminde kullanılan çelik dökümler onaylı spesifikasyonlara uygun olmalı ve sunulan test raporları **TL** tarafından onaylanmalıdır. Çelikler, bazik oksijen, elektrik fırını veya özel olarak onaylanan diğer yöntemlere göre üretilecektir. Tüm çelikler söndürülmüş ve taneleri inceltilmiş olacaktır. UR 3, UR 3S ve UR 4 malzemeler için östenitik tane büyüklüğü, ASTM E 112'ye göre 6 veya daha ince veya ISO 643'e uygun olarak eşdeğer tane boyutunda olacaktır. Ölçümler, dairesel kesitler yarıçapın 1/3'ünden, dairesel olmayan kesitlerde kalınlığın 1/4'ünden alınacaktır.

2.4.1.2 UR 4S ve UR 5 kalite zincirlerde kullanımı öngörülen dövmelerin çelikleri vakumla gaz giderme işlemine tabi tutulacaktır. Östentik tane büyüklüğü, ASTM E 112'ye göre 6 veya daha ince veya ISO 643'e uygun olarak eşdeğer tane boyutunda olacaktır. Ölçümler, dairesel kesitler yarıçapın 1/3'ünden, dairesel olmayan kesitlerde kalınlığın 1/4'ünden alınacaktır.

2.4.1.3 UR 4S ve UR 5 aksesuarlarında kullanılacak çelik için aşağıdaki bilgiler elde edilecek ve sonuçlar aksesuar dokümantasyonuna bulunacaktır:

- Her eriyik, metalik olmayan kalıntılar için

incelenecektir. Son ürün için kalıntı düzeylerinin ulusal/ uluslarası standartlara uygun olarak, kabul edilebilir olduğundan emin olmak için, micro kalıntı düzeyi belirlenecek ve değerlendirilecektir.

- Her eriyikten bir örnek, zayıflatan kalıntı ve gözenek olmadığında emin olmak için ASTM E381 veya eşdeğerine göre kabadağlanacaktır.

- Her eriyik için ASTM A255 veya eşdeğerine göre, Jominy sertleşebilirlik verisi verilmelidir.

2.4.2 Kimyasal bileşim

Madde 2.2.2'ye bakınız.

2.4.3 Isıl işlem

Tüm çelik dökümler, sunulan ve onaylanan spesifikasyonlara uygun olarak ısıl işleme tabi tutulacaktır.

2.4.4 Mekanik özellikler

Dökümler, uygun şekilde ısıl işleme tabi tutulmuş durumda, Tablo 10.16'da verilen mekanik özelliklere uygun olmalıdır. Ancak, kesit daralması ile ilgili kabul gerekliliği, UR 3 ve UR 3S kaliteler için %40'a ve UR 4, UR 4, UR 4S ve UR 5 kaliteleri için %35'e indirilebilir.

2.4.5 Mekanik testler

Test parçası alınması için; aynı ısıl işlem şarjından ve aynı çelik eriyiğinden alınan benzer ölçülerdeki döküm parçalar bir test ünitesi halinde gruplanacaktır. Her test ünitesinden, bir çekme ve üç darbe test numunesi alınacak ve test edilecektir. Test numunelerinin yeri için Şekil 10.7'ye bakınız.

2.4.6 Tahribatsız muayeneler ve onarım

2.4.6.1 Tahribatsız muayeneler aşağıda belirtilen ya da eşdeğerleri tanınmış standartlara göre yapılacaktır. Red/kabul kriterleri ile birlikte, tahribatsız muayene prosedürleri **TL**'na verilecektir.

Dökümlerin manyetik partikül testi:
- ASTM E709, sürekli ıslak manyetizasyon tekniği kullanarak

Dökümlerin ultrasonik testi:
- ASTM A609, ISO 13588

2.4.6.2 Üreticiler tahribatsız muayene yöntemlerini yazılı olarak hazırlayacaklardır. Tahribatsız muayene yapacak personel ISO 9712, ACCP ya da eşdeğerine göre vasıflandırılmış ve sertifika almış olacaktır. İşverenin ya da ona bağlı temsilcinin personel vasıflandırması, işverenin yazılı uygulamalarının SNT-TC-1A'ya uygunluğu görülmüş ve ASTN Kademe III, ISO 9712 Kademe III veya ACCP Profesyonel Kademe II yeterli bulunmuşsa ve tahribatsız muayene yöntemlerinden uygulanabilenlerden en az Kademe II olarak sertifikalandırılmışsa kabul edilebilir.

2.4.6.3 Dövme parçaların %100'ü, üretimin uygun bir aşamasında ve onaylanan standarda göre, ultrasonik muayeneye tabi tutulacaktır.

2.4.6.4 İşlenmemiş yüzeylerdeki hatalar anma çapının %5'i olacak kadar bir derinliğe taşlanarak giderilebilir. İşlenmiş yüzeylerde taşlama işlemine, en fazla 0,8 mm'lik bir derinliğe sahip düz yüzeylerde, sahte belirtileri incelemek amacıyla izin verilebilir. Kaynakla onarım işlemine izin verilmez.

2.5.6.5 Tamir işlemi çap kalınlığının %5'inden daha derin bir malzeme kaybına neden olmuşsa, hatalı aran kaynakla doldurulup tamir edilebilir. Çıkıntılar kaynağın iyi nüfuz edebilmesi için uygun şekilde giderileceklerdir. Ortaya çıkan boşluklar daha sonra pürüzsüz şekilde taşlanacak ve hataların tamamen ortadan kaldırılmış olduğu tahribatsız muayenelerle doğrulanacaktır.

2.4.6.6 Kaynak tamirleri büyük veya küçük olarak sınıflandırılarlar. Kaynakla yapılan tamir edilecek oyuğun derinliğinin malzemenin çapının/ kalınlığının %25'inden veya 25 mm'den daha derin olması halinde, (küçük olan kullanılacaktır) büyük tamir olarak sınıflandırılır. Diğer bütün kaynak tamirleri küçük tamirlerdir.

2.4.6.7 Büyük kaynak tamirleri başlamadan önce onaylanmış olmaları gerekir. Büyük kaynak tamirleri onay öncesinde kaynağın kapsamının ve pozisyonlarının gösterildiği skeçler veya fotoğraflar ile desteklenmelidirler. Büyük kaynak tamirleri öncesinde bütün kaynak yapılacak yüzeyler tane inceltici ısıl işleme tabi tutulacaktır. Kaynak sonrası ısıl işlem veya dökümün original ısıl işleminin tekrarı yapılacaktır.

2.4.6.8 Büyük ve küçük kaynak tamirleri skeçlerle veya fotoğraflarla kapsamının ve tamir pozisyonlarının görüleceği şekilde kayıt altına alınacaklardır.

2.4.6.9 Bütün kaynak tamirleri onaylanmış prosedürlerle onaylı kaynakçılar tarafından yapılacaktır. Kaynakçılar ISO 9606, ASME IX, ASTM A488 veya muadillerine göre vasıflandırılacaktır. Prosedürler ISO 15614, ASM IX, ASTM A488 veya eşdeğerlerine uygun ve ilaveten aşağıdaki gereksinimlere sahip olacaklardır: Çentiği kaynak dolgu metali, kaynak hattı ve ısıdan etkilenmiş bölge + 2 mm ve kaynak hattından +5 mm ‘de olacak şekilde Charpy V çentik darbe testi. Test sonuçları ana malzemenin özelliklerine uygun olmalıdır.

2.4.7 Markalama

Madde 2.3.7’ye bakınız.

2.5 Lokma malzemeleri

Lokmalar; zincir malzemesine karşılık gelen veya onaylı spesifikasyonlara uygun çelikten yapılacaktır. Genelde; lokmalar, kaynatılacaksa, karbon oranı %0,25’i aşmamalıdır.

3. Dizayn ve zincir üretimi

3.1 Dizayn

3.1.1 Zincir üreticisi tarafından üretilen veya temin edilen zincir ve aksesuarlarının dizayn ayrıntılarına ait resimler onay için verilecektir. Tipik dizaynlar, ISO 1704’de verilmiştir. Lokmasız zincirler için şekil ve oranlar bununla ilgili UR isteklerine uygun olacaktır. Diğer lokmasız oranlar özellikle onaylanmalıdır. Yeni veya standart olmayan zincir, kilit veya fiting tasarımları için bir yorulma analizi ve olası performansı, yorulma veya korozyon yorulması testi istenebileceği bilinmelidir.

3.1.2 Ayrıca, lokmanın ayrıntılı dizaynını gösteren resimler bilgi için verilecektir. Lokma, kendisini konumda tutmak için yeterince kalın olan zincir baklasına bir baskı uygulayacaktır, ancak baskının şekil ve boyutundan kaynaklanan kombine etki, zincir baklası üzerinde zararlı çentik tesiri veya gerilme yığılmasına yol açmayacaktır.

3.1.3 Kenter kilitlerin işlenmesi sonucunda, iç köşe yarıçapı, nominal çapın minimum %3’ü olacaktır.

3.2 Zincir üretim prosesi

3.2.1 Genel

3.2.1.1 Açık deniz bağlama zincirleri, ark alın kaynaklı olarak sürekli boyda üretilecek ve sürekli fırında ısıl işleme tabi tutulacaktır. Demet halinde ısıl işleme, aşınma zinciri gibi kısa zincirler halindeki özel durumlar haricinde izin verilmez. Madde 6’ya bakınız.

3.2.1.2 Hatalı baklalar yerine bağlantı kilitlerinin kullanımı, adet ve izin verilen tip bakımından son müşterinin yazılı onayına tabidir. Adi bağlantı baklasının kullanımı, her 100 m. zincirde 3 bakla olarak sınırlandırılmıştır.

3.2.2 Zincir üretim prosesi kayıtları

Çubuk ısıtma, ark kaynağı ve ısıl işlem kayıtları, sörveyörün incelemesine hazır bulundurulacaktır.

3.2.3 Çubuk ısıtma

3.2.3.1 Bağlama için kullanılacak çelikler elektrik dirençle, endüksiyonla ya da fırın içinde ısıtılacaklardır.

3.2.3.2 Elektrik dirençli ya da endüksiyonlu ısıtmada, ısıtma fazı, optik bir sıcaklık sensoru ile kontrol edilecektir. Kontrol ünitesi en çok 8 saatte bir kontrol edilecek ve kayıtlar tutulacaktır.

3.2.3.3 Fırında ısıtmada, sıcaklık, çubukların yakınında yer alan termokupllar kullanılarak kontrol edilecek ve sürekli olarak kaydedilecektir. Kontrol ünitesi en çok 8 saatte bir kontrol edilecek ve kayıtlar tutulacaktır.

3.2.4 Zincirlerin ark kaynağı

3.2.4.1 Her baklanın kaynağı sırasında, aşağıdaki kaynak parametreleri kontrol edilecektir:

- Merdane hareketi,
- Zamanın fonksiyonu olarak akım,
- Hidrolik basınç.

3.2.4.2 Kontrol üniteleri en çok 4 saatte bir kontrol edilecek ve kayıtlar tutulacaktır.

3.2.5 Zincirlerin ısıl işlemi

3.2.5.1 Zincirler, belirlenen sınırlar içindeki sıcaklık ve zaman kombinasyonunda, üst transformasyon sıcaklığı üzerinde östenize edilecektir.

3.2.5.2 Uygulanabilen hallerde, zincirler, belirlenen sınırlar içindeki sıcaklık ve zaman kombinasyonunda temperlenecektir.Temperlemeyi takiben soğutma, temper gevremesinin önlenmesi sağlanacak şekilde olacaktır.

3.2.5.3 Sıcaklık ve zaman veya sıcaklık ve zincir hızı kontrol edilecek ve devamlı olarak kaydedilecektir.

3.2.5.4 Taneler son üründe belirleneceklerdir. for UR 3, UR 3S, UR 4, UR 4S ve UR 5 için östenitik tane büyüklüğü, ASTM E112'ye ASTM E 112'ye göre 6 veya daha ince veya ISO 643'e uygun olarak eşdeğer tane boyutunda olacaktır. Ölçüler, dairesel kesitler için yüzeyden, yarıçağın 1/3'ünden ve ana malzemenin merkezinden, HAZ ve kaynaktan alınacaklardır.

3.2.6 Mekanik özellikler

Tamamlanmış zincir ve aksesuarların mekanik özellikleri, Tablo 10.16'ya göre olacaktır. Test numunesinin yeri ile ilgili olarak Şekil 10.7 ve 10.8'e bakınız.

3.2.7 Deney ve kopma test yükleri

Zincirler ve aksesuarlar, Tablo 10.18'de verilen deney ve kopma test yüklerine dayanım göstermelidir.

3.2.8 Hatalardan arınmışlık

Tüm zincirler, üretim yöntemi ile uyumlu işçiliğe sahip ve hatalardan arınmış olacaktır. Her bakla, onaylı prosedürler kullanılarak, 4.5'e göre muayene edilecektir.

3.2.9 Boyutlar ve boyutsal toleranslar

3.2.9.1 Baklaların ve aksesuarların şekli ve boyutları ISO 1704'e veya özel olarak onaylanmış dizaynlara uygun olmalıdır.

3.2.9.2 Baklalar için aşağıda belirtilen toleranslar uygulanır:

3.2.9.1.1 Tepede ölçülen nominal çaptaki negatif tolerans:

40 mm. nominal çapa kadar	: - 1 mm.
40 ÷ 84 mm. nominal çap	: - 2 mm.
84 ÷ 122 mm. nominal çap	: - 3 mm.
122 ÷ 152 mm. nominal çap	: - 4 mm.
152 ÷ 184 mm. nominal çap	: - 6 mm.
184 ÷ 222 mm. nominal çap	: - 7,5 mm.

Not 1:
*Tepedeki kesit alanının negatif toleransı olmamalıdır. 20 mm ve daha büyük çaplar için pozitif tolerans, nominal çapın %5'ine kadar olabilir. 20 mm'den daha küçük çaplar için pozitif tolerans onay esnasında **TL** ile ortaklaşa kararlaştırılacaktır.*

Not 2:
Tepedeki kesit alanı negatif ve pozitif toleransların ortalaması kullanılarak hesaplanacaktır. Ölçüler birbirine göre en az 90° açı yapan en az 2 yerden alınacaktır.

3.2.9.1.2 Tepe dışında yerlerde ölçülen çaplar:

Çapta negatif tolerans olamaz. Pozitif tolerans, **TL** ile anlaşmaya varılacak olan, üreticinin spefikasyonuna uygun olmak zorunda olan alın kaynağı hariç, nominal çapın %5'ine kadar olabilir. 20 mm'den küçük çaplarda pozitif tolerans için, onay sırasında **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

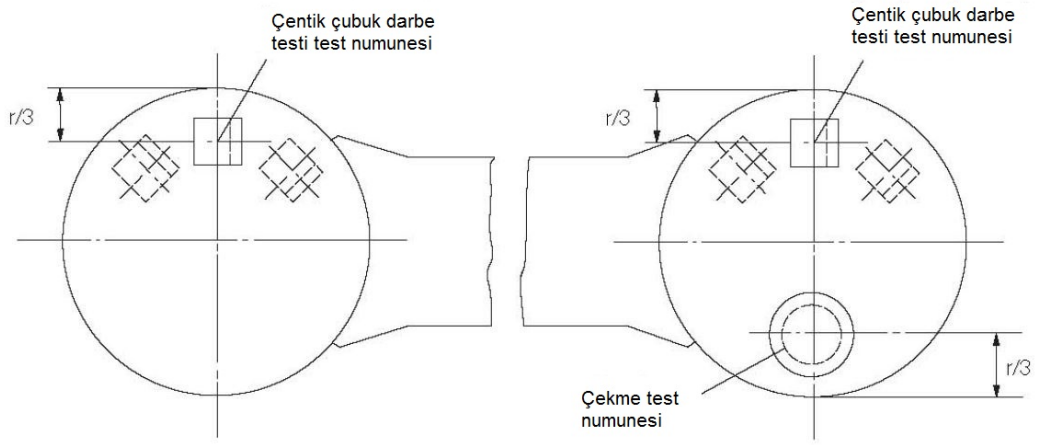
3.2.9.1.3 5 bakladaki uzunlukla ilgili izin verilen üretim toleransı %2,5'tur. Ancak negatif tolerans olamaz.

3.2.9.1.4 Tüm parçaların birbiriyle uyumlu olması koşuluyla, tüm diğer boyutlar %±2,5'luk üretim toleransına tabidir.

3.2.9.1.5 Lokmalı ve lokmasız adi baklaların toleransları Şekil 10.10'a göre ölçülecektir.

3.2.9.1.6 Lokmalar, baklanın kenarlarına dik olarak ve baklayı merkezleyecek şekilde yerleştirilmelidir.

Lokmanın rahatça yerleşimi ve uçlarının baklanın içiyle yüzbeyüz olması koşuluyla aşağıdaki Şekil 10.10'da verilen toleranslar kabul edilir.



Şekil 10.9 Zincir baklası test parçasının alınması

Tablo 10.9 Zincir baklasından alınacak numunelerin yerleri

Test yükü [kN]	**UR 3 kalite Lokmalı bakla**	**UR 3S kalite Lokmalı bakla**	**UR 4 kalite Lokmalı bakla**	**UR 4S kalite Lokmalı bakla**	**UR 5 kalite Lokmalı bakla**
Deney	0,0148 d^2 (44-0,08 d)	0,0180 d^2 (44-0,08 d)	0,0216 d^2 (44-0,08 d)	0,0240 d^2 (44-0,08 d)	0,0251 d^2 (44-0,08 d)
Kopma	0,0223 d^2 (44-0,08 d)	0,0249 d^2 (44-0,08 d)	0,0274 d^2 (44-0,08 d)	0,0304 d^2 (44-0,08 d)	0,0320 d^2 (44-0,08 d)
Test yükü [kN]	**UR 3 kalite Lokmasız bakla**	**UR 3S kalite Lokmasız bakla**	**UR 4 kalite Lokmasız bakla**	**UR 4S kalite Lokmasız bakla**	**UR 5 kalite Lokmasız bakla**
Deney	0,0148 d^2 (44-0,08 d)	0,0174 d^2 (44-0,08 d)	0,0192 d^2 (44-0,08 d)	0,0213 d^2 (44-0,08 d)	0,0223 d^2 (44-0,08 d)
Kopma	0,0223 d^2 (44-0,08 d)	0,0249 d^2 (44-0,08 d)	0,0274 d^2 (44-0,08 d)	0,0304 d^2 (44-0,08 d)	0,0320 d^2 (44-0,08 d)
Zincir ağırlığı [kg/m]	Lokmalı bakla = 0,0219 d^2				
Zincir ağırlığı [kg/m]	Lokmasız bakla Her dizayna ait ağırlık hesapları verilecektir.				
Hatve boyu	5 bakladaki ölçüm				
Minimum	22 d				
Maksimum	22,55 d				

3.2.10 Lokmalı zincirler – lokmaların kaynağı

3.2.10.1 UR 3 ve UR 3S kaliteleri için kaynaklı lokmalar kabul edilebilir. Özel olarak onaylanmadıkça, UR 4, UR 4S VE UR 5 kalite zincirlerde kaynaklı lokmalara izin verilmez.

3.2.10.2 Lokmaların baklalara kaynatıldığı hallerde, bu işlem zincirin ısıl işleminden önce tamamlanacaktır.

3.2.10.3 Lokmanın uçları baklanın iç kısmına iyi bir şekilde uymalı ve kaynak, alın ark kaynağının ters tarafındaki uçla sınırlı kalmalıdır. Aksi onaylanmadıkça lokma ucunun tüm çevresi kaynatılacaktır.

3.2.10.4 Aksi onaylanmadıkça, lokmaların her iki ucunun kaynağına izin verilmez.

3.2.10.5 Kaynaklar, onaylı prosedürler ve düşük hidrojenli onaylı sarf malzemeleri kullanılarak, vasıflı kaynakçılar tarafından yapılacaktır.

3.2.10.6 İç köşe kaynağının ölçüleri minimum API – 2F spesifikasyonuna göre olacaktır.

3.2.10.7 Kaynaklar iyi kalitede ve çatlak, erime eksikliği, yoğun gözenekleşme ve 1 mm.yi geçen yanma oyukları gibi hatalardan arınmış olacaktır.

3.2.10.8 Tüm lokma kaynakları gözle muayene edilecektir. Her zincir boyunda, tüm lokma kaynaklarının en az %10'u, dayanım yük testinden sonra sıvı girinim veya manyetik parçacık yöntemi ile muayene edilecektir. Eğer çatlaklar veya erime eksikliği bulunursa, o boydaki tüm lokma kaynakları muayene edilecektir

3.2.11 Adi bağlantı baklası (geçmeli bakla)

3.2.11.1 Tüm boyun yeniden ısıl işleme tabi tutulmasına gerek olmaksızın test baklaları veya hatalı baklaların, tekil baklalarla değişimi işlemi, onaylı prosedüre göre yapılacaktır. Her zincir kalitesi için ayrı onaylar gereklidir ve onayın gerekli görüldüğü maksimum zincir ölçüsünde testler yapılacaktır.

3.2.11.2 Adi bağlantı baklasının üretimi ve ısıl işlemi bitişik baklaların özelliklerine etki etmeyecektir. Bu baklalar nedeniyle ulaşılan sıcaklık, hiçbir yerde 250 ºC'ı geçemez.

3.2.11.3 Her bakla, Tablo 10.18 ve 4.5'te ayrıntıları verilen şekilde deney yüküne ve tahribatsız muayeneye tabi tutulacaktır. İkinci bakla, adi bağlantı baklasına özdeş yapılacak, bakla 4.4 ve 4.5'e göre test ve muayene edilecektir.

3.2.11.4 Her adi bağlantı baklasına; lokmalı zincirlerde lokmaya, lokmasız zincirlerde ise ark alın kaynağının aksi tarafındaki düz kısma markalama yapılacaktır. Markalamada 4.7'de belirtilenler ve ayrıca baklanın ayırt edici numarası işaretlenecektir. Birleştirne baklaları da aynı şekilde işaretlenecektir.

4. Tamamlanmış zincirin testi ve muayenesi

4.1 Genel

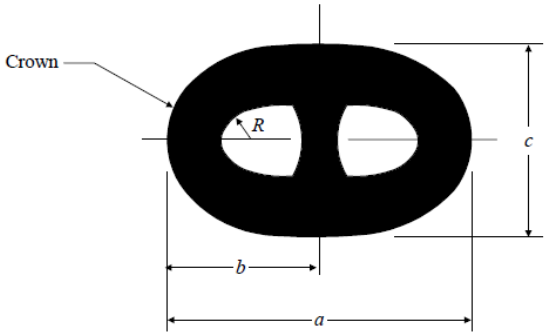
4.1.1 Bu madde, adi lokmalı ve lokmasız bakla, uç baklası, genişletilmiş uç baklası ve adi bağlantı baklası (geçmeli bakla) olarak üretilen tamamlanmış zincirlere uygulanır (yalnızca bunlarla sınırlı olmamak üzere).

4.1.2 Tüm zincirler, son ısıl işlemden sonra, **TL** sörveyörü gözetiminde, deney yük testi, kopma yük testi ve mekanik testlere tabi tutulacaktır. Üreticinin deney yüklerinin kaydıyla ilgili prosedürü varsa ve sörveyör bu kayıt sistemini yeterli buluyorsa, tüm deney yük testlerine nezaret etmeyebilir. Sörveyör, test makinalarının kalibre edilmiş olduğundan ve uygun koşulda bulunduğundan emin olmalıdır. Test ve muayeneden önce zincirde hadde pulu, boya ve diğer kaplamalar bulunmayacaktır ve tahribatsız muayenelerin uygulanmaları için hazırlanmış bir yüzeye sahip olacaktır. Bu amaçla zincir kum ve saçma raspasına tabi tutulacaktır.

4.2 Deney ve kopma yük testleri

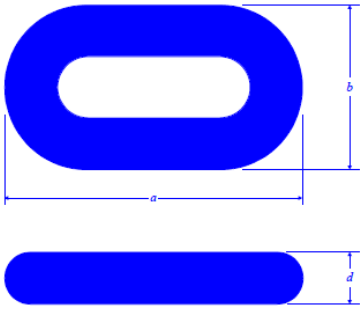
4.2.1 Zincirin tüm boyu, Tablo 10.18'de belirtilen deney yüküne çatlak olmaksızın dayanabilmeli ve ark kaynağında çatlama oluşmamalıdır. Zincirin gerilmesinde uygulanan yük, akma yükünü %10'dan daha fazla aşmamalıdır. Lokmaların yerleşimi için plastik zorlama kullanılırsa, uygulanan yük, onay testinde tanımlanandan daha fazla olmayacaktır.

a) Lokmalı bakla – Bakla iç yarıçapı ve dış yarıçapı üniform olmalıdır.



Gösterim (1)	Tanım	Baklanın nominal boyutları	Eksi tolerans	Artı tolerans
a	Bakla boyu	6 d	0,15 d	0,15 d
b	Bakla yarı boyu	a*/2	0,1 d	0,1 d
c	Bakla genişliği	3,6 d	0,09 d	0,09 d
e	Lokma açısal kaçıklık	0 derece	4 derece	4 derece
R	İç yarıçap	0,65 d	0	-
(1) *Boyut gösterimleri yukarıdaki şekilde verilmiştir.* *d= zincirin nominal çapı, a* = gerçek bakla boyu*				

b) **Lokmasız bakla –** Bakla iç yarıçapı (R) ve dış yarıçapı üniform olmalıdır.



Gösterim (1)	Tanım	Baklanın nominal boyutları	Eksi tolerans	Artı tolerans
a	Bakla boyu	6 d	0,15 d	0,15 d
b	Bakla genişliği	3.35 d	0,09 d	0,09 d
R	İç yarıçap	0,60 d	0	-
(1) *Boyut gösterimleri yukarıdaki şekilde verilmiştir.* *d= zincirin nominal çapı* *Diğer boyut oranları özel onaya tabidir.*				

Şekil 10.10 Lokmalı ve lokmasız adi bakla, boyutlar ve toleranslar

4.2.2 En az 3 bakladan oluşan kopma yük test numunesi, ya zincirden alınacak ya da zincirle aynı zamanda ve aynı tarzda üretilecektir. Her dökümün temsil edilmesi koşuluyla, test sıklığı, Tablo 10.19'daki örnekleme aralığı esas alınarak belirlenir. Her örnek, belirlenen kopma yüküne çatlama olmaksızın daya-nabilmeli ve ark kaynağında çatlama oluşmamalıdır. Test numunesinin belirlenen değerde yüklenmesi ve bu yüke 30 dakika dayanım göstermesi halinde, uygun kabul edilecektir.

4.2.3 Çapı 100 mm'den büyük zincirlerde, bir baklalık test numunesinin kullanıldığı hallerde, yukarıda belirtilen kopma testine alternative kopma testi önerileri dikkate alınacaktır. Alternatifler **TL** tarafından onaylanacak, her eriyik temsil edilecek, testlerin sıklığı Tablo 10.19'a uygun olacak ve alternative testin 3 baklalık yük testine eşdeğer yükü temsil ettiği kanıtlanacaktır.

4.2.4 Eğer test makinasının yükleme kapasitesi yeterli değilse, test yöntemi ve kalibrasyonu prosedürü **TL** tarafından onaylanan, yeterli kapasiteye sahip başka bir yükleme makinası (yani parallel bağlanmış iki makina) kullanılacaktır

Tablo 10.19 Kopma ve mekanik testlerin sıklığı

Nominal zincir çapı (mm)	Maksimum örnekleme aralığı (m)
Min-48	91
49-60	110
61-73	131
74-85	152
86-98	175
99-111	198
112-124	222
125-137	250
138-149	274
150-162	297
163-175	322
176-186	346
187-198	370
199-210	395
211-222	420

4.3 Boyutlar ve boyutsal toleranslar

4.3.1 Akma yük testinden sonra, 3.2.9'a göre baklaların en az %5'inde ölçümler yapılacaktır.

4.3.2 Tüm zincir boyu, her seferinde 5 baklada olmak üzere uzunluk yönünden kontrol edilecektir. 5 baklalık kontrolde ilk 5 bakla ölçülecektir. 5 baklalık ikinci takıma, önceki 5 baklalık takımın en az iki baklası dahil edilecektir. Bu prosedür tüm zincir boyu için bu şekilde sürdürülecektir. Bu ölçüm, tercihen zincir minimum akma yükünün %5-10'u ile yüklü iken yapılacaktır. 5 bakla ölçümünün toleransları Tablo 10.18'de belirtilmektedir. 5 baklada herhangi bir sapma durumunda **TL** ile anlaşılacaktır. Son bloktaki baklalar bu ölçüm dışında kalabilir.

4.3.3 Zincir boyutları kayıt altına alınacak ve bilgiler dosyada tutulacaklardır.

4.4 Mekanik testler

4.4.1 Üretimi tamamlanmış, ısıl işleme tabi tutulmuş zincirden alınan örnek baklalar, mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kısımlara ayrılacaktır. Bir test ünitesinde bir çekme ve dokuz darbe parçası bulunacaktır. Çekme parçası, ark kaynağının ters tarafından alınacaktır. Üç darbe test numunesi, çentik merkezi ortada olmak üzere ark kaynağı tarafından alınacaktır. Üç darbe test numunesi kaynaksız taraftan ve üç darbe test numunesi ise eğimli bölgeden alınacaktır.

4.4.2 Her dökümün temsil edilmesi koşuluyla, test sıklığı, Tablo 10.19'daki örnekleme aralığı esas alınarak belirlenir. Mekanik özellikler Tablo 10.16'da belirtildiği şekilde olacaktır.

4.4.3 Eğimli bölgedeki darbe testinin sayısı, gerekli katılığın kalıcı olarak elde edildiğinin istatistiksel yollarla doğrulanması koşuluyla, **TL**'nin kararına bağlı olarak azaltılabilir.

4.4.4 Sertik testleri bitmiş zincirde yapılacaklardır. Sıklık ve yerler **TL** ile birlikte belirlenecektir. Alınan kayıtlar sadece bilgi amaçlı olup zincir üretimi esnasında ısıl işlem uygulamasının dengeli olduğuna dair ek bir kontrol olarak ele alınacaktır.

4.5 Yükleme testinden sonraki tahribatsız muayeneler

4.5.1 Deney yük testinden sonra, her baklanın tüm yüzeyleri görsel olarak muayene edilecektir. Çapaklar, düzgünsüzlükler ve keskin kenarlar taşlanacaktır. Baklalarda, hadde kusurları, yüzey çatlakları, çentikler ve yaralar (özellikle ark kaynağı sırasındaki kıskaç ile tutulan bölgeler civarında olmak üzere) bulunmayacaktır. Lokmalar güvenilir şekilde bağlanacaktır. Yüzeyleri en uygun şekilde inceleyebilmek için zincirin düşey bir durumda asılması önerilir, ancak bağlantı bölgeleri zincirin yatay olarak serilmesiyle erişilebilir olacaktır.

4.5.2 Testler tanınmış bir standard ve prosedüre göre yapılacak ve kabul/ red kriterleri ile birlikte gözden geçirmesi için **TL**'na sunulacaktır. Üreticiler tahribatsız muayene yöntemlerini yazılı olarak hazırlayacaklardır. Tahribatsız muayene yapacak personel ISO 9712, ACCP ya da eşdeğerine göre vasıflandırılmış ve sertifika almış olacaktır. İşverenin ya da ona bağlı temsilcinin personel vasıflandırması, işverenin yazılı uygulamalarının SNT-TC-1A'ya uygunluğu görülmüş ve ASTN Kademe III, ISO 9712 Kademe III veya ACCP Profesyonel Kademe II yeterli bulunmuşsa ve tahribatsız muayene yöntemlerinden uygulanabilenlerden en az Kademe II olarak sertifikalandırılmışsa kabul edilebilir.

4.5.3 Kıskaç ile tutulan alanlar dahil, ark kaynağı bölgelerinin muayenesinde, manyetik parçacık yöntemleri kullanılacaktır. Prosedürler **TL**'na onaya sunulacaklardır. Onaylı olan prosedürler ve donanım kullanılacaktır. Her bakla muayene edilecektir. Ayrıca, baklaların %10'unun erişilebilir yüzeyleri de test edilecektir. Ark kaynağındaki bakla yüzeyinde çatlaklar, erime noksanları ve yoğun porozite görülmeyecektir. Testler ASTM E709 veya eşdeğeri bir standarda (örneğin ISO 9934) göre sürekli yaş flor ışıyan manyetize tekniği kullanlarak yapılır. Standart muayene prosedürlerinin uygulanamadıkları durumda flor ışıma içermeyen tekniklerin kullanımına da izin verilebilir.

Baklalar aşağıdakilerden arınmış olacaktır:

- Enine yönde ilgili lineer ölçüm 1,6 mm'den fazla ise

- Boyuna yönde ilgili lineer ölçüm 3,2 mm'den fazla ise

- İlgili lineer olmayan ölçümler 4,8 mm'den fazla ise

4.5.4 Ark kaynağı erimesini muayene etmek için ultrasonik yöntemler kullanılacaktır. Prosedürler **TL**'na onaya sunulacaklardır Onaylı olan prosedürler ve donanım kullanılacaktır. Zincir konfigürasyonu için sahada kalibrasyon standartları onaylanacaktır. Her bakla muayene edilecektir.Ark kaynağında, kalibrasyon standardındakine eşit veya daha büyük ultrasonik geri yansımalara neden olan hatalar bulunmayacaktır. Alın kaynağı arkı ultrasonik test (UT) ile ASTM E587'ye veya uygun başka bir standart ile tek bir prob kullanılarak, 45° ila 70° 'lik açıda kesme dalgalarının ölçülmesi şeklinde olacaktır. Merkez bölgenin incelenmesinde tek prob tekniği sınırlı etkiye sahiptir ve yüzeysel çıkıntılar gibi ark kaynağı düzensizlikleri zayıf yansımaya sebep olabilirler. Bu gibi durumlarda gerek görülürse düzensizliklerin tespiti için tandem tekniği, TOFD ya da fazlı dizilim kullanılabilir.

4.5.5 Lokma kaynakları, varsa, görsel olarak inceleneceklerdir. Dolguların baklaya geçişlerindeki yanma çentiği 1,0 mm'den daha büyük derinliğe sahip olmayacaktır. İlaveten, lokma kaynaklarının zincir boyunca en az %10'u STM E1417 veya ASTM E1444 veya eşdeğeri bir standarda uygun olarak manyetik parçacık testine tabi tutulacaktır. Çatlaklar, nüfuziyet eksiklikleri veye büyük porozitelere izin verilemez. Kusur tespit edilmesi durumunda test zincir boyunca bütün lokma kaynakları test edileceklerdir

4.6 Tekrar testleri, red ve onarım kriterleri

4.6.1 Eğer 5 bakladaki boy kısa ise, uygulanan yükün onaylanandan daha büyük olmaması ve sadece rastgele zincir boylarının gerilmesine gerek olması koşuluyla zincir; belirlenen deney test yükü üzerine kadar yüklenerek gerilebilir. Eğer boy, belirtilen toleransı aşarsa, fazla olan zincir baklaları kesilecek ve 4.6.2 uygulanacaktır.

4.6.2 Eğer tekil baklalar hatalı bulunursa veya bunlar ilgili diğer istekleri sağlamazlarsa, hatalı baklalar kesilebilir ve bunların yerine adi bağlantı baklası konulabilir. Adi bağlantı baklalarının bağımsız ısıl işlemleri ve muayene prosedürleri **TL** sörveyörünün onayına tabidir. Diğer onarım yöntemleri, **TL**'nun ve müşterinin yazılı onayına tabidir. Zincirlerde kaynakla onarıma izin verilmez.

4.6.3 Eğer görsel veya manyetik parçacık muayenesi ile ark kaynağındaki bir çatlak, oyukluk veya hata bulunursa, derinliği bakla çapının %5'inden fazla olmamak üzere ve düzgün geçiş sağlanacak şekilde taşlanacaktır. Son ölçüler, anlaşmaya varılan standarda uygun olacaktır.

4.6.4 Ultrasonik muayene sırasında, kabul edilen kalibrasyon standartlarına göre ark kaynağında iç hata belirtileri varsa, 4.6.2 uygulanır.

4.6.5 Eğer bakla çapı, boyu, genişliği ve lokmanın uygunluğu gerekli ölçülere uygun değilse, bu ölçüler, söz konusu baklanın her iki yanında 20'şer adet olmak üzere 40 baklanın ölçüleri ile karşılanacaktır. Eğer ölçülerden biri, örnek baklaların 2 adedinden fazlasında, gerekli ölçü toleransını sağlayamıyorsa, tüm baklalar muayene edilecek, 4.6.2 uygulanacaktır.

4.6.6 Eğer kopma testi olumsuz sonuçlanırsa, sörveyöre zamanında haber verilmek suretiyle, olumsuzluğun nedeninin belirlenmesi amacıyla, ayrıntılı bir muayene yapılacaktır. Zincirin aynı örnekleme boyunu temsil eden iki ilave kopma test numunesi kopma yük testine tabi tutulacaktır. İlave testlerin olumlu sonuçları ve hata araştırma sonuçları esas alınarak, hangi zincir boylarının kabul edileceğine karar verilecektir. İlave testlerden birinin veya her ikisinin olumsuz sonuçlanması halinde, sunulan zincirin örnek boyu reddedilecek ve 4.6.2 uygulanacaktır.

4.6.7 Eğer deney yükü testi olumsuz sonuçlanırsa, sörveyöre zamanında haber verilmek suretiyle, olumsuzluğun olası nedeninin belirlenmesi amacıyla, ayrıntılı bir muayene yapılacaktır. Eğer iki veya daha fazla sayıda, deney yüküne tabi tutulmuş bakla boyu testi olumsuz sonuçlanırsa, yüklenmiş olan bu bölümdeki boy reddedilecektir. Özellikle diğer boylarda da hataların mevcudiyeti halinde, hataya neden olan faktörler veya koşullar araştırılacaktır.

4.6.8 Yukarıda belirtilen hata araştırmasına ek olarak, hatalı baklanın her iki tarafından bir kopma test numunesi alınacak ve kopma yük testine tabi tutulacaktır. Aynı anda birkaç zincirin üretildiği durumlarda kaynaklı lokmanın önceki ark kaynağı ile sonraki lokmaların ark kaynaklarının zincirin başka bir boyunda veya zincirin diğer ucunda olduğu kabul edilir. Böyle bir durumda **TL**, gerek önceki gerekse sonraki lokmalardan da ilave olarak birer kopma testi talep edebilir. Her iki kopma yük testinin olumlu sonuçlarına ve hata araştırması sonuçlarına göre, hangi zincir boyunun kabul edileceğine karar verilecektir. Testlerden birinin veya her ikisinin olumsuz sonuçlanması halinde, deney yüküyle yüklenmiş boylar reddedilecektir. Hatalı baklaların değişimi 4.6.2'ye göre yapılacaktır. Muayenelerde alın ark kaynağında hatalar tespit edilir ya da daha düşük mukavemete sahip ark kaynağı "glue-weld" bulunursa, fazlı dizilim UT gibi ilave tahribatsız testlerle diğer lokmaların etkilenip etkilenmedikleri incelenir. Kaynak arkı makinasının çubuğun kaynak öncesi uçları ile birlikte tam bir değerlendirmesi yapılır.

4.6.9 Çekme testlerinin yenilenmesi ile ilgili istekler Bölüm 2'ye göre olacaktır. İlave testlerin birinin veya her ikisinin olumsuz sonuçlanması halinde, zincir örnek boyu reddedilecek ve 4.6.2 uygulanacaktır.

4.6.10 Charpy-V çentik darbe testlerinin yenilenmesi ile ilgili istekler Bölüm 2'ye göre olacaktır. İlave testlerin olumsuz sonuçlanması halinde, zincir örnek boyu reddedilecek ve 4.6.2 uygulanacaktır.

4.7 Markalama

4.7.1 Zincirler, aşağıda belirtilen yerlerinden markalanacaktır:

- Her bir ucunda,
- 100 mm.yi geçmeyen aralıklarda,
- Adi bağlantı baklasında
- Kilitlere veya adi bağlantı baklalarına bitişik baklalarda..

4.7.2 Markalanan tüm baklalar sertifikada belirtilecek ve markalama, zincirin ön ve arka uçlarının tanınmasına olanak sağlayacaktır. Yukarıda istenilen işaretlemeye ilave olarak, devamlı boyda kullanılan her tekil şarja ait ilk ve son adi bakla uygun ve görülebilir şekilde işaretlenecektir. İşaretleme zincirin öngörülen ömrü boyunca sabit ve okunaklı kalacak şekilde olacaktır.

4.7.3 Zincir lokmaları aşağıdaki şekilde işaretlenecektir:

- Zincir kalitesi,
- Sertifika no,
- **TL** mühürü,

4.7.4 Sertifika no. yerine bir kısaltma veya eşdeğeri konulabilir. Bu durum, sertifikada belirtilecektir.

4.7.5 Zincir sertifikasında, adi bağlantı baklasının adedi ve yeri hakkında bilgi bulunacaktır. Sertifika no. ve değiştirilen bakla adedi yerine kısaltma veya eşdeğeri konulabilir. Bu durum, sertifikada belirtilecektir.

4.8 Dokümantasyon

4.8.1 Her devamlı zincir boyu için, zincir üreticisi tarafından zincir muayene ve test raporu kitapçığı verilecektir. Bu kitapçıkta; tüm boyutsal kontroller, test ve muayene raporları, NDT raporları, proses kayıtları, uygunsuzluklara ait fotoğraflar ve ayrıntılar, düzeltici işlemler ve onarım işlemleri yer alacaktır.

4.8.2 Her devamlı zincir boyu için ayrı sertifika düzenlenecektir.

4.8.3 İlgili tüm dokümanlarda, eklerde ve raporlarda, orijinal sertifika no.suna atıfta bulunulacaktır.

4.8.4 Tüm üreticiler, tüm dokümanları güvenli ve ulaşılabilir tarzda en az 10 yıl süreyle muhafazadan sorumludurlar.

5. Aksesuarların testleri ve muayeneleri

5.1 Genel

5.1.1 Bu madde, sökülebilir bağlantı baklaları (kilitler), sökülebilir bağlantı levhalar (üçgen levhalar), uç kilitleri, fırdöndüler ve fırdöndülü kilitler ve deniz dibi bağlantıları gibi bağlama onanımı aksesuarlarına uygulanır (yalnızca bunlarla sınırlı olmamak üzere).

5.1.2 Tüm aksesuarlar, son ısıl işlemi takiben, sörveyör gözetiminde deney yük testine, kopma yük testine ve mekanik testlere tabi tutulacaktır. Üreticinin, deney yükleri kayıdı ile ilgili prosedürü bulunması ve sörveyörün kayıt sistemini uygun bulması halinde, sörveyörün tüm deney testlerine nezaret etmesine gerek yoktur. Sörveyör, test makinalarının kalibre edilmiş olduğundan ve uygun koşulda bulunduğundan emin olmalıdır.

Test ve muayeneden önce, zincir aksesuarlarında hadde pulu, boya veya diğer kaplamalar bulunmayacaktır.

5.1.3 Aksesuar üretimi için TL'na bir Üretim Prosedürü Şartnamesi (MPS) sunulur. İçinde aksesuar üretimi, döküm, dövme ve ısıl işlemler (bileşenlerin ısıl işlem fırınındaki yerleşimi ve ara mesafeleri dahil), su verme, mekanik testler, yükleme ve kopma yükleri ile tahribatsız muayenelerin tüm kritik konularına yer verilecektir.

5.2 Deney ve kopma yük testleri

5.2.1 Tüm aksesuarlar, ilgili lokmalı zincir için belirlenen deney yük testine tabi tutulacaktır.

5.2.2 Zincir aksesuarları, öngörülen zincirin kalite ve boyutu için tanımlanan kopma testine tabi tutulacaktır. Hangisi küçükse, en az her demetten bir aksesuar veya her 25 aksesuardan biri test edilecektir. Tekil olarak veya küçük demetler halinde (5'den az) üretilen aksesuarlar için alternatif testler özel olarak değerlendirilecektir. Alternatif testler **TL** tarafından onaylanacaktır.

5.2.2.1 Tekil olarak üretilmiş, tekil olarak ısıl işleme tabil tutulmuş aksesuar veya küçük demetler halinde (5'ten az) üretilmiş aksesuarlar için alternatif testler özel olarak değerlendirilecektir. Alternatif testler **TL** tarafından onaylanacak ve aşağıdaki şartları da sağlayacaklardır.

(a) Alternatif test yazılı bir prosedürde ve üretim prosedürü şartnamesinde (MPS) tarif edilecektir.

(b) Kopma yükü için bir sonlu elemanlar analizi yapılacak ve aksesuarın eminiyet payının zincirin kopma mukavemetinin üzerinde olduğu gösterilecektir.

(c) Nitelik belirleme sırasındaki parametrelere göre üretilen malzeme kalitesi için gerilim yaşlanma testi (TL tarafından onaylanan prosedüre uygun olarak) yapılacaktır.

(d) Şayet bir aksesuarın ebatları demetleri ısıtmayı imkansız hale getirecek kadar büyük veya özel bir dizayna sahipse, ilk onaylamadaki ve üretimdeki yükleme ve koparma testinde uygulanacak yükte streyn geyç uygulaması yapılacaktır. Bu durumda üretimdeki

streyn geyç sonuçları ile onay sırasındaki sonuçların birbirlerine uyumlu olmaları beklenecektir.

5.2.3 Demet; aynı ısıl işlem grubundan ve aynı çelik eriyiğinden alınan aksesuarlar olarak tanımlanır. 2.3 ve 2.4'e bakınız.

5.2.4 Kopma yükü testine tabi tutulmuş olan aksesuarlar hurdaya ayrılacak ve 5.2.5'de verilen istasnalar dışında kullanılmayacaktır.

5.2.5 Boyutları arttırılmış veya yüksek mukavemetli aksesuarların kullanımı halinde, bunlar aşağıdaki koşullar dahilinde ve **TL**'nun kararına bağlı olarak donanımda kullanılabilirler:

5.2.5.1 Aksesuarlar, öngörülen zincirlere uygun kopma yükü ile olumlu sonuç vererek test edilecek, ve

5.2.5.2 Aksesuarların, öngörülen zincirlere ait kopma yükünün en az 1,4 katındaki kopma yüküne göre dizayn edildikleri, prosedür testleri ile kanıtlanacaktır.

5.2.5.3 Gerilim yaşlanma özellikleri, aynı parametrelere göre üretilen malzeme kalitesinde gerçekleştirilecektir.

5.2.5.4 Kopma testi sırasında yüksek gerilim bölgelerindeki gerilimlerin izin verilebilir sınırlar dahilinde olduğunu dair streyn geyçler uygulanacaktır.

5.3 Boyutlar ve boyutsal toleranslar

5.3.1 En az 25 aksesuardan biri (aynı tip, boyut ve nominal mukavemette), deney yükü testinden sonra

boyut kontrolüne tabi tutulacaktır. Üretici, satın alıcının isteklerine uygunluğu gösteren bir rapor düzenleyecektir.

5.3.2 Aksesuarlar için aşağıdaki toleranslar uygulanır:

- Nominal çap : %5, %-0
- Diğer : %±2,5

Bu toleranslar işlenmiş yüzeylere uygulanmaz.

5.4 Mekanik testler

5.4.1 Aksesuarlar, 2.3 ve 2.4'te belirtilen mekanik testlere tabi tutulacaktır. Mekanik testler; temsil ettikleri üretimle birlikte ısıl işleme tabi tutulmuş olan tam boyutlu olarak deney yüküne tabi tutulan aksesuarardan elde edilecektir. Her demetten en az bir numune veya her 25 aksesuardan biri, hangisi daha küçükse, test edilecektir. Sertlik testleri bitmiş ürünler üzerinde yapılacaktır. Test sıklığı ve bölgeleri TL ile mütabakat sağlanarak seçilecektir. Kayıt edilen değerler bilgi amaçlı olup uygulanan ısıl işlemlerin aksesuar üretimi esnasında düzenli olup olmadıklarının tespiti için ek veri olarak kullanılacaklardır.

Madde 5.4.4'de belirtilenler hariç, ayrı kuponların kullanımına izin verilmez.

5.4.2 Dövme kilit gövdeleri ve dövme kenter kilitlerinde, kilitin tepe kısmından üç çentik darbe test ve bir çekme test numunesi alınacaktır.

Küçük çaplı kilitlerde çekme test numunesi, geometrik nedenlerle tepe kısmından alınma olanağının bulunmadığı hallerde, kilitin düz kısmından alınabilir.

Çekme ve darbe değerleri, çentik darbe parçaları dış kısımdan alınmak üzere, Şekil 10.8'de gösterilen yerlerde, Tablo 10.16'daki istekleri sağlayacaktır.

5.4.3 Döküm kilitlerin ve döküm kenter kilitlerinin mekanik test numuneleri, aksesuarların düz kısmından alınabiilir. Çekme ve darbe değerleri, Şekil 10.8'de gösterilen yerlerde, Tablo 10.16'daki istekleri sağlayacaktır.

5.4.4 Karmaşık geometric şekilli diğer aksesuarların mekanik test numunelerinin yerleri için **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

Dairesel olmayan kesitler için yüzeyden 1/4t (kalınlık) mesafe uygun olarak kabul edilmektedir.

Haddelenmiş saclar üretildikleri standartlara göre test edileceklerdir.

5.4.5 Tekil olarak veya küçük demetler halinde (5'den az) üretilen (ısıl işleme tabi tutulan) aksesuarlar

için **TL**'na alternative testler önerilebilir. Alternatif testlere ait her öneri, üretici tarafından yazılı bir prosedürde açıklanacak ve **TL**'na verilecektir ve aşağıdaki ek kurallar uygulanabilir:

5.4.5.1 Ayrı olarak dövülmüş veya dökülmüş test parçaları kullanılıyorsa, bunların kesitleri gerçek dövme ve döküm parçalarla aynı olacak ve dövme test parçaları için, temsil edilen aksesuarlarla benzer düşürme oranında, aynı fırında ısıl işleme tabi yutulacak, aynı tankta aynı sürede su verilecektir. Test için çıkarılmış parçalara ve aksesuarlara termokupl takılır.

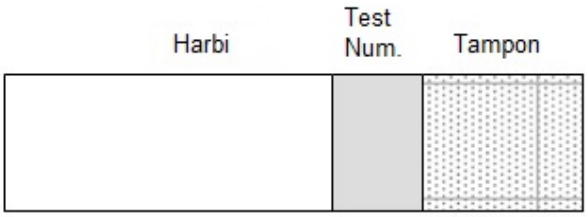
5.4.5.2 Ayrı olarak dövülmüş veya dökülmüş test parçaların kullanımında anlaşmaya varılmışsa, bunların aksesuar özelliklerini temsil ettikleri prosedürler testli ile doğrulanacaktır.

5.4.6 Demet; aynı ısıl işlem grubundan ve aynı çelik eriyiğinden alınan aksesuarlar olarak tanımlanır. 2.3 ve 2.4'e bakınız.

5.4.7 Harbilerin mekanik testleri, Şekil 10.8'de gösterildiği şekilde nihai harbi ile aynı çapta harcanabilir harbinin boy ortasından alınır. Oval harbiler için küçük olan, çap olarak alınır. Mekanik testler, son harbinin test uzaması ve ısıl işlem tampon içeren (burada orta boy test değerleri ile denklik kurulmuştur) aynı çaptaki uzatılmış harbiden alınabilir.

Isıl işlem döngüsü tamamlandıktan sonra çıkartılan tamponun boyu en az bir harbi çapı boyutunda olmalıdır. Sonra test kuponu harbiden çıkartılabilir.

Şekil 10.11'e göre tampon ve test numunesi harbinin aynı ucundan alınmalıdır.



Şekil 10.11 Tampon ve test numunesinin yeri

5.5 Yükleme testinden sonra tahribatsız muayeneler

5.5.1 Tüm zincir aksesuarları yakından görsel muayeneye tabi tutulacaktır. İşlenmiş yüzeylere ve yüksek gerilmeli bölgelere özel olarak dikkat edilecektir. Muayeneye başlamadan önce zincir aksesuarları uygulanacak tahribatsız muayene için uygun yüzeye sahip olacaktır İşlenmemiş tüm yüzeyler, ayrıntılı muayene açısından kum veya saçma raspasına tabi tutulacaktır. İç yüzeylerinin muayenede edilebilmesi için, mümkünse akısesuarlar demonte edilecektir. Tüm aksesuarlar, manyetik parçacık veya sıvı girinim yöntemi ile kontrol edilecektir.Aksesuarların UT leri TL tarafından talep edilebilir. UT için dizaynda belirlenen kabul/ red kriterleri karşılanacaklardır.

5.5.2 Testler, aşağıda belirtilenler ya da eşdeğeri tanınmış bir standard göre yapılacaktır. Kabul/red kriterleri ile birlikte prosedürler incelenmek üzere **TL**'na verilecektir. Üreticiler tahribatsız muayene yöntemlerini yazılı olarak hazırlayacaklardır. Tahribatsız muayene yapacak personel ISO 9712, ACCP ya da eşdeğerine göre vasıflandırılmış ve sertifika almış olacaktır. İşverenin ya da ona bağlı temsilcinin personel vasıflandırması, işverenin yazılı uygulamalarının SNT-TC-1A'ya uygunluğu görülmüş ve ASTN Kademe III, ISO 9712 Kademe III veya ACCP Profesyonel Kademe II yeterli bulunmuşsa ve tahribatsız muayene yöntemlerinden uygulanabilenlerden en az Kademe II olarak sertifikalandırılmışsa kabul edilebilir.

Dövme malzemeler için manyetik parçacık testi (MT):

- EN 10228-1, ASTM A275, sürekli sıvı manyetik tekniğinin kullanıldığı veya ISO 4986, TL- G 69 gibi muadil standartlar

Dövme malzemeler için ultrasonik (UT) testler:
- EN 10228-3, ASTM A388, ISO 13588

Dökümler için manyetik parçacık test (MT):

- ASTM E709, sürekli manyetize tekniğini kullanan

Dökümler için ultrasonik test (UT):
- ASTM A609, ISO 13588

Bütün yüzeyler manyetik parçacık testine (MT) tabi tutulacaktır. Testler temelde fluorasan tekniği kullanarak yapılacaklardır. Yüzeyler en az aşağıdakilerden arınmış olacaktır:

- Enine yönde ilgili lineer ölçüm 1,6 mm'den fazla ise
- Boyuna yönde ilgili lineer ölçüm 3,2 mm'den fazla ise
- İlgili lineer olmayan ölçümler 4,8 mm'den fazla ise

TL, gerektiğinde döküm ve dövme aksesuarların %100'ünde ultrasonik test talep edebilir. Dizayn için belirlenen kabul/red kriterleri sağlanacaklardır.

5.5.3 Üretici, tahribatsız testlerin olumlu sonuçlandığına dair bir rapor verecektir. Bu raporda, kullanılan tekniklere ve operatörün vasıflarına kısa atıflar yer alacaktır.

5.5.4 Bitmiş aksesuarların kaynakla onarımına izin verilmez.

5.6 Test sonuçları

Herhangibir testin olumsuz sonuçlanması durumunda, olumsuz durumun nedeninin belirlenmiş olması ve olumsuz sonuca yol açan durumun, geri kalan aksesuarları temsil etmediğinin sörveyöre kanıtlanması hariç olmak üzere, tüm demet reddedilecektir.

5.7 Markalama

5.7.1 Her aksesuar aşağıdaki şekilde markalanacaktır:

- Zincir kalitesi

5.7.2 Sertifika no. yerine bir kısaltma veya eşdeğeri konulabilir. Bu durum, sertifikada belirtilecektir.

5.8 Dokümantasyon

5.8.1 Her sipariş için; üretici tarafından muayene ve test raporu kitapçığı verilecektir. Bu kitapçıkta; tüm boyutsal kontroller, test ve muayene raporları, NDT raporları, proses kayıtları ve bileşenlerin fırına yerleştirilmiş hallerinin örnek fotoğrafları, uygunsuzluk kayıtları, düzeltici işlemler ve onarım işlemleri yer alacaktır.

5.8.2 Her tip aksesuar için ayrı sertifika düzenlenecektir.

5.8.3 İlgili tüm dokümanlarda, eklerde ve raporlarda, orijinal sertifika no.suna atıfta bulunulacaktır.

5.8.4 Üretici, tüm dokümanları güvenli ve ulaşılabilir tarzda en az 10 yıl süreyle muhafazadan sorumludur.

6. Tek noktadan bağlama donanımı için aşınma zincirleri

6.1 Kapsam

Buradaki istekler, petrol tankerlerini tek noktadan bağlamada veya benzeri uygulamalarda kullanılan halatlara bağlanan 76 mm çapındaki kısa boydaki (yaklaşık 8 m) zincirlere uygulanır.

6.2 Üretimin onayı

Aşınma zincirleri **TL** tarafından onaylı iş yerlerinde üretilecektir.

6.3 Malzemeler

Aşınma zincirlerinin üretiminde kullanılan malzemeler, 2'deki istekleri karşılayacaktır.

6.4 Dizayn, üretim, testler ve sertifikalandırma

6.4.1 Aşınma zincirleri; demet halinde ısıl işleme izin verilmesi hariç, madde 3, 4 ve 5'e dizayn edilecek, üretilecek, test edilecek ve sertifikalandırılacaktır.

6.4.2 Uç bağlantılarının düzenlenmesi onaylı tipte olacaktır.

6.4.3 Adi bakla, UR 3 veya UR 4. kalite lokmalı bakla tipinde olacaktır.

6.4.4 Aşınma zinciri, 4884 kN'luk (UR 3 kalite) ve 6001 kN'luk (UR 4 kalite) kopma testi yüküne dayanabilecektir. TL ile anlaşmaya varılarak, benzer çaptaki bağlama zincirinin önceki 6 aylık dönemde yapılmış tatmin edici test belgeleri, kopma testi yerine kullanılabilir.

6.4.5 Zincir boyları madde 4.2'ye göre deney yükü testine tabi tutulacaktır. UR3 kalite için test yükü 3242 kN ve UR kalite için 4731 kN'dur.

Not 1:

TL *ile anlaşılması halinde, geçmiş 6 aylık süre içerisinde benzer çaptaki bağlama zincirine başarı ile uygulanmış bir testin yapıldığının dokümantasyon yolu ile kanıtlanması durumunda yeni bir kopma testi yapılmayabilir.*

Not 2:

Buradaki şartlar, Tablo 10.18'deki zincir kalitesi ve çapları için belirtilen yükleme yükü ve kopma yükü gereksinimlerine uygun olarak, 84 mm ve 96 mm gibi diğer çaplı aşınma zincirleri için de geçerlidir.

D. Tel Halatlar

1. Kapsam

Bu kurallar, palamar olarak (bağlama halatı, yedekleme halatı) ve yük kaldırma ve diğer kaldırma teçhizatının sabit ve hareketli halat donanımlarında kullanılan tel halatlara uygulanır.

2. Tel Halat Üreticilerinin Sağlaması Gereken İstekler

2.1 Üretim ve kalite kontrol hususlarında, tel halat üreticileri, Bölüm 1, B'de belirtilen istekleri sağlayacak ve **TL**'nca onaylanacaktır.

2.2 Onay başvurusu, en az aşağıdaki ayrıntıları içeren açıklamalarla birlikte yazılı olarak **TL**'na verilecektir:

- İlgili halatların tipi, bileşimi ve mukavemeti;
- Üretim olanakları;
- Test teçhizatı, test makinalarının son kalibrasyon raporlarının kopyaları eklenecektir.

Üretim yerinde yapılacak kontrollerde üretici tel halatlarının uygun şekilde üretim ve testi için gerekli teçhizatın varlığını gösterecektir. **TL** örnek halatlarda ilk uygunluk testi yapılmasını isteme hakkını saklı tutar.

2.3 Eğer halat üreticisi, tel halatların bağımsız testleri için **TL**'nca onaylanmayı isterse, bu husus için de başvuracaktır. Eğer 2.1 ve 2.2'de onay için belirtilen hususlar sağlanmışsa, **TL** üreticiye özel bir belirleyici numara verir.

3. Üretim

3.1 Tel halatlar, tanınmış ulusal veya uluslararası standartlara ve mümkünse Tablo 10.20'ye uygun olmalıdır. Öngörülen kullanma amacına uygun olmaları şartıyla, farklı konstrüksiyona sahip halatlarla, anma kopma mukavemeti 1960 N/mm^2'nin üzerinde olan veya östenitik paslanmaz çelik tel içeren halatların kullanımı onaylanabilir.

3.2 Östenitik paslanmaz çelik tellerden yapılmış tel halatlar hariç olmak üzere, tel halatlar normal olarak tek tek galvanizlenmiş tellerden üretilmelidir.

Galvanizlenmemiş halatların kullanımı için **TL**'nun özel izni gereklidir.

4. Tel Halatlar ile İlgili İstekler

4.1 Anma kopma mukavemeti

Tel halatlar Tablo 10.20'de belirtilen 1570 ve 1770 N/mm^2 anma kopma mukavemetine sahip olacaktır. Bu değerlerin Tablo 10.21'de verilen toleranslar kadar aşılmasına izin edilir.

4.2 Esneklik

Her bir tel, çatlamaya başlamaksızın belirli sayıda ters eğime veya bükülmeye dayanma kabiliyeti ile ölçülen, yeterli esnekliğe sahip olacaktır. DIN EN 10264 veya **TL**'nca tanınmış eşdeğer bir standartta belirtilen değerler sağlanmışsa bu isteklerin karşılandığı kabul edilir.

Tablo 10.20 TL tarafından onaylı normal tip tel halatlar

Kullanım amacı	Halat yapısı			Bükümün konstrüksiyonu	Anma kopma mukavemeti [N/mm²]	Galvanizleme yöntemi
	Büküm sayısı	Bükümdeki tel sayısı	Halat özü tipi			
Sabit halat donanımı	6 6	7 19 **(1)**	1 lif veya çelik öz	Standart	1570 ve 1770	Tam galvanizleme
Palamarlar (Bağlama ve yedekleme halatları)	6 6	19 37	1 lif öz	Standart Seale veya Warrington.	1570	Tam galvanizleme
	6	24	(7 lif öz)			
	6 6	19 36	1 çelik öz	Warrington-Seale		
Hareketli halat donanımı	6	36	1 lif veya çelik öz	Warrington-Seale	1570	Normal galvanizleme
	6	37		Standart	ve	
	6	24	7 lif öz	Standart	1770	
(1) *Bu halat yük altında hareket etmeyen basit germe halatı olarak da kullanılabilir.*						

Tablo 10.21 Nominal kopma mukavemeti için artı toleranslar

Nominal tel çapı D [mm]	Toleranslar [N/mm²]
0,20 ve < 0,50	+ 390
0,50 ve < 1,00	+ 350
1,00 ve < 1,50	+ 320
1,50 ve < 2,00	+ 290
2,00 ve ≤ 6,00	+ 260

4.3 Çap toleransı

Halat tellerinin çap toleransı, tanınmış standartlarda (örneğin; DIN EN 10264) belirtilen sınırlar arasında bulunacaktır.

4.4 Galvanizleme yöntemi

Palamar halatları ile hareketsiz donanım halatları tam galvanizlenmiş tellerden üretilecektir. Diğer tüm halatlar için normal galvanizlenmiş teller kullanılabilir. Çinko kaplama Tablo 10.22'de gösterilen verilere uygun olacaktır.

5. Tel Halatların Testi

Aşağıda belirtilen testler yapılacaktır:

5.1 Çinko kaplama testi

5.1.1 Çinko kaplamanın istenilen ağırlığı, tanınmış yöntemlere göre (örneğin; EN 10244-2) kaplamanın kimyasal yollarla sökülerek, kaplamasız telin ağırlık kaybının ölçülmesi suretiyle, üretici tarafından belirlenecek ve belgelenecektir. Bu amaçla halatdan çeşitli çapta teller alınacaktır.

TL, tereddüt halinde bu testi tekrarlatma hakkını saklı tutar.

5.1.2 Çinko kaplamanın yapışması, sarma testi ile belirlenecektir; örneğin; ISO 7802'ye göre. Bu amaçla, teller Tablo 10.23'de belirtilen çaptaki mandrel üzerine, birbirine bitişik en az 10 sarım olacak şekilde sarılacaktır.

Sarma işleminden sonra, çinko telle sıkı bir şekilde yapışmaya devam etmelidir. Her boyuttan en az 5 tel test edilecektir.

Tablo 10.22 Galvaniz kaplama

Nominal tel çapı d [mm]	Tipine göre galvaniz kaplamanın birim alanına düşen minimum kütle g/m²	
	Normal galvanizleme	Tam Galvanizleme
0.2 ve < 0.25	15	-
0.25 ve < 0.4	20	-
0.4 ve < 0.5	30	75
0.5 ve < 0.6	40	90
0.6 ve < 0.7	50	110
0.7 ve < 0.8	60	120
0.8 ve < 1.0	70	130
1.0 ve < 1.2	80	150
1.2 ve < 1.5	90	165
1.5 ve < 1.9	100	180
1.9 ve < 2.5	110	205
2.5 ve < 3.2	125	230
3.2 ve < 3.7	135	250
3.7 ve < 4.0	135	260
4.0 ve < 4.5	150	270
4.5 ve < 5.5	165	280
5.5 ve ≤ 6.0	180	280

5.2 Esneklik testi

Üreticinin tercihine bağlı olarak halat tellerinin esnekliği tanınmış standartlarda (örneğin; ISO 7801 veya ISO 7800 gibi) belirtilen ters eğme testi veya bükülme testi ile belirlenecektir. Halattan alınacak bir bükümü oluşturan tüm tellere bu test uygulanacaktır. Tellerin en az %95'i ilgili standartta belirtilen eğme veya bükülme testine kopma olmaksızın dayanması halinde, test olumlu kabul edilecektir.

5.3 Çekme testi

5.3.1 Her bir 10000 m. ye kadar olan üretimi tamamlanmış halat boyundan bir test parçası alınacak ve kopuncaya kadar çekme testi uygulanacaktır. Test boyu, halat çapının 30 katına eşit olacak ve 600 mm. den az olmayacaktır. İlgili standartta, test edilen halat için belirtilen minimum kopma yükü elde edilmelidir. Tamamlanmış boyun 10000 m.den fazla olması durumunda, ikinci bir test parçasıi alınacak ve test edilecektir.

Tablo 10.23 Sarım testi

Galvanizleme yöntemi	Tel çapının katı olarak test mandreli çapı	
	<1,5 mm	≥ 1,5 mm
Tam galvanizleme	4	6
Normal galvanizleme	2	3

5.3.2 Test makinasının çekme yükü kapasitesi, halatın bütününün test edilmesine yeterli değilse, halatın kopma kuvveti, tekil tellerde yapılacak test sonuçlarından belirlenecektir. Bu amaçla, her bir 5000 m. veya daha az boyda tamamlanmış halat boyundan bir büküm alınacak ve bükümü oluşturan tellere teker teker; örneğin; EN 12385'e göre çekme testi uygulanacaktır. Tel test numunelerinin, testten önceki ölçüm boyları 100 veya 200 mm. olmalıdır. Çekme mukavemeti, anma tel çapına göre hesaplanacaktır.

Eğer, halat tellerinin en az %95'i Madde 4'de belirtilen istekleri karşılarsa ve hesaplanan kopma kuvveti, ilgili standartlarda belirtilen değerleri sağlarsa, testler olumlu kabul edilecektir. Bu amaçla, tekil test değerleri halattaki toplam tel adedine uygulanacak ve Tablo 10.24'de belirtilen gerçekleştirme faktörü ile çarpılacaktır.

Tablo 10.24 Gerçekleştirme faktörleri

Halat yapısı	Lif özlü halatlar	Çelik özlü halatlar
6x7	0,9000	0,8379
6x19	0,8600	0,8007
6x24	0,8700	-
6x36	0,8400	0,7821
6x37	0,8250	0,7681

5.4 Boyutsal kontrol

Her halatın çapı, birbirine yaklaşık olarak dik olan iki doğrultuda, en az 1 m. aralıklı olan iki noktada ölçülecektir. En küçük ve en büyük sonuçlar arasındaki

fark %4'den fazla olamaz.

Dört ölçümün ortalama değeri gerçek halat çapı olarak kabul edilecektir. Bu değer müsaade edilen tolerans sınırları arasında olmalıdır. Tekil tellerin adet ve çapları da ayrıca kontrol edilecektir.

6. Özelliklerin doğrulanması

6.1 Bağımsız testlerin yapılması konusunda **TL**'nca onaylanmış olan kuruluşlar, tel halatları kendi sorumlulukları içinde test edebilirler. Test sonuçları **TL**'nca belirlenen formda belgelenecektir.

6.2 Madde 6.1'de belirtilenlerin dışında, 3.1'deki özel konstrüksiyona sahip tel halatlarda veya ilgili kuruluşun bağımsız test yapmasına onay verilmediği veya müşterinin özellikle istekte bulunduğu durumlarda, testler, sörveyörün gözetiminde yapılacaktır.

7. Markalama

7.1 Tellerin anma mukavemetini belirlemek amacıyla, tel halatlar, aşağıda belirtilen renklerdeki iplerle işaretlenmelidir:

- 1570 N/mm^2 anma mukavemeti : beyaz
- 1770 N/mm^2 anma mukavemeti : yeşil
- 1960 N/mm^2 anma mukavemeti : sarı

3.1'de belirtilen özel halat konstrüksiyonu için, belirleyici iplerin renkleri özel şekilde tasarlanacaktır.

7.2 Ayrıca üreticinin adını ve bağımsız testler hususunda **TL**'nca onaylanan kuruluşlar için, **TL**'nca verilen belirleyici numarayı taşıyan şeritler de halatlara konulmalıdır.

Eğer üretici kuruluşu belirleyici şeritler, 7.1'de belirtilen renkte ise, belirleyici renkli iplerin kullanılmasına gerek görülmeyebilir.

Sörveyörün gözetiminde test edilmiş bulunan halatlar, **TL** damgasını taşıyan mühürle de markalanacaktır.

E. Lif Halatlar

1. Kapsam

Bu kurallar, yedekleme ve çekme amacıyla veya yük kaldırma ve diğer kaldırma teçhizatında kullanılan, doğal ve sentetik liflerden yapılan lif halatlara uygulanır.

2. Lif halat üreticilerinin sağlaması gereken istekler

2.1 Üretim ve kalite kontrol konularında, lif halat üreticileri, Bölüm 1, B'de belirtilen istekleri sağlayacak ve **TL**'nca onaylanacaktır.

2.2 Onay başvurusu, en az aşağıdaki ayrıntıları içeren açıklamalarla birlikte yazılı olarak **TL**'na yapılacaktır:

- İlgili halatların tipi, bileşimi ve malzemesi;
- Üretim olanakları;
- Test teçhizatı, test makinalarının son kalibrasyon raporlarının kopyaları eklenecektir.

Üretim yerinde yapılacak kontrollerde, üretici lif halatların uygun şekilde üretimi ve testi için gerekli teçhizatın varlığını gösterecektir. **TL** örnek halatlarda ilk uygunluk testi yapılmasını isteme hakkını saklı tutar.

2.3 Eğer halat üreticisi, halatların maksimum yükleme kapasitesinin bağımsız testleri için, **TL**'nca onaylanmayı isterse (5'e bakınız), bu husus için de başvuracaktır.

3. Üretim

3.1 Halatların tipi, malzemesi ve yapısı, **TL**'nca tanınan ulusal ve uluslararası standartlara uygun olacaktır. Öngörülen kullanım amacına uygun olmaları şartıyla, değişik tipte halatların kullanımı onaylanabilir.

3.2 Lif halatlar, doğal liflerden (manila, sisal, kendir) veya sentetik liflerden (poliamid, polyester ve polipropilen) yapılacaktır. Halatların üretiminde sadece yeni liflerin kullanımına izin verilir. Eğer başka bir

malzeme kullanımı istenirse, bu malzemenin uygunluğu **TL**'na özel surette kanıtlanacaktır.

3.3 Halatlar, normal şartlarda, sadece bir tek malzemeden yapılacaktır. **TL**'unca onaylanan; örneğin aşınmaya karşı direnci artırmak amacıyla dış katları polyester liflerle takviye edilen halat konstrüksiyonları bu kuralın dışındadır.

Polipropilen (tek lifli) için belirtilen gerçekleştirme faktörü, bu dış katlara da uygulanır.

4. İstenilen özellikler

Lif halatların özellikleri, **TL**'nca tanınan standartlarda belirtilen istekleri sağlayacaktır. Bu hususa örnek olarak: " EN ISO 9554 ve orada belirtilen tamamlayıcı DIN ve ISO standartları" verilebilir.

5. Halatların kopma yükü testi

5.1 Test yöntemi

Halatların kopma yükünün belirlenmesi, madde 3'e göre halatın tüm test kısmına, kopuncaya kadar çekme testi uygulanması suretiyle gerçekleştirilecektir. Eğer teknik nedenlerle böyle bir testin yapılması olanaksızsa, halatın kopma kuvvetinin, 4'e göre tekil liflerin testinde belirlenen çekme kuvveti değerlerinden hesaplanabilir.

5.2 Örnek alma

Örnek alma amacıyla, aynı konstrüksiyona sahip, aynı anma çaplı, kesintisiz bir üretim periyodunda üretilmiş ve aynı kontrol prosedürüne tabi halatlar, test boylarına göre birleştirilecektir. Numune büyüklüğü ve seçimi TL tarafından kabul edilen standarda uygun olacaktır.

Not: ISO 2307 uyarınca, bir parti için numune sayısı 0,4 √N'dir; burada N, kesintisiz boyların veya bobinlerin sayısı olarak ifade edilen parti boyutudur.

5.3 Test numunelerinin çekme testi

5.3.1 Bu testin yapılması için, test kısımları standartlarda istenildiği şekilde test makinasına bağlanacak ve belirtilen test hızında kopma oluncaya kadar yüklenecektir.

5.3.2 Çekme testi ile belirlenen halatın kopma kuvveti ilgili standartta belirtilen verilere uygun olmalıdır.

Eğer halatın test kısmı, makinaya bağlandığı yerden veya ek yerinden koparsa, test sonucunun istenilen kopma kuvvetinin en az %90'ına eşit olması halinde, test isteklerinin sağlanmış olduğu kabul edilecektir.

Not:
Test kısmının makinaya bağlandığı yerden veya ek yerinden kopmasındaki gerçek değere %10 eklenerek halatın kopma kuvvetinin belirlenmesine izin verilmez.

5.4 Halatın kopma kuvvetinin hesaplanması

5.4.1 Kopma kuvvetinin hesap yoluyla belirlenmesi amacıyla, bir dizi lif tanınmış bir standarda uygun olarak test edilecektir.

Test numuneleri alınırken testten önce liflerin bükümünün değişmemesine dikkat edilecektir.

5.4.2 Halat liflerinin çekme testi tekil olarak yapılacaktır.

5.4.3 Halatın kopma kuvveti daha sonra tanınmış bir standarda (EN ISO 2307'ye bakınız) tekil liflerde yapılan test sonuçlarından hesaplanacaktır:

Bu yolla belirlenen halatın kopma kuvveti, en az ilgili standartta verilen değerleri sağlamalıdır.

5.5 Sertifikada, halatın kopma yükünü test etmek için hangi yöntemin kullanıldığı ve makinaya bağlandığı yerden kopup kopmadığı belirtilecektir.

5.6 Müşteri tarafından talep edilmişse ve bağımsız performans testi yapmak üzere onayı olmayan kuruluşlar olması durumunda kopma yükü, sonucu sertifikalandıracak sörveyör eşliğinde test edilmelidir.

6. Özelliklerin doğrulanması

6.1 Lif ve halat üreticileri, ürünlerinin özelliklerini sürekli olarak izleyecek ve ürünlerinin standartlarda belirtilen isteklere erişmesini sağlayacaktır. Üreticiler, kalite kontrol kayıtlarını muhafaza edecek ve istek halinde **TL**'na sunacaktır.

6.2 Eğer üretici, halatın mukavemetini, liflerin mukavemetine dayanarak hesaplamayı amaçlarsa, yılda en az bir kere **TL** sörveyörünün gözetiminde, halatları belirten indirim faktörü ile üretebildiğini kanıtlayacaktır. Bu, 5.3'de belirtilen test kısmı ile yapılacak çekme testi ile gerçekleştirilmelidir.

6.3 Bağımsız test yapılması hususunda **TL**'nca onaylanmış olan halat üreticileri, 5'de belirtilen yöntemleri kullanarak halatın kopma kuvvetini kendileri test edebilirler.

7. Markalama

7.1 Halat üzerine, halatın standart işaretini ve üreticinin adını belirleyen, ilgili standarda göre (örneğin EN ISO 9884) şeritler konulacaktır.

Bağımsız olarak test yapılması hususunda onaylanmış kuruluşlar için, **TL** tarafından üreticiye verilen belirleyici numara da bu şerite konulacaktır. Ayrıca, halatlara , standartlara göre Tablo 10.25 de gösterildiği gibi lif malzemesini ifade eden renkli belirleyici ipler takılmalıdır.

7.2 Tanım şeridinde 7.1'de istenilen renk varsa renkli iplik kullanılmasından vazgeçilebilir.

Tablo 10. 25 Lif halatlar için belirleyici ipler

Malzeme	Renk
Manila	Siyah
Sisal	Kırmızı
Kendir	Yeşil
Poliamid	Yeşil
Polyester	Mavi
Polipropilen	Kahverengi

BÖLÜM 11

PERVANE MALZEMESİ

Sayfa

A. Alaşımlı Bakır Döküm Pervaneler 11-2

1. Kapsam
2. Dökümhane onayı
3. Kalıplama ve döküm
4. Dökümlerin kalitesi
5. Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar
6. Kimyasal bileşim ve metalürjik özellikler
7. Mekanik Özellikler ve Testler
8. Kanat çalıklığının (skew) tanımı, tehlike oluşturacak bölgeler
9. Tahribatsız muayeneler
10. Girici sıvı muayenesi için kabul kriterleri
11. Hataların Onarımı
12. Kaynakla onarım prosedürü
13. Doğrultma İşlemi
14. Belirleme ve markalama
15. Üretici tarafından düzenlenen sertifikalar

B. Paslanmaz Çelik Döküm Pervaneler 11-12

1. Kapsam
2. Dökümhane Onayı
3. Dökümlerin kalitesi
4. Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar
5. Kimyasal bileşim
6. Isıl işlem
7. Mekanik özellikler
8. Kanat çalıklığının (skew) tanımı, tehlike oluşturacak bölgeler
9. Tahribatsız muayeneler
10. Girici sıvı muayenesi ve manyetik parçacık muayenesi için kabul kriterleri
11. Hataların onarımı
12. Kaynakla onarım prosedürü
13. Belirleme ve markalama
14. Dokümanlar ve Sertifikalandırma

EK A 11-18

1. Genel
2. Test parçası ve numunenin kaynağı
3. Muayene ve testler
4. Test kayıtları
5. Onay kapsamı

EK B 11-21

1. Genel
2. Test parçası ve numunenin kaynağı
3. Muayene ve testler
4. Test kayıtları
5. Onay kapsamı

A. Alaşımlı Bakır Döküm Pervaneler

1. Kapsam

Bu kurallar, alaşımlı bakır dökümden yapılan pervanelerin, pervane kanatlarının ve göbeğinin üretimi, testi ve onarımına uygulanır.

Alternatif alaşımların kullanımının önerildiği durumlarda, kimyasal bileşim, mekanik özellikler ve ısıl işlemle ilgili ayrıntılar onay için sunulacaktır.

TL ile anlaşmaya varılmak suretiyle, bu kurallar çalışma sırasında hasara uğrayan pervanelerin onarımında ve testinde de kullanılabilir.

2. Dökümhane onayı

2.1 Onay

Tüm pervane ve pervane kısımları, **TL** ya da IACS üyesi bir klas kuruluşu tarafından onaylanmış dökümhanelerde üretilecektir. Dökümler bu kurallara uygun olarak üretilecek ve test edilecektir.

2.2 Onay başvurusu

Üretim sırasında etkili kalite, süreç ve üretim kontrollerinin üretim şartnamesine uygun olmasını sağlamak üreticinin sorumluluğundadır. Üretim şartnamesi, ilk onay sırasında **TL**'na sunulacak ve asgari olarak aşağıdaki bilgileri içerecektir: dökümhane tesislerinin tanımı, bakır alaşımlı malzeme özellikleri, yolluk ve besleyici düzenlemeleri, üretim prosedürleri, tahribatsız muayene ve onarım prosedürleri.

2.3 Onay testlerinin kapsamı

Onay testlerinin kapsamı için **TL** ile anlaşmaya varılacaktır. Testler, kimyasal bileşimin, mekanik özelliklerin bu kurallara uygunluğunu kanıtlamak üzere onay konusu döküm tiplerinde hazırlanmış döküm örneklerinden çıkarılan test kuponları ile yapılmalıdır.

2.4 Muayene olanakları

Kalıp malzemesinin testi, metalik malzemelerin kimyasal analizi, mekanik testleri ve mikroyapı incelemeleri için kalifiye personelin bulunduğu uygun bir laboratuar hazır olmalıdır. Ayrıca tahribatsız muayenelerin yapılması olanakları sağlanacaktır.

Test işlemlerinin başka kuruluşlara veya laboratuarlara verildiği durumlarda, **TL** tarafından istenilen ek bilgiler de verilecektir.

3. Kalıplama ve döküm

3.1 Döküm

Döküm, gazdan arındırılmış sıvı metal kullanılarak kuru kalıplarda yapılmalıdır. Türbülanstan kaçınmak için döküm işlemi kontrollü yapılacaktır. Özel donanım ve/veya yöntemlerle kalıplara cüruf girmemesi sağlanmalıdır.

3.2 Gerilme giderici ısıl işlem

Kalan gerilmeyi azaltmak için gerilme giderici ısıl işlem gerekebilir. Bu durumda üretici ısıl işlemin tüm ayrıntılarını içeren bir belgeyi onay için **TL**'na göndermelidir. Tavlama sıcaklığı ve tutma zamanı için Tablo 11.4 ve 11.5'e bakınız.

4. Dökümlerin kalitesi

4.1 Hatalardan arınmışlık

Tüm döküm parçalar, üretim yöntemine uygun olarak kusursuz ve kullanımını olumsuz etkileyebilecek hatalardan arınmış olmalıdır. Küçük kum ve cüruf izleri, önemsiz döküm kumu kabuğu ve soğukta birleşmeler gibi mekanik işlemeden sonra da görülebilen önemsiz döküm hataları, madde 11'e göre üretici tarafından giderilecektir.

4.2 Hataların onarımı

Döküm parçanın görev yapma kabiliyetini bozacak büyük metalik olmayan katkılar, çekme boşlukları, hava boşlukları ve çatlaklar gibi döküm hatalarına izin verilmez. Bunları söz konusu tehlike oluşturacak bölgelere uygulanabilen sınırlar içinde madde 11'de belirtilen yöntemlerden biri ile onarılacaktır. Sörveyöre, onarımı eksiksiz olarak belirten bir rapor verilecektir.

5. Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar

5.1 Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleransların doğrulanması üreticinin sorumluluğundadır.

İlgili muayenelere ilişkin rapor, sörveyöre verilecektir. Sörveyör, kontrollerin gözetimi altında yapılmasını isteyebilir.

5.2 Tüm pervaneler, onaylı resimlerde verilenlere ve ISO 484 (ya da eşdeğeri) sınıfına göre statik olarak balans edilir. İşletme devir sayıları 500 devir/dak.dan büyük ve uç hızı 60 m/s'yi aşan olan pervanelerde dinamik balans istenir.

Daha fazla ayrıntı için Cilt B, Kısım 4, Bölüm 8 F'ye bakınız.

6. Kimyasal bileşim ve metalürjik özellikler

6.1 Kimyasal bileşim

Pervaneler için genelde kullanılan alaşımlı bakır dökümler, kimyasal bileşimlerine bağlı olarak Tablo 11.1'de görüldüğü gibi CU1, CU2, CU3, CU4 tiplerine ayrılır. Kimyasal bileşimleri Tablo 11.1'de verilen standart alaşımlardan farklı olan alaşımlı bakır dökümler **TL** tarafından onaylanmalıdır.

Üretici, sörveyöre verilecek olan, dökümlerin kimyasal analizlerinin kayıtlarını tutacaktır.

6.2 Metalürjik özellikler

Not :
CU1 ve CU2 alaşımlı bakır döküm tiplerinin mikro yapılarının ana bileşenleri Alfa ve Beta fazında olur.

Korozyon yorulmasına direnç ve dayanıklılık gibi önemli kullanım özellikleri beta faz oranından çok fazla etkilenir (beta fazın yüzde oranının çok büyük olmasının, bu özelliklere zarar verici etkisi vardır). Korozyon yorulmasına karşı direncin ve soğukta deformasyon kabiliyetinin yeterli olmasını sağlamak için beta faz oranı düşük tutulur. Bunu kontrol edebilmek için, çeşitli kimyasal bileşenleri beta faz oluşumundaki etkilerine göre birleştiren çinko eşdeğeri ifadesi kullanılır. CU1 ve CU2 döküm tiplerinin yapısında alfa faz bileşeni en az %25 olmalıdır. Bu husus üretici tarafından bir test çubuğunda kanıtlanmalıdır. Bu amaçla, aşağıdaki formülle tanımlanan çinko eşdeğerleri %45 değerini aşmayacaktır:

Çinko eşdeğeri (%) = $100 - \frac{100 \text{ x } \% \text{Cu}}{100 + \text{A}}$

Burada:

A= % 1 Sn + 5x% Al – 0,5x% Mn-0,1x% Fe -2,3x% Ni

Not :
Mn, Fe ve Ni elementlerinin önündeki (-) işaretleri, bu elementlerin beta fazı oranını düşürücü etkisini ifade eder.

CU 1 ve CU 2 alaşım tiplerinin mikro yapısı, alfa fazının oranı belirlenerek doğrulanacaktır. Bu amaçla her eriyikten en az bir numune alınacaktır. Alfa fazının oranı, 5 sayımın ortalama değeri olarak belirlenecektir.

7. Mekanik Özellikler ve Testler

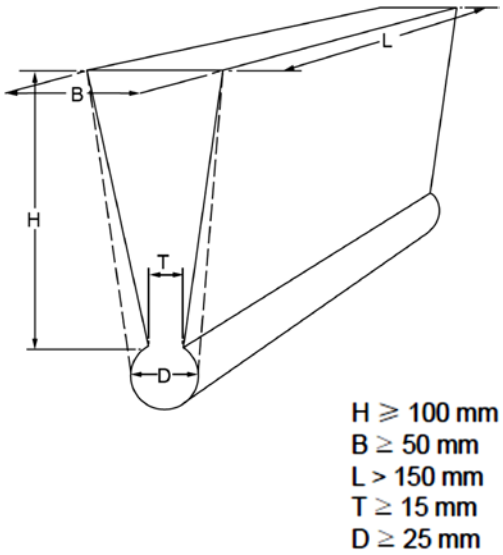
7.1 Standart alaşımlar

Mekanik özellikler, Tablo 11.2'de verilen değerlere uygun olacaktır. Bu değerler Şekil 11.1'de gösterilen, aynı potadan ayrı olarak dökülmüş parçadan alınan test numunelerine veya tanınmış ulusal standartlara göre hazırlanan test numunelerine uygulanır.

Not :
Bu özellikler, her eriyiğin mekanik özellikleri için bir standardı gösterir. Fakat dökümün mekanik özellikleri için zorunlu bir istek değildir. Pervanenin döküm malzemesinin mekanik değerleri bu değerlerden %30 daha düşük olabilir. Test numunesi pervane ile birlikte (üzerinde) dökülecekse, mekanik değerler konusunda TL ile özel anlaşmaya varılmalıdır.

Tablo 11.1 Pervaneler için alaşımlı bakır dökümlerin kimyasal bileşimi

Alaşım tipi	Cu%	Al%	Mn%	Zn%	Fe%	Ni%	Sn%	Pb%
CU1	52-62	0,5-3,0	0,5-4,0	35-40	0,5-2,5	maks.1,0	maks. 1,5	maks.0,5
CU2	50-57	0,5-2,0	1,0-4,0	33-38	0,5-2,5	3,0-8,0	maks. 1,5	maks. 0,5
CU3	77-82	7,0-11,0	0,5-4,0	maks.1,0	2,0-6,0	3,0-6,0	maks.0,1	maks.0,03
CU4	70-80	6,5-9,0	8,0-20,0	maks.6,0	2,0-5,0	1,5-3,0	maks.1,0	maks. 0,05



Şekil 11.1 Test parçası dökümü

7.2 Diğer alaşımlar

Tablo 11.2'daki minimum değerleri karşılamayan diğer alaşımların mekanik özellikleri, **TL** tarafından onaylı spesifikasyonlardaki isteklere uygun olacaktır.

Tablo 11.2 Pervaneler için alaşımlı bakır dökümlerin mekanik özellikleri (ayrı dökülmüş test parçaları)

Alaşım tipi	Akma sınırı $R_{p0,2}$ [N/mm^2] min.	Çekme mukavemeti R_m [N/mm^2] min.	Kopma uzaması A_5 [%] min.
CU1	175	440	20
CU2	175	440	20
CU3	245	590	16
CU4	275	630	18

7.3 Çekme testleri ve numuneler

Çekme testleri ve numuneler Bölüm 2'ye göre olacaktır.

Genelde çekme test numuneleri ayrı dökülmüş döküm test parçasından alınır (7.1'e bakınız). Döküm test parçaları, pervane için kullanılan kalıp malzemesinden yapılmış kalıplarda dökülecek ve pervane ile aynı şartlarda soğutulacaktır.

Her potadan en az bir çekme testi numunesi alınacaktır.

Pervaneye ısıl işlem yapılacaksa, döküm test parçalarına da aynı ısıl işlem uygulanacaktır.

Test numuneleri, pervane ile birlikte dökülmüş örnek çubuklardan alınıyorsa, bu hususta **TL** ile özel anlaşmaya varılacaktır. Mümkünse, örnek çubuklar pervane kanadının 0,5 R ile 0,6 R arasındaki bölgeye yerleştirilecektir. Burada R pervane yarıçapıdır. Test numune malzemesi, termal olmayan prosedürlerle dökümden çıkarılmalıdır.

8. Kanat çalıklığının (skew) tanımı, tehlike oluşturacak bölgeler

8.1 Kanat çalıklığının tanımı

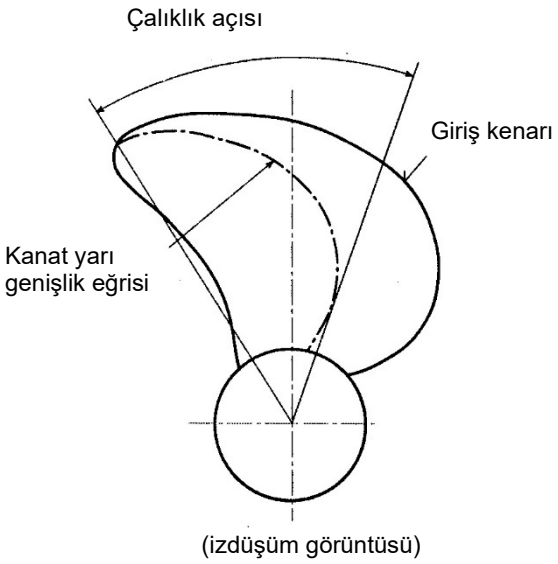
Bir pervanenin kanat çalıklığı aşağıdaki gibi tanımlanır:

Maksimum çalıklık açısı (skew angle) kanadın iz düşürülmüş görüntüsünde kanadın ucunu göbek deliği merkezine birleştiren doğru ile kanat yarı genişlikleri eğrisine göbek merkezinden çizilen teğet arasındaki açıdır (Şekil 11.2'ye bakınız). Büyük kanat çalıklığı olan pervanelerin (high skew propellers) çalıklık açısı 25°'den fazla olur. Küçük kanat çalıklığı olan pervanelerde (low skew propellers) çalıklık açısı 25°'ye kadardır.

8.2 Tehlike oluşturacak bölgeler

Pervane kanatlarındaki hataların etkisine bağlı olarak, muayene kapsamını belirlemek ve onarım sırasında yorulma kırılmaları tehlikesini azaltmak üzere kanat "A", "B" ve "C" ile tanımlanan 3 tehlike bölgesine ayrılır.

"A" bölgesi, Çalışma gerilmelerinin en büyük olduğu bölgedir ve çok büyük kapsamlı muayene gerektirir. Genelde en büyük kanat kalınlığı bu bölgededir ve kaynak sırasında çok büyük genleşme direnci gösterir. Bu nedenle onarım kaynağında ve etrafında en büyük kalıcı gerilmeler oluşur. Büyük kalıcı gerilmeler, daha sonraki çalışmalar sırasında ekseriye yorulma çatlaklarına neden olur. Bunun için gerilme azaltıcı ısıl işlem gereklidir.



Şekil 11.2 Kanat çalıklık açısının tanımı

Normal olarak "A" bölgesinde kaynağa izin verilmez. Bu kuralın dışında, **TL**'nun özel bir nedene dayanarak onay vermesi mümkündür. Burada hatalı veya hasarlı pervanelerin kaynak yapılmadan onarımı için bütün olasılıklar araştırılır. Bu halde kanat enine kesitini azalması söz konusu ise kaynakla onarıma izin verilebili Kaynakla onarım onaylanmışsa bunun ardından gerilm giderme ısıl işlem yapılmalıdır.

"B" bölgesi çalışma gerilmelerinin büyük olabilece bölgedir. Burada mümkün olduğu kadar kaynakl onarımdan kaçınılacaktır. Bununla beraber geneld **TL**'nun onayı alındıktan sonra kaynakla onarı yapılabilir. Bir onay alınabilmesi için her durumda hatal veya hasarlar belirtilmelidir.

"C" bölgesi çalışma gerilmelerinin çok az olduğu v diğerlerine nazaran pervane kanadının ince olduğu bölgedir. Burada kaynakla onarımın oldukça emniyetli olduğu kabul edilebilir. Bu onarıma, onaylı bir yöntemle yapılması halinde izin verilir.

8.2.1 Kanat çalıklığı küçük olan pervaneler (low skew propellers)

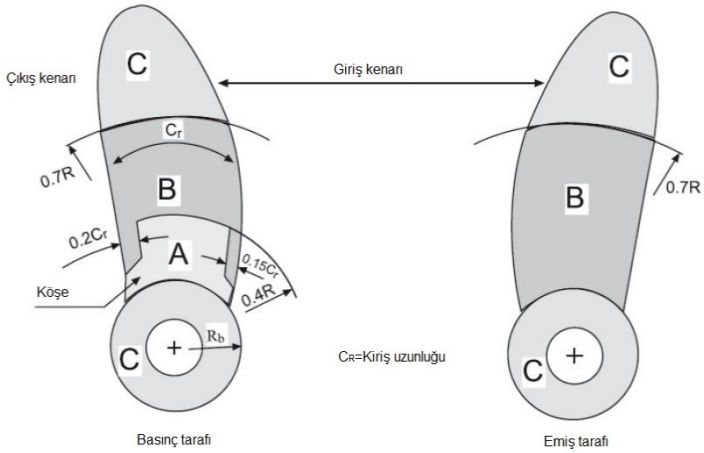
"A" bölgesi, kanadın göbekle birleştiği iç bükey kenarı ile 0,4 R arasında yer alan ve yanlarda giriş kenarından itibaren 0,15 x kiriş uzunluğu C_R ve çıkış kenarından 0,20 x C_R uzaklıktaki çizgilerle sınırlanmış ve kanadın basınç yüzeyinde yer alan alandır (burada C_R verilen R pervane yarıçapında kanadın kiriş uzunluğudur), Şekil 11.3'e bakınız.

Eğer göbek yarıçapı R_b, 0,27 R'den büyükse "A" bölgesi 1,5 x R_b miktarı kadar büyültülür.

"A" bölgesi, tek olarak dökülmüş pervane göbeğinin Şekil 11.5'de görülen gölgeli alanını ve de piçi sabit veya kumanda edilebilir piçli pervanelerin flenç veya kanadın iç bükey kenarının Şekil 11.6'da görülen gölgeli alanını içerir. Ayrıca, bosanın iç konik yüzeyi "A" bölgesi olarak sınıflandırılır.

"B" bölgesi, basınç yüzeyinde 0,7 R'ye kadar kalan bölge ve emiş yüzeyinde iç bükey kenarından 0,7 R'ye kadar olan bölgedir, Şekil 11.3'e bakınız.

"C" bölgesi her iki yüzeyde 0,7 R'nin dışında kalan bölgedir. Bu bölge, piçi sabit veya kumanda edilebilir piçli pervane göbeklerinde "A" bölgesine dahil edilmeyen alanları da içerir.



Şekil 11.3 Küçük kanat çalıklığı olan birlikte dökülmüş pervanelerde tehlike oluşturacak bölgeler

8.2.2 Kanat çalıklıkları büyük olan pervaneler (high skew propellers)

"A" bölgesi, basınç yüzeyinde aşağıdaki sınırlar içinde kalan alandır: İç bükey kenar ve bu kenarın köşesinden başlayarak 0,9 R de giriş kenarı ve de çıkış kenarını birleştiren eğri ile sınırlanır. Buradaki eğri, 0,7 R'de kanat yarı genişliğinden (0,5 C_r) ve 0,4 R'de 0,3 C_r giriş uzunluğundan geçer. Emiş yüzeyinde iç bükey kenarla çıkış kenarını birleştiren noktadan başlayan 0,9 R

uzaklığa kadar olan çıkış kenarından ölçülen 0,15 C_r genişlikteki bir alandır. Ayrıca, iç konik yüzey "A" bölgesi olarak sınıflandırılır.

"B" bölgesi kanat yüzeyinde "A" bölgesine dahil edilmeyen alanlardan oluşur.

"A" ve "B" bölgeleri Şekil 11.4'de gösterilmiştir.

Not:
Pervane kanatlarının geri kalan alanları, tek parça dökülen pervaneler için verilmiş olan tehlike bölgeleri olarak bölmelenmelidir. (Şekil 11.3 ve 11.4'e bakınız).

9. Tahribatsız muayeneler

9.1 NDT'de görev alan personelin vasıflandırılması

Personelin vasıflandırılması için Kısım 3 – Kaynak, Bölüm 10, madde J'ye bakınız.

9.2 Görsel muayene

Tüm bitmiş dökümler üretici tarafından % 100 görsel muayeneye tabi tutulacaktır. Dökümler, yapıları, dereceleri veya boyutları nedeniyle kullanılmalarına engel teşkil edecek çatlaklar, sıcak kopmalar veya diğer kusurlardan arınmış olacaktır. Sörveyör tarafından genel bir görsel muayene yapılacaktır.

9.3 Girici sıvı muayenesi

Girici sıvı muayene prosedürü **TL**'na sunulacak ve ISO 3452-1 veya tanınmış bir standarda uygun olacaktır. Kabul kriterleri 10. maddede belirtilmiştir.

A tehlike bölgesi, sörveyörün gözetiminde girici sıvı muayenesine tabi tutulacaktır.

B ve C bölgelerinde girici sıvı muayenesi üretici tarafından yapılacaktır. Talep halinde sörveyörün gözetiminde yapılabilir.

Taşlama, düzeltme veya kaynakla onarım yapılmışsa, onarılan alanlar, konumlarından ve / veya tehlike bölgelerinden bağımsız olarak, ayrıca girici sıvı muayenesine tabi tutulacaktır.

9.4 Radyografik ve ultrasonik muayene

TL veya üretici tarafından gerekli görüldüğü takdirde, diğer tahribatsız muayeneler (örneğin, radyografik ve / veya ultrasonik testler) yapılacaktır. Kabul kriterleri veya uygulanan kalite seviyeleri, tanınmış bir standarda uygun olarak üretici ve **TL** arasında kararlaştırılacaktır.

Not: Dökme bakır alaşımlarında ultrasonun zayıflatıcı etkisinden dolayı, ultrasonik muayene, dökümün şekline / tipine / kalınlığına ve tane büyüme yönüne bağlı olarak bazı hallerde uygun olmayabilir.

Bu gibi durumlarda, döküme etkiyen ultrason penetrasyonu, parça üzerinde fiili olarak gösterilmelidir. Bu, normal olarak arka duvar yansıması ve / veya dökümdeki hedef özellikleriyle belirlenir.

10. Girici sıvı muayenesi için kabul kriterleri

10.1 Girici sıvı belirtilerinin tanımı

Belirti : Girici sıvı muayenesinde, belirti, malzeme süreksizliğinden belirleyici sıvının akışı, developer uygulanmasından sonra en az 10 dakika açık olarak görülebilmesi halinde geçerlidir.

İlgili belirti : Belirtilerin sınıflandırılması için sadece 1,5 mm'den büyük boyuttaki belirtiler dikkate alınacaktır.

Lineer olmayan belirti : genişliğinin üç katından küçük veya eşit uzunluğa sahip olan belirti (yani, $l \leq 3$ w).

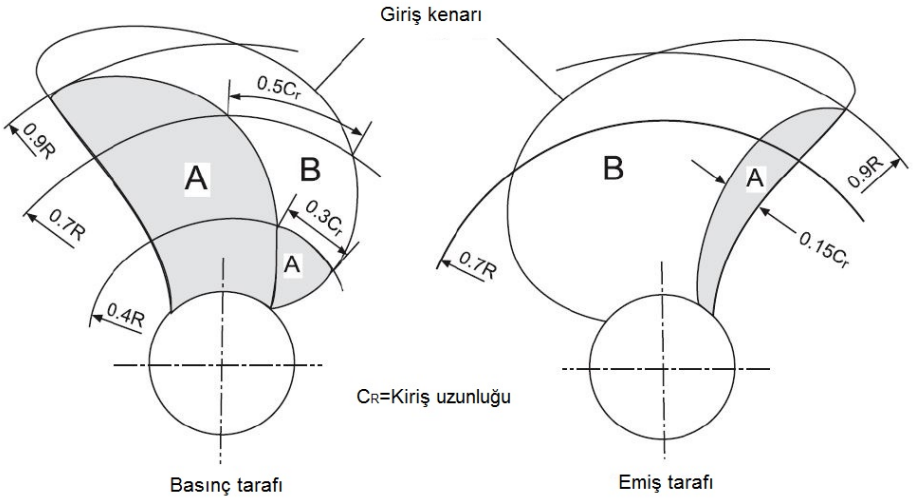
Lineer belirti : genişliğinin üç katından daha büyük uzunluğa sahip olan belirti (yani, $l > 3$ w).

Dizi şeklindeki belirtiler :

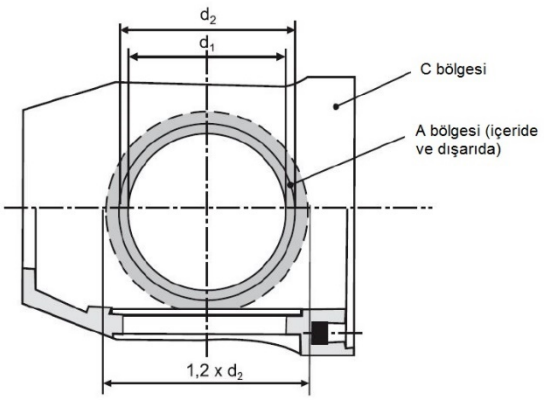
a) Lineer olmayan belirtiler, aralarındaki mesafe 2 mm'den az olduğunda ve en az üç belirti sıralandığında dizi şeklinde bir belirti oluşturur. Bir belirti dizisi, bağımsız bir belirti olarak kabul edilir ve uzunluğu dizinin toplam uzunluğuna eşittir.

b) Lineer belirtiler, iki belirti arasındaki mesafe en uzun belirtinin uzunluğundan daha küçük olduğunda dizi şeklinde bir belirti oluşturur.

Girici sıvı belirtisinin gösterimi Şekil 11.7'de verilmiştir.



Şekil 11.4 Kanat çalıklık açısı 25 º'den büyük kanatlardaki tehlike oluşturacak bölgeler



Şekil 11.5 Kumanda edilebilir piçli pervane göbeğinde tehlike oluşturacak bölgeler

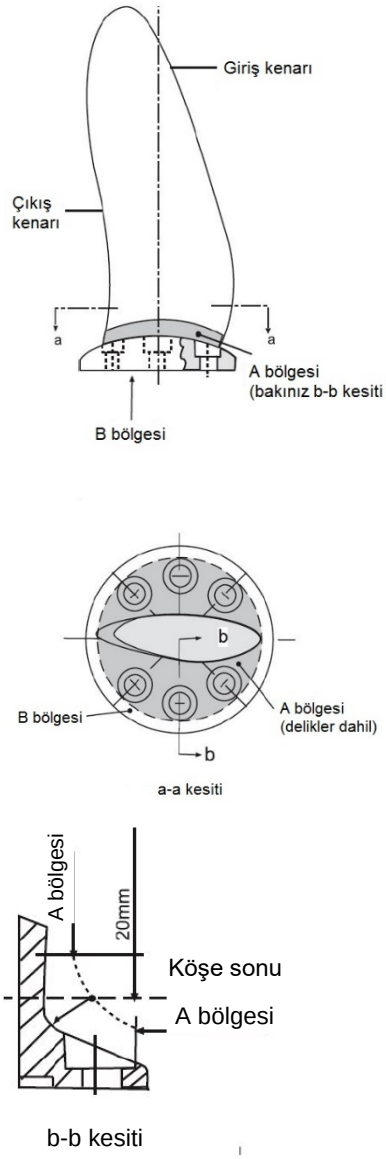
10.2 Kabul standartları

Muayene edilecek yüzey, her biri 100 cm^2 olan referans alanlarına bölünür. Her bir referans alanı büyük ölçüsü 250 mm'yi aşmayan dikdörtgen veya kare olabilir.

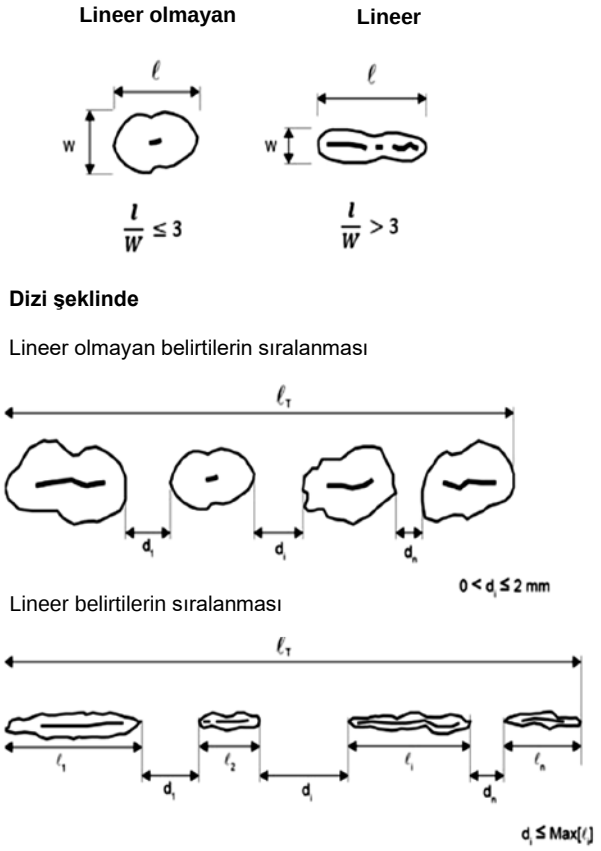
Alan, değerlendirilen belirtiye göre en olumsuz yerde alınacaktır.

Algılanan ilgili belirtiler, boyut ve adetlerine bağlı olarak, Tablo 11.3'de verilen değerleri aşmayacaktır.

Kaynak amacı ile hazırlanmış alanlar, yerine bakılmaksızın her zaman "A" bölgesi gibi değerlendirilir. Aynı husus son mekanik işlemesi yapılmış veya taşlanmış kaynaklı yerlere de uygulanır.



Şekil 11.6 Kumanda edilebilir ve sabit piçli pervanelerde tehlike oluşturacak bölgeler



Şekil 11.7 Belirtilerin şekilleri

11. Hataların Onarımı

11.1 Tanımlar

Pervanenin güvenli olarak çalışmasını etkileyebilecek çatlaklar, çekme boşlukları, kabuklar, kum ve cüruf kalıntıları ve diğer metalik olmayan kalıntılar ile diğer süreksizlikler gibi belirtilerin, Tablo 11.3'de gösterilen kabul standartlarının maksimum değerlerini aşması durumunda, bunlar hata olarak kabul edilecek ve onarılacaktır.

Not:
Referans alanı, alanı 100 cm² olan ve en uzun kenarı, 25 cm. den büyük olmayan bir dikdörtgen veya kare olarak belirlenebilir.

11.2 Onarım yöntemleri

Hatalar, genelde taşlama, yontma veya frezeleme gibi mekanik yöntemlerle giderilir. **TL**'nun onayı ile 11.3, 11.4 ve 11.5'deki koşullar göz önüne alınarak kaynakla onarım yapılabilir.

Tablo 11.3 Tehlike oluşturacak bölgeye bağlı olarak 100 cm²'lik referans alanı içindeki izin verilen ilgili belirtilerin sayısı ve şekli

Tehlike oluşturacak bölgeler	Belirtilerin maksimum sayısı	Belirtilerin tipi	Her belirti tipi için maksimum sayı (1) (2)	Belirtiler için "a" veya "l"'nın izin verilen maksimum boyutları [mm]
A	7	lineer olmayan	5	4
		lineer	2	3
		dizi şeklinde	2	3
B	14	lineer olmayan	10	6
		lineer	4	6
		dizi şeklinde	4	6
C	20	lineer olmayan	14	8
		lineer	6	6
		dizi şeklinde	6	6

(1) *A bölgesinde çapı 2 mm. den küçük ve diğer bölgelerde çapı 3 mm. den küçük lineer olmayan tekil belirtiler değerlendirmede göz önüne alınmaz.*
(2) *Lineer veya dizi şeklinde hiçbir belirti yoksa, lineer olmayan belirtilerin toplam sayısı, maksimum toplam sayıya veya bunun bir kısmına kadar yükseltilebilir.*

Frezeleme veya yontmayı takiben, kaynakla onarılmayan hatalarda taşlama yapılacaktır. Taşlama, gerilme yığılmalarını önlemek veya kavitasyon korrozyonunu en aza indirmek amacıyla, çökmelerin dış sınırları mümkün olduğunca düzgün olacak şekilde yapılacaktır. Kusurlu malzemenin tamamen giderildiği, girici sıvı muayenesi ile doğrulanacaktır.

5 cm^2'den küçük kaynak yerlerinden kaçınılmalıdır.

11.3 "A" bölgesindeki hataların onarımı

"A" bölgesinde genel olarak, **TL**'nun özel onayı yoksa kaynakla onarıma izin verilmez.

Resimlerde verilen kanat kalınlığı ölçülerini muhafaza etmek koşulu ile taşlama yapılabilir.

Yukarıda belirtilenlerden daha derin taşlama öngörülüyorsa, her durum **TL** tarafından kontrol edilecek ve onaylanacaktır.

11.4 "B" bölgesindeki hataların onarımı

Derinliği, d_B (B bölgesindeki derinlik) = t/40 mm veya 2 mm (hangisi daha büyükse)' den büyük olmayan a hatalar taşlama ile giderilecektir.

Not: t= **TL** kurallarına göre lokal minimum kalınlık.

Derinliği, taşlama için izin verilen ölçüden daha fazla olan hatalar kaynakla onarılabilir.

11.5 "C" bölgesindeki hatalar

"C" bölgesindeki hataların kaynakla onarımına normal olarak izin verilir.

11.6 Onarım dokümanları

Dökümhane, muayenelerin, kaynakların ve takip eden ısıl işlemlerin kayıtlarını her döküm için izlenebilir şekilde tutacaktır.

Kaynak işlemine başlamadan önce, onarımın kapsamı ve yeri, önerilen kaynak prosedürü, ısıl işlem ve takiben yapılacak muayene prosedürleri ile ilgili tüm ayrıntılar, onay için **TL'**na sunulacaktır.

12. Kaynakla onarım prosedürü

12.1 Genel

Kaynak başlamadan önce üretici, kaynak hazırlığı, kaynak parametreleri, dolgu metalleri, ön ısıtma, kaynak sonrası ısıl işlem ve muayene prosedürlerini kapsayan ayrıntılı bir kaynak prosedür şartnamesini **TL**'na sunacaktır.

Tüm kaynak onarımları, prosedürlere uygun olarak ve tanınmış bir standarda uygun vasıflara sahip kaynakçılar tarafından yapılacaktır. Kaynak yöntemi testleri Ek A'ya göre ve sörveyörün gözetiminde yapılacaktır.

12.2 Kaynak yerlerinin hazırlanması

Kaynakla onarılacak hatalı yerler, 11.2'ye göre sağlam malzemeye kadar oyulur.

Kaynak oyuğu, tabanında güvenli bir ergime sağlanabilecek şekilde hazırlanacaktır.

Oyulan alanlar, hatalı malzemenin tamamen giderildiğinin doğrulanması için sörveyörün gözetiminde girici sıvı muayenesi ile kontrol edilecektir.

12.3 Kaynakla onarım yöntemi

Alaşımlı bakır döküm pervanelerdeki tüm kaynakla onarım tiplerinde metal ark kaynağı kullanılacaktır.

Genel olarak, örtülü elektrot ark kaynağı ve gaz örtülü metal ark kaynağı (GMAW) uygulanacaktır. Argon örtülü tungsten kaynağı (GTAW), bu kaynak tipinde yüksek özgül ısı girişi olması sebebiyle dikkatle uygulanacaktır. Kaynak dolgu malzemesi, ön ısıtma ve gerilme giderici tavlama sıcaklıkları için öneriler Tablo 11.4'de verilmiştir.

Lokal aşırı ısıtmalardan kaçınılması için ön ısıtma sıcaklığı özenle izlenecektir (Tablo 11.4'e bakınız).

Tablo 11.4 Önerilen kaynak dolgu malzemeleri ve ısıl işlemler

Alaşım tipi	Dolgu metali	Ön ısıtma sıcaklığı [°C] min.	Pasolar arası sıcaklık [°C] min.	Gerilme giderici ısıl işlem sıcaklığı [° C] min-maks.	Sıcak doğrultma sıcaklığı [°C]
CU1	Al bronz **(1)** Mn bronz	150	300	350-550	500-800
CU2	Al bronz Ni Mn bronz	150	300	350-550	500-800
CU3	Al bronz Ni Al bronz **(2)** Mn Al bronz	50	250	450-500	700-900
CU4	Mn Al bronz	100	300	450-600	700-850

(1) *Ni-Al-Bronz ve Mn-Al-Bronz aynı koşullarla kullanılabilir.*
(2) *Ni-Al-Bronz dolgu malzemesi kullanılıyorsa gerilme giderici tavlama gerekli değildir.*

Tüm pervaneler genelde yatay pozisyonda kaynak edilecektir. Bu olanaksızsa inert (asal) gaz korumalı ark kaynağı yöntemi uygulanacaktır.

Kaynak yeri kuru ve temiz olacaktır. Örtülü çubuk elektrodlar, kullanılmadan önce üretici spesifikasyonlarına göre kurutulacaktır.

Distorsiyon ve çatlak oluşumu tehlikesini sınırlamak için pasolar arası sıcaklığı düşük tutulacaktır. Bu, özellikle CU3 alaşımlarında uygulanır.

Cüruflar, çentikler gibi kaynak hataları, bir sonraki pasodan önce giderilecektir.

Tüm kaynak çalışmaları öncelikle hava cereyanından ve dış hava etkilerinden korunmuş atölyelerde yapılacaktır.

CU3 alaşımı dışında, tüm onarım kaynaklarına, gerilme çatlağı korozyonundan kaçınmak için bir gerilme giderici tavlama uygulanır. CU3 döküm tipi için, “B” bölgesinde büyük bir onarım yapılmışsa (“A” bölgesinde özel onaya bağlı olarak) veya gerilme çatlağı korozyonuna karşı hassas olan kaynak dolgu malzemesi kullanılmışsa, gerilme giderici tavlama istenebilir. Bu durumlarda pervane, onarım kapsamına bağlı olarak kaynaktan sonra 450-475°C arasında gerilme giderici tavlamaya tabi tutulur veya 650-800°C arasında tavlanır. Tablo 11.4'e bakınız.

Normalde kullanılan kaynak yöntemleri, örtülü elektrotlar kullanılarak ark kaynağı ve MIG (Metal inert gas) kaynağıdır. Özel yüksek ısı oluşumu nedeniyle TIG (Tungsten inert gas) kaynağı dikkatle uygulanmalıdır.

Alaşımlı bakır pervanelerin gerilme giderici tavlamasında tutma zamanı Tablo 11.5'de verilen değerlere uygun olmalıdır. Isıtma ve soğutma işlemi yavaş ve kontrol altında yapılmalıdır. Her gerilme giderici tavlamadan sonra soğutma hızı, 200°C’a erişinceye kadar 50°C/saat’ı aşmamalıdır.

13. Doğrultma İşlemi

13.1 Doğrultma yükü uygulanması

Soğutma ve sıcak doğrultma işlemleri için yalnız statik yükler kullanılır.

13.2 Sıcak doğrultma

Kaynak özelliklerinin sıcak doğrultma işlemlerinden etkilenmediğinin kanıtlanması koşuluyla, kaynakla onarılan alanlar sıcak doğrultmaya tabi tutulabilir.

Şekil değiştirmiş bir pervaneyi doğrultmak veya bir pervanenin piçini değiştirmek için şekil değiştirmiş bölge ve de bu bölgenin 500 mm. yi kapsayan her iki yüzü Tablo 11.4'de önerilen doğrultma sıcaklığına kadar ısıtılacaktır.

Isıtma yavaş ve düzgün yapılmalı ve oksi-asetilen veya oksi propan gibi noktasal ısı kaynakları kullanılmamalıdır. Pervane kanat kesidinin tüm kalınlık boyunca düzgün ve iyice ısıtılmasının sağlanması için yeterli zaman ayrılmalıdır. Tüm doğrultma işlemi boyunca sıcaklık, önerilen sıcaklık bölgesinde tutulmalıdır. Sıcaklık ölçümü için sıcaklık ölçüm elemanları veya sıcaklık gösterici kalemler kullanılır.

Tablo 11.5 Pervaneler için alaşımlı bakır dökümlerin gerilme giderici tavlamalarında tutma zamanı [h]

Gerilme giderici tavlama sıcaklığı [°C]	CU1 ve CU2 alaşım kaliteleri		CU3 ve CU4 alaşım kaliteleri	
	Her 25 mm. kalınlık için saat [h]	Önerilen maksimum saat [h]	Her 25 mm. kalınlık için saat [h]	Önerilen maksimum saat [h]
350	5	15	-	-
400	1	5	-	-
450	1/2	2	5	15
500	1/4	1	1	5
550	1/4 (1)	1/2 (1)	1/2 (2)	2 (2)
600	-	-	1/4 (2)	1 (2)

(1) *550 °C yalnız CU2 alaşımında kullanılacaktır.*
(2) *550 °C ve 600° arasındaki sıcaklıklar yalnız CU4 alaşımında kullanılacaktır.*

13.3 Soğuk doğrultma

Soğuk doğrultma, kanat uçlarının veya kenarlarının yalnız küçük onarımlarında kullanılacaktır. CU1, CU2 veya CU4 tipi döküm tiplerinden üretilmiş kanatların soğuk doğrultmasından sonra gerilme giderici tavlama yapılmalıdır (Tablo 11.4'e bakınız).

14. Belirleme ve markalama

14.1 Belirleme

Üretici, tüm dökümlerin orijinal eriyiğini bulmaya olanak verecek bir izleme sistemi tertipleyecektir. Gerektiğinde sörveyöre, dökümlerin izlenebilmesi için tüm olanaklar sağlanacaktır.

14.2 Markalama

Tamamlanmış her döküm parçasına asgari olarak aşağıda belirtilenler, üretici tarafından markalanacaktır:

- Döküm malzemesi kalitesi veya ilgili kısa sembol;
- Üretici markası;
- Eriyik numarası, döküm parça numarası veya üretim yöntemini ters yönde izlemeye olanak veren diğer tanımlama;
- Son kontrol tarihi;
- **TL** sertifikası numarası;
- Uygulanan durumlarda, buz klası sembolü;
- Kanat çalıklığı (skew) büyük olan pervanelerde çalıklık açısı.

15. Üretici tarafından düzenlenen sertifikalar

Her döküm pervane için üretici, sörveyöre en az aşağıdaki ayrıntıları içeren sertifikayı verecektir:

- Sipariş ve müşteri numarası;
- Biliniyorsa, gemi inşa numarası;
- Resim numarası ile birlikte dökümün tanımı;
- Çapı, kanat sayısı, piçi ve dönme yönü;
- Döküm parçanın kalitesi ve her eriyiğin kimyasal bileşimi;
- Eriyik veya döküm parçanın numarası;
- Son ağırlık;
- Uygulanan durumlarda, tahribatsız muayene sonuçları ve muayene yönteminin ayrıntıları;
- CU1 ve CU2 alaşımlarında alfa fazı orantısı;
- Mekanik testlerin sonucu,

- Döküm parçası belirleme numarası;

- Büyük kanat çalıklığı olan pervanelerde çalıklık açısı (8.1'e bakınız).

B. Paslanmaz Çelik Döküm Pervaneler

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, paslanmaz çelik döküm pervanelerin, kanatların ve göbeklerin üretim, muayene ve onarım prosedürlerine uygulanır.

1.2 Alternatif alaşımların kullanımının önerildiği durumlarda, kimyasal bileşim, mekanik özellikler ve ısıl işlem onay için verilecektir.

1.3 **TL** ile anlaşmaya varılmak suretiyle, bu kurallar çalışma sırasında hasara uğrayan pervanelerin onarımında ve testinde de kullanılabilir.

2. Dökümhane Onayı

2.1 Genel

Tüm pervaneler, kanatlar ve göbekler, **TL** ya da IACS üyesi bir klas kuruluşu tarafından onaylanmış dökümhanelerde dökülecektir. Dökümler bu kurallara uygun olarak üretilecek ve test edilecektir.

2.2 Onay başvurusu

Üretim sırasında etkili kalite, süreç ve üretim kontrollerinin üretim şartnamesine uygun olmasını sağlamak üreticinin sorumluluğundadır. Üretim şartnamesi, ilk onay sırasında **TL**'na sunulacak ve asgari olarak aşağıdaki bilgileri içerecektir: dökümhane tesislerinin tanımı, çelik malzeme özellikleri, yolluk ve besleyici düzenlemeleri, üretim prosedürleri, tahribatsız muayene ve onarım prosedürleri.

2.3 Onay testlerinin kapsamı

Onay testlerinin kapsamı için **TL** ile anlaşmaya varılacaktır. Testler, kimyasal bileşimin, mekanik özelliklerin bu kurallara uygunluğunu kanıtlamak üzere onay konusu döküm tiplerinde hazırlanmış döküm örneklerinden çıkarılan test kuponları ile yapılmalıdır.

2.4 Muayene olanakları

Kalıp malzemesinin testi, metalik malzemelerin kimyasal analizi, mekanik testleri ve mikroyapı incelemeleri için deneyimli personelin bulunduğu uygun bir laboratuar hazır olmalıdır. Ayrıca tahribatsız muayenelerin yapılması olanakları sağlanacaktır. Test işlemlerinin başka kuruluşlara veya laboratuarlara verildiği durumlarda, **TL** tarafından istenilen ek bilgiler de verilecektir.

3. Dökümlerin kalitesi

3.1 Hatalardan arınmışlık

Tüm döküm parçalar, üretim yöntemine uygun olarak kusursuz ve kullanımını olumsuz etkileyebilecek hatalardan arınmış olmalıdır. Küçük kum ve cüruf izleri, önemsiz döküm kumu kabuğu ve soğukta birleşmeler gibi mekanik işlemeden sonra da görülebilen önemsiz döküm hataları, madde 11'e göre üretici tarafından giderilecektir.

3.2 Hataların onarımı

Döküm parçanın görev yapma kabiliyetini bozacak büyük metalik olmayan katkılar, çekme boşlukları, hava boşlukları ve çatlaklar gibi döküm hatalarına izin verilmez. Bunları söz konusu tehlike oluşturacak bölgelere uygulanabilen sınırlar içinde madde 11'de belirtilen yöntemlerden biri ile onarılacaktır. Sörveyöre, onarımı eksiksiz olarak belirten bir rapor verilecektir.

4. Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar

4.1 Boyutlar, boyutsal ve geometrik toleranslar üreticinin sorumluluğundadır.

İlgili muayenelere ait rapor, kontrollerin gözetimi altında yapılması isteme hakkına sahip olan sörveyöre verilecektir.

4.2 Tüm pervaneler, onaylı resimlerde verilenlere ve ISO 484 (ya da eşdeğeri) sınıfına göre statik olarak balans edilir. İşletme devir sayıları 500 devir/dak.dan büyük veya uç hızı 60 m/s'yi aşan olan pervanelerde dinamik balans istenir.

Daha fazla ayrıntı için Cilt B, Kısım 4, Bölüm 8 F'ye bakınız.

5. Kimyasal bileşim

5.1 Tipik çelik döküm pervane alaşımları, Tablo 11.6'da verilen şekilde, kimyasal bileşimlerine göre dört gruba ayrılırlar. Kimyasal bileşimleri Tablo 11.6'da verilen tipik değerlerden farklı olan çelik dökümler **TL** tarafından onaylanmalıdır.

5.2 Üretici, sörveyöre verilecek olan, dökümlerin kimyasal analizlerinin kayıtlarını tutacaktır. Böylelikle sörveyör, her dökümün kimyasal bileşiminin belirtilen sınırlar içinde olduğundan emin olabilir.

6. Isıl işlem

Martenzitik dökümler östenize edilecek ve temperlenecektir. Östenitik dökümler çözeltide ısıl işleme tabi tutulacaktır.

7. Mekanik özellikler

7.1 Mekanik özellikler Tablo 11.7'deki isteklere uygun olacaktır. Bu değerler, göbek veya kanatla birlikte dökülen test çubuklarından işlenen test numunelerinden elde edilecektir. Test kuponlarının kalınlığı tanınmış bir standarda göre olacaktır.

7.2 Kanatta bulunan test çubukları, mümkünse, 0,5 ÷ 0,6 R (R, pervane yarıçapıdır) arasındaki alanda yer alacaktır.

Tablo 11.6 Çelik döküm pervaneler için tipik kimyasal bileşim

Alaşım tipi	C Maks. [%]	Mn Maks. [%]	Cr [%]	Mo (1) Maks. [%]	Ni [%]
Martenzitik (12 Cr 1 Ni)	0,15	2,0	11,5-17,0	0,5	Maks. 2,0
Martenzitik (13 Cr 4 Ni)	0,06	2,0	11,5-17,0	1,0	3,5-5,0
Martenzitik (16 Cr 5 Ni)	0,06	2,0	15,0-17,5	1,5	3,5-6,0
Östenitik (19 Cr 11 Ni)	0,12	1,6	16,0-21,0	4,0	8,0-13,0

(1) *Minimum değerler, tanınmış ulusal veya uluslararası standartlara göre olacaktır.*

Tablo 11.7 Çelik döküm pervaneler için mekanik özellikler

Alaşım tipi	Akma sınırı $R_{p0.2}$ min. [N/mm²]	Çekme mukavemeti R_m min. [N/mm²]	Kopma uzaması A_5 min. [%]	Kesit daralması Z min. [%]	Charpy V-çentik darbe enerjisi min. (1) [J]
12 Cr 1 Ni	440	590	15	30	**20**
13 Cr 4 Ni	550	750	15	35	**30**
16 Cr 5 N	540	760	15	35	**30**
19 Cr 11 N	180 **(2)**	440	30	40	**-**

(1) *Genel hizmetler ve en düşük buz klas işareti için gerekli değildir. Diğer buz klası işaretleri için, testler -10 ° C'da yapılacaktır.*
(2) *$R_{p1,0}$ değeri 205 N/mm² dir.*

7.3 Test çubukları, son ısıl işlem tamamlanıncaya kadar dökümden alınmayacaktır. Test çubukları,termik olmayan yöntemle kesilecektir.

7.4 Önceden **TL**'nun onayı alınmak kaydıyla, ayrı dökülmüş test çubukları kullanılabilir. Test çubukları temsil ettikleri dökümle aynı eriyikten dökülecek ve aynı ısıl işleme tabi tutulacaktır.

7.5 Her dökümü temsil eden malzemede, Bölüm 2'ye göre en az bir set mekanik testler yapılacaktır.

7.6 Madde 7.5'e alternatif olarak, yaklaşık aynı boyutta ve çapı 1 m'den az olan fazla sayıdaki küçük pervanenin aynı dökümden yapıldığı ve aynı fırında ısıl işleme tabi tutulduğu hallerde, uygun boyutlarda, ayrı dökülen test parçaları kullanılarak demet testi prosedürü uygulanılabilir. Demetteki her beş döküm için en az bir set mekanik test yapılacaktır.

8. Kanat çalıklığının (skew) tanımı, tehlike oluşturacak bölgeler

Pervane kanatlarındaki hataların etkisine bağlı olarak, muayene kapsamını belirlemek ve onarım sırasında yorulma kırılmaları tehlikesini azaltmak üzere pervane kanatları "A", "B" ve "C" ile tanımlanan 3 tehlike bölgesine ayrılır. Çalıklığın tanımı ve tehlike oluşturacak bölgeler A'da verilmiştir.

9. Tahribatsız muayeneler

9.1 NDT'de görev alan personelin vasıflandırılması

Personelin vasıflandırılması için Kısım 3 – Kaynak, Bölüm 10, madde J'ye bakınız.

9.2 Gözle muayene

Tamamlanmış tüm dökümler, üretici tarafından % 100 gözle muayene edilecektir. Dökümler, çatlaklar, sıcak yırtılmalar veya diğer kusurlar, dereceleri ya da büyüklükleri nedeniyle dökümün kullanımını olumsuz etkileyebilecek diğer kusurlardan arınmış olacaktır. Sörveyör tarafından genel bir görsel muayene yapılacaktır.

9.3 Girici sıvı muayenesi

Girici sıvı muayene prosedürü **TL**'na sunulacak ve ISO 3452-1 veya tanınmış bir standarda uygun olacaktır. Kabul kriterleri 10. maddede belirtilmiştir.

Tüm pervaneler, ayrı dökülmüş kanatlar ve göbekler için, A, B ve C tehlike bölgeleri yüzeyleri girici sıvı testine tabi tutulacaktır. A bölgesi testleri sörveyörün gözetiminde yapılacaktır. B ve C bölgelerinin testleri ise, talebi halinde sörveyörün gözetiminde yapılabilir.

Eğer onarımlar taşlama veya kaynakla yapılmışsa, konumuna ve/veya tehlike bölgesine bakılmaksızın, onarılan alanlar ayrıca girici sıvı testine tabi tutulacaktır. Konumuna bakılmaksızın kaynak onarımları A bölgesine göre değerlendirilecektir.

9.4 Manyetik parçacık muayenesi

Martenzitik paslanmaz çelik dökümlerin incelenmesi için, girici sıvı muayenesi yerine manyetik parçacık muayenesi kullanılabilir.

Manyetik parçacık muayene prosedürü **TL**'na sunulacak ve ISO 9934-1 veya tanınmış bir standarda uygun olacaktır.

9.5 Radyografik ve ultrasonik muayene

TL veya üretici tarafından gerekli görüldüğü takdirde, diğer tahribatsız muayeneler (örneğin, radyografik ve / veya ultrasonik testler) yapılacaktır. Kabul kriterleri veya uygulanan kalite seviyeleri, tanınmış bir standarda uygun olarak üretici ve **TL** arasında kararlaştırılacaktır.

Not: Östenitik çelik dökümlerde ultrasonun zayıflatıcı etkisinden dolayı, ultrasonik muayene, dökümün şekline / tipine / kalınlığına ve tane büyüme yönüne bağlı olarak bazı hallerde uygun olmayabilir.

10. Girici sıvı muayenesi ve manyetik parçacık muayenesi için kabul kriterleri

10.1 Girici sıvı belirtilerinin tanımı

Belirti: girici sıvı muayenesinde belirti, malzeme süreksizliğinden belirleyici sıvının akışı, developer

uygulanmasından sonra en az 10 dakika açık olarak görülebilmesi halinde geçerlidir.

İlgili belirti : Belirtilerin sınıflandırılması için sadece 1,5 mm'den büyük boyuttaki belirtiler dikkate alınacaktır.

Lineer olmayan belirti : en büyük boyutu, en küçük boyutunun üç katından küçük olan belirti (yani, l < 3 w).

Lineer belirti : en büyük boyutu, en küçük boyutunun üç katı veya daha büyük olan belirti (yani, l ≥ 3 w).

Dizi şeklindeki belirtiler :

a) Lineer olmayan belirtiler, aralarındaki mesafe 2 mm'den az olduğunda ve en az üç belirti sıralandığında dizi şeklinde bir belirti oluşturur. Bir belirti dizisi, bağımsız bir belirti olarak kabul edilir ve uzunluğu dizinin toplam uzunluğuna eşittir.

b) Lineer belirtiler, iki belirti arasındaki mesafe en uzun belirtinin uzunluğundan daha küçük olduğunda dizi şeklinde bir belirti oluşturur.

Girici sıvı belirtisinin gösterimi Şekil 11.8'de verilmiştir.

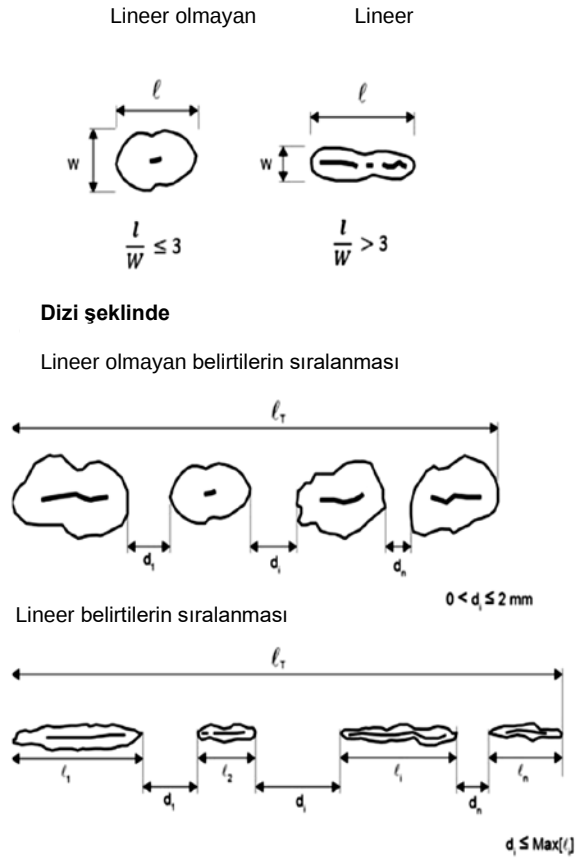
10.2 Kabul standartları

Muayene edilecek yüzey, her biri 100 cm^2 olan referans alanlarına bölünür. Her bir referans alanı büyük ölçüsü 250 mm'yi aşmayan dikdörtgen veya kare olabilir.

Alan, değerlendirilen belirtiye göre en olumsuz yerde alınacaktır.

Algılanan ilgili belirtiler, boyut ve adetlerine bağlı olarak, Tablo 11.8'de verilen değerleri aşmayacaktır.

Kaynak amacı ile hazırlanmış alanlar, yerine bakılmaksızın her zaman "A" bölgesi gibi değerlendirilir. Aynı husus son mekanik işlemesi yapılmış veya taşlanmış kaynaklı yerlere de uygulanır.



.

.**Şekil 11.8 Belirtilerin şekilleri**

11. Hataların onarımı

11.1 Kusurlu dökümler, madde 11.2 ÷ 11.7'de ve uygulaması varsa, 12'de verilen isteklere göre onarılacaktır.

11.2 Genelde, onarımlar mekanik yollarla (örneğin taşlama, yontma veya frezeleme) yapılacaktır. Oluşan oyukluklar, bitişik yüzeye geçişte, keskin kenarlar meydana gelmeyecek şekilde yumuşatılacaktır. Kusurlu malzemenin tamamen giderildiği, girici sıvı muayenesi veya uygulanan hallerde manyetik parçacık muayenesi ile doğrulanacaktır.

Tablo 11.8 Tehlike bölgelerine bağlı olarak, 100 cm² lik referans alanında, ilgili belirtilerin izin verilen sayısı ve boyutları

Tehlike oluşturacak bölgeler	Belirtilerin maksimum sayısı	Belirtilerin tipi	Her belirti tipi için maksimum sayı (1) (2)	Belirtilerin maksimum boyutları [mm]
A	7	Lineer olmayan	5	4
		Lineer	2	3
		Dizi şeklinde	2	3
B	14	Lineer olmayan	10	6
		Lineer	4	6
		Dizi şeklinde	4	6
C	20	Lineer olmayan	14	8
		Lineer	6	6
		Dizi şeklinde	6	6

(1) *A bölgesinde çapı 2 mm. den küçük ve diğer bölgelerde çapı 3 mm. den küçük lineer olmayan tekil belirtiler değerlendirmede göz önüne alınmaz.*

(2) *Lineer veya dizi şeklinde hiçbir belirti yoksa, lineer olmayan belirtilerin toplam sayısı, kısmen veya tamamen, tüm belirtilerin izin verilen maksimum sayısına yükseltilebilir.*

11.3 Kaynakla onarım, sadece gerekli görüldüğü hallerde ve sörveyörün onayı durumunda yapılacaktır.

11.4 Çukurluklar, yeterli kaynak nüfuziyeti için uygun biçimde şekillendirilecektir. Çukurluklar düzgün şekilde taşlanacak ve kusurlu malzemenin tamamen giderildiği, girici sıvı testi ile doğrulanacaktır. 5 cm²'den küçük kaynak yerlerinden kaçınılmalıdır.

11.5 A bölgesindeki taşlama, kanat kalınlığı korunacak şekilde yapılacaktır. A bölgesinde genelde onarım kaynağına izin verilmez ve sadece **TL** tarafından yapılacak özel değerlendirme sonrasında izin verilebilir.

11.6 B bölgesinde, derinliği, t/40 mm'den (t= kurallara göre lokal minimum kalınlık) büyük olmayan veya kurallarda verilen lokal kalınlığın 2 mm. aşağısından daha derin olmayan (hangisi büyükse) hatalar taşlama ile giderilecektir. Derinliği, taşlama için izin verilen ölçüden daha fazla olan hatalar, **TL**'ndan önceden onay alınmak kaydıyla, kaynakla onarılabilir.

11.7 "C" bölgesindeki hataların kaynakla onarımına normal olarak izin verilir.

11.8 Onarım dokümanları

Dökümhane, muayenelerin, kaynakların ve takip eden ısıl işlemlerin kayıtlarını her döküm için izlenebilir şekilde tutacaktır.

Kaynak işlemine başlamadan önce, onarımın kapsamı ve yeri, önerilen kaynak prosedürü, ısıl işlem ve takiben yapılacak muayene prosedürleri ile ilgili tüm ayrıntılar, onay için **TL'**na sunulacaktır.

12. Kaynakla onarım prosedürü

12.1 Kaynak başlamadan önce üretici, kaynak hazırlığı, kaynak parametreleri, dolgu metalleri, ön ısıtma, kaynak sonrası ısıl işlem ve muayene prosedürlerini kapsayan ayrıntılı bir kaynak prosedür şartnamesini **TL**'na sunacaktır.

12.2 Tüm kaynak onarımları, prosedürlere uygun olarak ve tanınmış bir standarda uygun vasıflara sahip kaynakçılar tarafından yapılacaktır. Kaynak yöntemi testleri Ek B'ye göre ve sörveyörün gözetiminde yapılacaktır**.**

Kaynakla onarılacak hatalı yerler, 10'a göre sağlam malzemeye kadar oyulur.

Kaynak oyuğu, tabanında güvenli bir ergime sağlanabilecek şekilde hazırlanacaktır.

Oyulan alanlar, hatalı malzemenin tamamen giderildiğinin doğrulanması için sörveyörün gözetiminde girici sıvı muayenesi ile kontrol edilecektir.

12.3 Kaynaklar, hava akımı ve olumsuz hava koşullarından korunmuş, kontrollü koşullarda yapılacaktır.

12.4 Yöntem testlerinde kullanılan elektrotlar veya dolgu telleri ile yapılan ark kaynağı uygulanacaktır. Kaynak sarf malzemeleri, üreticinin tavsiyelerine göre depolanacak ve elleçlenecektir.

12.5 Bir sonraki pasoyu yapmadan önce cüruf, yanma oyuğu ve diğer kaynak hataları giderilecektir.

12.6 Martenzitik çelikler, kaynakla tamirden sonra fırında yeniden temperlenecektir. Önceden onay alınmak kaydıyla, küçük onarımlar için lokal gerilme giderimi yapılabilir.

12.7 Martensitik çeliklerin ısıl işlemin tamamlanmasını takiben, tamir kaynakları ve bitişik malzeme düzgün şekilde taşlanacaktır. Tüm onarım kaynakları girici sıvı testine tabi tutulacaktır.

13. Belirleme ve markalama

13.1 Üretici, tüm dökümlerin orijinal eriyiğini bulmaya olanak verecek bir izleme sistemi tertipleyecektir. Gerektiğinde sörveyöre, dökümlerin izlenebilmesi için tüm olanaklar sağlanacaktır.

Tamamlanmış her döküm parçasına en azından aşağıda belirtilenler, üretici tarafından markalanacaktır:

- Eriyik numarası veya dökümü ters yönde izlemeye olanak veren diğer işaretler,
- Döküm malzemesi kalitesi veya ilgili kısa sembol;
- **TL**'nun sertifika numarası,
- Varsa, buz klas sembolü,
- Kanat çalıklığı büyük olan pervanelerde çalıklık açısı,
- Son muayene tarihi.

13.2 Dökümün kabulu halinde **TL**'nun damgası vurulacaktır.

14. Dokümanlar ve Sertifikalandırma

14.1 Kabul edilmiş olan her döküm için üretici, sörveyöre aşağıdaki özellikleri içeren bir muayene sertifikası verecektir:

- Müşteri adı veya sipariş numarası,
- Biliniyorsa, geminin tanımı,
- Döküm parçasının tanımı ve resim numarası,
- Çap, kanat sayısı, piç ve dönüş yönü,
- Kanat çalıklığı büyük olan pervanelerde çalıklık açısı,
- Son ağırlık,
- Alaşım tipi, eriyik numarası ve kimyasal bileşim,
- Döküm parçasının belirleyici numarası,
- Isıl işlemin tarihi ve sıcaklığı ile ilgili ayrıntılar,
- Mekanik testlerin sonuçları.
- Uygulanan durumlarda, tahribatsız muayene sonuçları ve muayene yönteminin ayrıntıları

14.2 Üretici, 9.9'da istenilen tahribatsız testlerle ilgil bir beyanı ve varsa, 11.8'de istenilen tamir kaynağı kayıtlarını sağlayacaktır.

EK A

Alaşımlı Bakır Döküm Pervaneler için Kaynak Yöntemi Testleri ve Kaynakçı Sınavları

1. Genel

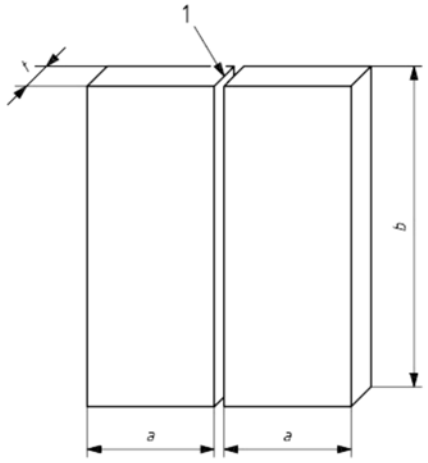
1.1 Bu doküman, alaşımlı bakır döküm pervanelerin onarımına yönelik kaynak yöntemi yeterlilik testleri ile ilgili gereklilikleri vermektedir.

1.2 Kaynak yöntemi onayı için, kaynak yöntemi yeterlilik testlerinde tatmin edici sonuçlar elde edilmelidir. Yeterlilik testleri, onarımda uygulanması amaçlananlarla aynı kaynak yöntemi, dolgu metali, ön ısıtma ve gerilme giderme işlemi ile yapılacaktır. Kaynak prosedür şartnamesi (WPS), kaynak yöntemi yeterlilik testi sırasında elde edilen test sonuçlarına atıfta bulunacaktır.

1.3 Bir üreticinin yeterlilik alan kaynak prosedürleri, aynı teknik ve kalite yönetimi altında atölyesinde yapacağı kaynaklar için de geçerlidir.

2. Test parçası ve numunenin kaynağı

2.1 Döküm numunelerinden oluşan test parçası, makul bir ısı dağılımı sağlamak için yeterli bir boyutta ve minimum ölçülerle, Şekil 11.A.1'e göre olacaktır:



1: Ön kaynak prosedür şartnamesinde açıklanan ağız hazırlığı ve düzenleme
a: minimum değer 150 mm
b: minimum değer 300 mm
t : malzeme kalınlığı

Şekil 11.A.1 Kaynakla onarım prosedürü için test parçası

Minimum 30 mm kalınlığında bir test numunesi kullanılacaktır.

2.2 Test parçalarının hazırlanması ve kaynağı, temsil ettiği onarım kaynağının genel durumuna uygun olarak yapılacaktır.

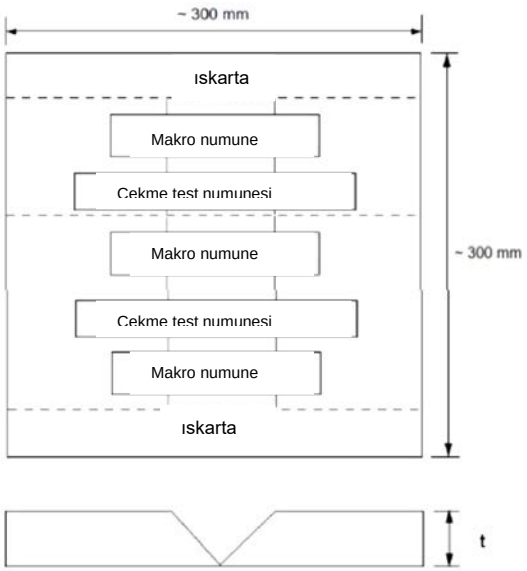
2.3 Test düzeneklerinin kaynağı ve test numunelerinin testleri sörveyörün gözetiminde yapılacaktır.

3. Muayene ve testler

3.1 Test düzeneği, Tablo 11.A.1 ve Şekil 11.A.2'ye göre tahribatsız ve tahribatlı olarak muayene edilecektir.

Tablo 11.A.1 Testlerin tipi ve kapsamı

Test tipi (1)	Testin kapsamı
Görsel muayene	Madde 3.2'ye göre % 100
Girici sıvı muayenesi	Madde 3.2'ye göre % 100
Enine çekme testi	Madde 3.3'e göre 2 numune
Makro muayene	Madde 3.4'e göre 3 numune
(1) *eğme veya kırılma testi TL'nun takdirindedir.*	



Şekil 11.A.2 Test numunesi

3.2 Tahribatsız muayene

Test düzeneği, test numunesinin kesilmesinden önce görsel ve girici sıvı muayenesi ile incelenecektir. Kaynak sonrası ısıl işlemin gerekli olması veya belirtilmesi durumunda, ısıl işlemden sonra tahribatsız muayene yapılacaktır.

Çatlaklara müsaade edilmez. Girici sıvı muayenesi ile tespit edilen kusurlar, madde A.10'a göre değerlendirilecektir.

3.3 Makroskopik muayene

Kaynak metalini, ergime hattını ve ısıdan etkilenen bölgeyi ortaya çıkarmak için üç test numunesi hazırlanacak ve bir taraftan dağlanacaktır (Şekil 11.A.2'ye bakınız).

Dağlama için uygun bir karışım aşağıda verilmiştir:

5 g. Demir (III) – Klorid

30 ml. Hidroklorik asid

100 ml. Saf su

Test numuneleri, kaynak metalinde ve ısıdan etkilenen bölgedeki kusurların belirlenmesi için muayene edilecektir. Çatlaklara ve erime eksikliğine izin verilmez. 3 mm. den büyük gözeneklere ve cüruf kalıntıları gibi kusurlara izin verilmez.

3.4 Çekme testi

Kısım 2, Malzeme Kuralları, Bölüm 2, Şekil 2.6'da gösterildiği gibi 2 çekme test numunesi hazırlanacaktır. Alternatif olarak, **TL** tarafından kabul edilen tanınmış standartlara göre çekme testi numuneleri kullanılabilir. Çekme mukavemeti, Tablo 11.A.2'de verilen değerleri karşılayacaktır.

3.5 Tekrar testi

Test parçası, bu Ek'in herhangi bir şartını karşılamazsa, Kısım 3 – Kaynak, Bölüm 12 madde F.2.11'de verilen tekrar testi prosedürüne bakılmalıdır.

Tablo 11.A.2 Çekme mukavemeti istekleri

Alaşım tipi	Çekme mukavemeti [N/mm^2] min.
CU1	370
CU2	410
CU3	500
CU4	550

4. Test kayıtları

4.1 Test düzenekleri için kaynak koşulları ve test sonuçları, kaynak prosedürü yeterlilik kayıtlarına dahil edilecektir. Kaynak prosedürü yeterlilik kayıtları formları **TL** kurallarından veya ilgili standartlardan elde edilebilir.

4.2 Her bir kaynak prosedürü yeterlilik kaydı için, tekrar testleri de dahil olmak üzere, her test parçasının değerlendirme sonuçları açıklanacaktır. WPS için listelenen ilgili öğeler dahil edilecektir.

4.3 Kaynak prosedürü yeterlilik kaydı, testi gözeten sörveyör tarafından imzalanacak ve **TL**'nun belirleyici işaretini içerecektir.

5. Onay kapsamı

5.1 Genel

Aşağıda belirtilen geçerli kılınma koşulları birbirinden bağımsız olarak yerine getirilmelidir. Belirtilen kapsam dışındaki değişiklikler, yeni bir kaynak yöntemi testini gerektirir.

Bir üreticinin sahip olduğu bir WPS'in yeterliliği, üreticinin aynı teknikle ve kalite kontrolü altında atölyesinde veya sahada yapacağı kaynaklar için de geçerlidir.

5.2 Ana metal

Ana metale ilişkin yeterlilik kapsamı Tablo 11.A.3'de verilmiştir.

Tablo 11.A.3 Ana metal için yeterlilik aralığı

5.8 Ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklık

Yeterlilik için kullanılan bakır alaşımı malzeme kalitesi	Onay kapsamı
CU1	CU1
CU2	CU1; CU2
CU3	CU3
CU4	CU4

5.3 Kalınlık

t kalınlığındaki bir kaynak düzeneğinde gerçekleştirilen WPS'in yeterliliği, Tablo 11.A.4'te verilen kalınlık aralığı için geçerlidir

Tablo 11.A.4 Kalınlık için yeterlilik aralığı

Test parçasının kalınlığı, t [mm]	Onay kapsamı
30≤ t	≥3 mm

5.4 Kaynak pozisyonu

Herhangi bir pozisyonda yapılan bir test için onay, o pozisyonla sınırlıdır.

5.5 Kaynak yöntemi

5.5.1 Onay sadece kaynak yöntemi testinde kullanılan yöntem için geçerlidir. Tek paso, alt bölüm A'da kullanılan çok pasolu alın kaynağı ile yeterlilik alamaz.

5.6 Dolgu metali

Onay sadece kaynak yöntemi testinde kullanılan dolgu metali için geçerlidir

5.7 Isı girdisi

Onaylanan ısı girdisi üst sınırı, test parçasının kaynağında kullanılandan % 25 daha fazladır. Onaylanan ısı girdisi alt sınırı, test parçasının kaynağında kullanılandan % 25 daha düşüktür.

Minimum ön ısıtma sıcaklığı, yeterlilik testinde uygulanandan daha az olmayacaktır. Pasolar arası maksimum sıcaklık, yeterlilik testinde uygulanandan daha yüksek olmayacaktır.

5.9 Kaynak sonrası ısıl işlem

Yeterlilik testinde uygulanan ısıl işlem pWPS'de belirtilecektir. Tavlama süresi kalınlığın fonksiyonu olarak ayarlanabilir.

EK B

Paslanmaz Çelik Döküm Pervaneler için Kaynak Yöntemi Testleri

1. Genel

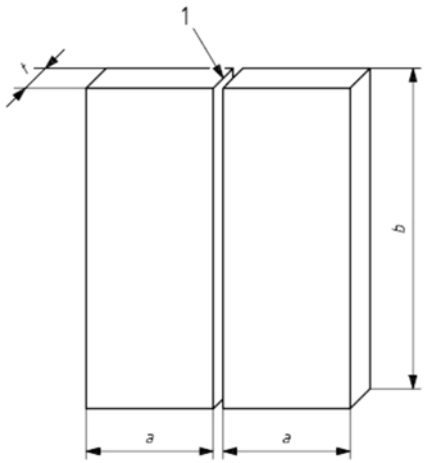
1.1 Bu doküman, çelik döküm pervanelerin onarımına yönelik kaynak yöntemi yeterlilik testleri ile ilgili gereklilikleri vermektedir.

1.2 Kaynak yöntemi onayı için, kaynak yöntemi yeterlilik testlerinde tatmin edici sonuçlar elde edilmelidir. Yeterlilik testleri, onarımda uygulanması amaçlananlarla aynı kaynak yöntemi, dolgu metali, ön ısıtma ve gerilme giderme işlemi ile yapılacaktır. Kaynak prosedür şartnamesi, kaynak yöntemi yeterlilik testi sırasında elde edilen test sonuçlarına atıfta bulunacaktır.

1.3 Bir üreticinin yeterlilik alan kaynak prosedürleri, aynı teknik ve kalite yönetimi altında atölyesinde yapacağı kaynaklar için de geçerlidir.

2. Test parçası ve numunenin kaynağı

2.1 Döküm numunelerinden oluşan test parçası, makul bir ısı dağılımı sağlamak için yeterli bir boyutta ve minimum ölçülerle, Şekil 11.B.1'e göre olacaktır:



1: Ön kaynak prosedür şartnamesinde açıklanan ağız hazırlığı ve düzenleme
a: minimum değer 150 mm
b: minimum değer 300 mm
t : malzeme kalınlığı

Şekil 11.B.1 Kaynakla onarım prosedürü için test parçası

Kaynak ağzının şekli ve boyutu, fiili onarım işlemini temsil edecektir.

2.2 Test parçalarının hazırlanması ve kaynağı, temsil ettiği onarım kaynağının genel durumuna uygun olarak yapılacaktır.

2.3 Test düzeneklerinin kaynağı ve test numunelerinin testleri sörveyörün gözetiminde yapılacaktır.

3. Muayene ve testler

3.1 Test düzeneği, Tablo 11.B.1 ve Şekil 11.B.2'ye göre tahribatsız ve tahribatlı olarak muayene edilecektir.

Tablo 11.B.1 Testlerin tipi ve kapsamı

Test tipi	Testin kapsamı
Görsel muayene	Madde 3.2'ye göre % 100
Girici sıvı muayenesi **(1)**	Madde 3.2'ye göre % 100
Enine çekme testi	Madde 3.3'e göre 2 numune
Eğme testi **(2)**	Madde 3.4'e göre iki kök ve iki alın numunesi
Makro muayene	Madde 3.5'e göre 3 numune
Darbe tesi	Maddee 3.6'ya göre üç numunelik 2 takım
Sertlik testi	Madde 3.7'ye göre
(1) *Martenzitik paslanmaz çelikler için, girici sıvı muayenesi yerine manyetik parçacık testi kullanılabilir.* ***(2)*** *t ≥ 12 mm için, kök ve alın test numuneleri yerine dört yan eğme test numunesi kullanılabilir.*	

3.2 Tahribatsız muayene

Test düzeneği, test numunesinin kesilmesinden önce görsel ve girici sıvı veya uygulanabilen hallerde manyetik paçacık muayenesi ile incelenecektir. Kaynak sonrası ısıl işlemin gerekli olması veya belirtilmesi durumunda, ısıl işlemden sonra tahribatsız muayene yapılacaktır.

Çatlaklara müsaade edilmez. Girici sıvı veya uygulanabilen hallerde manyetik paçacık muayenesi ile tespit edilen kusurlar, madde B.10'a göre değerlendirilecektir.

3.3 Çekme testi

İki adet enine yassı çekme test numunesi hazırlanacaktır. Test yöntemi, Bölüm 2, madde B.1.2.8.2'ye uygun olacaktır. Alternatif olarak, **TL** tarafından kabul edilen tanınmış standartlara göre çekme testi numuneleri kullanılabilir

Çekme mukavemeti, ana malzeme için istenilen minimum değeri sağlayacaktır. Kopmanın yeri (yani, kaynak metalinde, ısıdan etkilenen bölgede veya ana metalde olduğu) raporlanacaktır.

3.4 Eğme testi

Alın birleştirmeleri için, Bölüm 2'ye veya tanınmış bir standarda uygun olarak 2 adet enine yan eğme test numunesi hazırlanacaktır. Mandrel çapı, östenitik çelikler için 3 x kalınlık, diğerleri için 4 x kalınlık kadar olacaktır.

Eğme açısı 180° olacaktır. Testten sonra, test numunelerinde herhangi bir yönde 3 mm'den büyük bir kusur bulunmayacaktır. Test sırasında test numunesinin köşelerinde görülen kusurlar, her durumda ayrı ayrı incelenecektir.

İki kök ve iki alın eğme numunesi test edilecektir. 12 mm ve üzerindeki kalınlıklar için, alternatif olarak dört yan eğme numunesi test edilebilir.

3.5 Makro-muayene

İki makro-kesit hazırlanacak ve kaynak metalini, erime hattını ve ısıdan etkilenen bölgeyi meydana çıkarmak için bir taraftan dağlanacaktır. Çatlaklara ve erime eksikliğine izin verilmez. 3 mm. den büyük gözeneklere ve cüruf kalıntıları gibi kusurlara izin verilmez.
3 mm'den büyük çatlaklara veya çatlağa benzer kusurlara, cüruf birikimine ve gözeneklere izin verilmez.

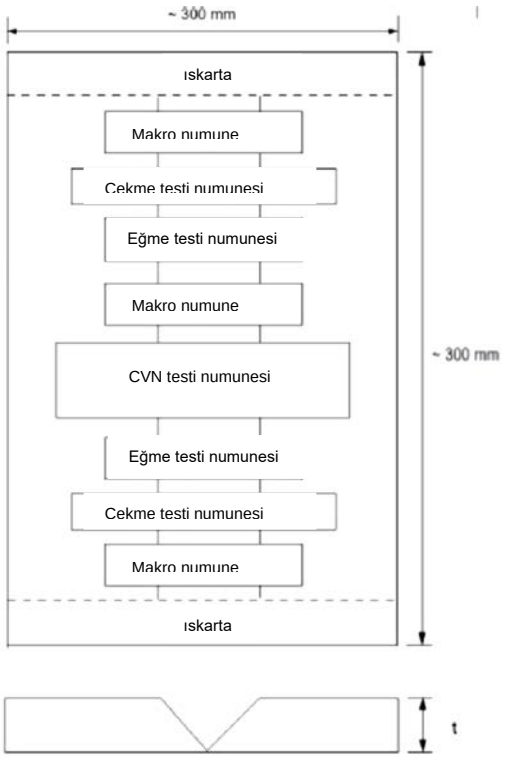
3.6 Darbe testi

Ana malzemenin darbe testine tabi tutulduğu hallerde, darbe testi gerekir. Charpy V-çentik darbe test numunesi, Bölüm 2'ye uygun olacaktır. İki set test numunesi alınacak, bunlardan biri çentik kaynağın merkezinde yer alacak şekilde, diğeri ise çentik HAZ 'da (yani çentiğin orta noktası erime hattından 1 mm ile 2 mm mesafede) yer alacak şekilde olacaktır.

Test sıcaklığı ve darbe enerjisi, ana malzeme ile ilgili istekleri sağlayacaktır.

3.7 Sertlik testi

Kaynağın başlangıcını temsil eden makro kesit HV10 sertlik testi için kullanılacaktır. İzler, yüzeyin 2 mm altında olacaktır. Kaynak metalinde, ısıdan etkilenen bölgede (her iki taraf) ve ana malzemede (her iki taraf) en az üç adet tekil iz oluşturulacaktır. Değerler, bilgi için raporlanacaktır.



Şekil 11.B.2 Kaynak test parçası

3.8 Tekrar testi

Test parçası, bu Ek'in herhangi bir şartını karşılamazsa, Kısım 3 – Kaynak, Bölüm 12 madde F.2.11'de verilen tekrar testi prosedürüne bakılmalıdır.

4. Test kayıtları

4.1 Test düzenekleri için kaynak koşulları ve test sonuçları, kaynak prosedürü yeterlilik kayıtlarına dahil edilecektir. Kaynak prosedürü yeterlilik kayıtları formları **TL** kurallarından veya ilgili standartlardan elde edilebilir.

4.2 Her bir kaynak prosedürü yeterlilik kaydı için, tekrar testleri de dahil olmak üzere, her test parçasının değerlendirme sonuçları açıklanacaktır. WPS için listelenen ilgili öğeler dahil edilecektir.

4.3 Kaynak prosedürü yeterlilik kaydı, testi gözeten sörveyör tarafından imzalanacak ve **TL**'nun belirleyici işaretini içerecektir.

5. Onay kapsamı

5.1 Genel

Aşağıda belirtilen geçerli kılınma koşulları birbirinden bağımsız olarak yerine getirilmelidir. Belirtilen kapsam dışındaki değişiklikler, yeni bir kaynak yöntemi testini gerektirir.

Bir üreticinin sahip olduğu bir WPS'in yeterliliği, üreticinin aynı teknikle ve kalite kontrolü altında atölyesinde veya sahada yapacağı kaynaklar için de geçerlidir.

5.2 Ana metal

Çelik döküm pervane için onay kapsamı, test edilen çelik kalitesiyle sınırlıdır.

5.3 Kalınlık

t kalınlığındaki bir kaynak düzeneğinde gerçekleştirilen WPS'in yeterliliği, Tablo 11.B.2'de verilen kalınlık aralığı için geçerlidir.

Test parçasının kalınlığı, t [mm]	Onay kapsamı
15 < t ≤ 30	3 mm ÷ 2 t
t > 30	0,5 t ÷ 2 t veya 200 mm hangisi büyükse

Tablo 11.B.2 Kalınlık için yeterlilik aralığı

5.4 Kaynak pozisyonu

Herhangi bir pozisyonda yapılan bir test için onay, o pozisyonla sınırlıdır.

5.5 Kaynak yöntemi

5.5.1 Onay sadece kaynak yöntemi testinde kullanılan yöntem için geçerlidir. Tek paso, alt bölüm B'de kullanılan çok pasolu alın kaynağı ile yeterlilik alamaz.

5.6 Dolgu metali

Onay sadece kaynak yöntemi testinde kullanılan dolgu metali için geçerlidir

5.7 Isı girdisi

Onaylanan ısı girdisi üst sınırı, test parçasının kaynağında kullanılandan % 15 daha fazladır. Onaylanan ısı girdisi alt sınırı, test parçasının kaynağında kullanılandan % 15 daha düşüktür.

5.8 Ön ısıtma ve pasolar arası sıcaklık

Minimum ön ısıtma sıcaklığı, yeterlilik testinde uygulanandan daha az olmayacaktır. Pasolar arası maksimum sıcaklık, yeterlilik testinde uygulanandan daha yüksek olmayacaktır.

5.9 Kaynak sonrası ısıl işlem

Yeterlilik testinde uygulanan ısıl işlem pWPS'de belirtilecektir. Tavlama süresi kalınlığın fonksiyonu olarak ayarlanabilir.

BÖLÜM 12

AHŞAP MALZEME

Sayfa

A. Genel 12-2
1. Kullanım Alanına Göre Ayırma
2. Kalite
3. Kurutma

B. Ahşap Cinsleri ve Sınıflandırma 12-2
1. Masif Ahşap
2. Kontrplak

C. Deniz Kontrplağı 12-4
1. Genel
2. Yapım
3. Kaplamaların Birleştirilmesi
4. Mukavemet Grupları
5. Kontrplak Sınıfları
6. Hatalar
7. Onarımlar
8. Yüzeylerin Hazırlanması
9. Levha Boyutları
10. Testler
11. Tanıma İşaretleri ve Damgalama
12. Sertifikalar
13. Kontrplak Levhaların Depolanması

D. Hava Taşıtları için Kontrplak 12-10
1. Genel
2. Yapım
3. Kaplamaların Birleştirilmesi
4. Mukavemet Grupları
5. Kontrplak Sınıfları
6. Hatalar
7. Testler
8. Tanıma İşaretleri ve Damgalama
9. Sertifikalar
10. Kontrplak Levhaların Depolanması

E. Ahşap Malzemelerin Birleştirilmesi 12-17
1. Lamelli ve Çok Tabakalı Yapı Bileşenleri
2. Şevli Birleştirme

F. Ahşabın Korunması 12-18

G. Sandviç Laminatlarda Çekirdek Malzeme (Balsa) Baş Ahşap (1) İçin İstenilenler 12-18
1. Genel
2. Spesifikasyon

A. Genel

1. Kullanım Alanına Göre Ayırma

1.1 Bot ve gemi yapımında ahşap malzeme olarak, hava ve suya dayanıklı uygun ahşap yapı elemanları kullanılacaktır. Örneğin; havaya ve suya, mantarlara ve böceklere karşı dayanıklı, kullanma amacına uygun iyi mekanik özellikleri olan ve orijini ve çalışma kabiliyeti uygun olan ahşaplar. Bundan başka, düşük kabarma ve çekme özelliğinde olacaktır.

1.2 Hava koşullarında ve suda çalışmayan ve mukavemet bakımından zorlanmayan ahşaplardan daha düşük dayanıklılık istenebilir.

2. Kalite

Bot yapımında uzun elyaflı, özellikleri iyi olan ahşap kullanılacaktır. Örneğin; kabuktan arınmış ve çatlaksız olması hasarlı budakların ve diğer hataların bulunmaması. Dönerek gelişmiş veya fazla gerilerek kesilmiş ahşapların kullanılmasına izin verilmez.

3. Kurutma

3.1 Kullanılacak ahşap iyi depolanacak ve yeterince kurutulacak veya uygun bir kurutma tesisatında tekniğe uygun olarak kurutulacaktır.

3.2 Ahşap, düzgün bir kurutma sağlanması için mümkün olduğu kadar küçük boyutlarda istif edilecektir.

3.3 Yapay kurutmada kalan nem miktarı %10'dan fazla olmayacaktır. İşleme durumunda bu miktar, havadan tekrar nem alması nedeniyle maksimum %15 olacaktır.

3.4 Nem miktarı kütle kaybının hesabına dayanan bir deneyle belirlenir. Bu deneyde nem alınmasının başlandığı anda ve 103 ± 2°C da kurutulduktan sonra ağırlıklar ölçülür ve kütle kaybı kuru kütleye göre yüzde olarak hesaplanır. Belirleme ISO 16979'a göre yapılır.

B. Ahşap Cinsleri ve Sınıflandırma

1. Masif Ahşap

1.1 Bot yapımı için öncelikle radyal kesilmiş ahşaplar kullanılacaktır. Yaş halkalarının alt kesit kenarına göre açısının 45º den küçük olmasına izin verilmez.

1.2 Tablo 12.2'de çeşitli ahşapların, dayanıklılık, eğme,-çekme,- basınç mukavemetleri ve hacim ağırlığı gibi önemli özellikleri verilmiştir. Aynı cins veya aynı orijinden türeyen ahşapların özellikleri farklı olabileceğinden bu tabloda verilen değerler kesin olmayıp yönlendirici değerlerdir. Burada, verilen ahşaplar I'dan V'e kadar olan dayanıklılık gruplarına ayrılmıştır.

Bunlar;

I = Çok iyi

II = İyi

III = Orta

IV = Yeterli

V = Kötü

1.3 Bot yapımında kullanılan ahşaplar bot teknesinin ana bağları için kullanılacaksa dayanıklılık grubu en az III olmalıdır.

1.4 Tablo 12.2'de verilen ahşapların yerine eşdeğerleri kullanılabilir. Ancak bunların dayanıklılık ve teknolojik değerlerinin aynı olduğu kanıtlanacaktır. Her durumda doğru ağacın seçimi, üretiyiciye bırakılır ve ahşap cinsinden üretici sorumludur.

1.5 Burada, ağacın anizotrop malzeme özelliğine sahip olduğu yapı elemanının yapımında göz önüne alınacaktır. Örneğin; ana zorlanma doğrultusunun ağacın en büyük mukavemet doğrultusunda bulunmasına ve doğrultuya bağlı olan rutubet genleşmesinin yapı elemanının çalışmasını kötü etkilememesine dikkat edilecektir.

1.6 Mukavemet hesabında kullanılan emniyet katsayıları için her durumda ayrı ayrı olmak üzere **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

2. Kontrplak

2.1 Genel

2.1.1 Kontrplak birbirine yapıştırılmış bir kaç tabakadan oluşur. Tabakalar ahşap kaplamalar, ahşap kiriş veya çubuklardan oluşur. Bu kurallarda kontrplak olarak belirtilen levhalar özellikle ahşap kaplama tabakalarından oluşur.

2.1.2 Kontrplak levhalar en az üç kaplamanın birbirine çapraz olarak yapıştırılmasından oluşur (Tablo 12.1). Bunlar sertleşebilen yapay reçine tutkalı ile birleştirilir. Tutkalın su ve hava koşullarına karşı dayanıklılığı uzun süreli ve açık yerde yapılan deneme ile kanıtlanmalıdır. Kaplama tabakalarının sayısı kalınlığı bağlıdır. "Deniz Kontrplağı" C ve "Hava Taşıtları için Kontrplak" D alt bölümünde tanımlanmıştır.

2.2 Kaliteler

2.2.1 Kontrplak levhalar TL1 ve TL2 olarak iki sınıfa ayrılır.

2.2.2 Her iki sınıfta istenilen mukavemet bakımından tutkal mukavemeti de dahil eşittir. İkisi arasındaki fark: levha çeşidi TL1'in tek parça olarak kullanılabilmesi, buna karşılık TL2 sınıfının orta ve dış tabakalarda izin verilmeyen hatalardan dolayı yalnız hata yerlerinin çıkarılması ile ayrı olarak kullanılmasına kullanılabilmesidir.

2.3 Levha boyutları

2.3.1 DIN EN 313-1'de verilen standart boyutlar kullanılmıyorsa kontrplak boyutları siparişi veren tarafından saptanır.

2.3.2 Levhanın uzunluğu dış tabaka liflerinin akışına paralel olarak ölçülür ve daima ilk önce verilir. Uzunluk ve genişlik toleransı ±5 mm. dir.

2.3.3 İzin verilen kalınlık toleransı:

3 mm. ye kadar ± %10

3 mm. nin üzerinde ±%5 fakat maksimum ±0,5 mm. alınır.

2.4 Yapıştırma

2.4.1 Kontrplak levhalar hatasız olarak yapıştırılmalıdır. Buna ek olarak ağacın nemi pres basıncı, pres sıcaklığı, pres zamanı tutkal özellikleri, karışımı gibi tüm ana faktörler sürekli olarak titizlikle gözlenmelidir.

Halihazırda **TL** kontrplak üretimi için aşağıdaki yapay malzeme esaslı tutkallara izin vermektedir.

- Fenol reçine tutkalı (fenolik yapışkan film,
- Melamin reçine tutkalı,
- Resorsin reçine tutkalı.

2.4.2 Yeni bir tutkalın kullanılmasında bu tutkalın kusursuz ve hatasız uygulandığı ve yapıştırdığı ve su ve kaynama mukavemetinin yeterli olduğu **TL**'na kanıtlanacaktır.

2.5 Yapı ve istenenler

Bot ve hava taşıtı yapımında kullanılan kontra plakın yapısı ve gereksinimleri hakkında çeşitli kurallar geçerlidir. Bunlar C ve D alt bölümlerinde verilmiştir.

2.6 Sertifikalar

2.6.1 **TL**, kontrplak levhalarının test ve onay sertifikalarını üreticiye ve/veya sipariş edene verecektir.

2.6.2 Sertifikalarda, diğer bilgilerin yanı sıra, kontrplağın sınıfı, muayene edilen kontrplakların miktarı, damgası ve istenirse test sonuçlarının ortalama değerleri bulunacaktır.

2.6.3 **TL**'nun testlerinden bağımsız olarak, kontrplak levhaların üretiminde, ağacın seçimi, işlenmesi ve bütün çalışma kademelerinde devamlı bir işyeri kalite kontrolü ile üretici yükümlüdür.

2.7 Kontrplak levhaların depolanması

2.7.1 Tamamlanmış kontrplak levhalar kapalı yerlerde muhafaza edilecek ve yatay olarak istiflenecektir.

2.7.2 Kontrplak levhalar, rutubet etkisini önlemek için döşemeden ve duvarlardan en az 30 cm uzaklıkta, yatay olarak yerleştirilecektir.

2.7.3 Tekil kontrplak yığını örtü levhası ile tek taraflı olarak rutubetten korunacaktır.

2.7.4 Bu depolama isteklerinin sağlanmaması, daha önce yapılan testlerin geçersiz olmasına neden olabilir.

2.8 Mukavemet hesapları

Mukavemet hesaplarında kullanılacak emniyet faktörleri **TL** ile anlaşmaya varılarak saptanacaktır.

C. Deniz Kontrplağı

1. Genel

1.1 Suya veya havaya maruz bulunan ya da ana yapı elamanları (güverte, dış kaplama ve perdeler gibi) olarak kullanılacak olan tüm kontrplak yapı elemanları, test edilmiş ve 10.6'ya uygun olan deniz kontra plağından üretilecektir.

1.2 Deniz kontrplağı birbirine çapraz yapıştırılmış en az üç kaplamadan oluşur (Tablo 12.1). Bunlar sertleşebilen yapay reçine tutkalı ile yapıştırılır. Tutkalın su ve hava koşullarına karşı dayanıklılığı uzun süreli ve açık yerde yapılan deneme ile kanıtlanacaktır.

1.3 Kaplama ahşaplarının orijinine bağlı olarak zararlı nebatlardan veya haşarattan hasar görebileceğinden kontrplak yapımında bunlara karşı doğal mukavemetli ahşaplar kullanılacaktır.

1.4 **TL**'nun testlerinden bağımsız olarak deniz kontrplağı levhalarının üretiminde ağacın seçimi, işlenmesi ve bütün çalışma kademelerinde devamlı bir işyeri kalite kontrolü ile üretici yükümlüdür.

1.5 B.2'de kontrplak için belirtilen hususlar göz önüne alınacaktır.

Tablo 12.1 Kaplama tabakalarının minimum sayı ve kalınlıkları

Kontrplak kalınlığı [mm]	Kaplama tabakalarının minimum sayısı	Dış tabakaların minimum kalınlığı	İç tabakaların maks. kalınlığı
6'ya kadar	3	1,5 mm.	2,6 mm
6'dan 10'a kadar	5		
10'dan 15'e kadar	7		
15'den 20'ye kadar	7	1,5 mm.	3,8 mm.
20'den 26'ya kadar	9		
26'dan 34'e kadar	11		
34'den 40'a kadar	13		
40'dan 48'e kadar	15		
48'den 55'e kadar	17		

2. Yapım

2.1 Ahşap cinsinin seçimi ve levhaların yapısı (kaplama tabakalarının sayısı) kontra plakın kullanım maksadına göre belirlenir. Kullanım maksadına göre çok zorlanan taşıyıcı, yapı elemanları için, tok mukavemetli ahşap sınıflarından (örneğin; F1 mukavemet grubuna ait makore ve tok Mahagoni cinsi Tablo 12.2) yapılmış çok sayıda ince kaplama tabakalarından meydana gelen kontrplak seçilir. Buna karşılık örtü olarak kullanılan kontrplaklar, hafif, daha az tok ve daha az mukavemetli F2 grubuna ait ağaç sınıflarından (örneğin; khaya - Mahagoni, Okume) yapılmış yüzey koruması iyi olan az sayıda kaplama levhasından oluşur.

2.2 Genelde dış tabaka kaplamaları 1,5 mm. kalınlıkta alınır. Bununla beraber daha iyi sonuç alabilmek için bot yapımında daha sonraki işlemler göz önüne alınarak daha kalın dış tabaka kullanılır. Kalınlık, kaplamalarda çatlama tehlikesi nedeniyle 2,6 mm. yi aşmamalıdır.

İç kaplamalarda, büyük hata kaynağı olabilmesi tehlikesinden dolayı 15 mm. kalınlığa kadar olan kontrplaklarda 2,6 mm. den kalın olan kaplama

tabakalarının, 15 mm. den daha kalın olan kontrplaklarda 3,8 mm. den kalın kaplama tabakalarının işlenmesine izin verilmez.

2.3 Bazı özel durumlarda yalnız **TL**'nun açık onayı ile bu sınırlama kaldırılabilir. Bu kontrplaklar mukavemet grubu F2'ye ayrılacaktır. Bu husus **TL** damgası ile markalanacaktır.

2.4 Aşağıdaki tablo kaplama tabakalarının istenilen minimum sayı ve kalınlıklarını göstermektedir.

2.5 Tek kaplama tabakasının yapısı, ahşap cinsine kaplama kalınlığına ve tabakaların sayısına göre orta tabakaya simetrik olacaktır.

2.6 Kaplama tabakası sayısı, tutkal miktarı, pres basıncı ve dokuma içeriği arttırılarak kontrplağın mukavemeti yükseltilebilir veya belirli isteklere ait özellikleri uygun hale getirilebilir.

2.7 Deniz kontrplaklarında, dış ve iç tabakalar yalnız iyi, kusursuz, sağlıklı, çatal ve budaktan arınmış ahşaplardan yapılacaktır.

3. Kaplamaların Birleştirilmesi

3.1 Kaplama birleşimleri sızdırmaz hale getirilecek ve birbirleriyle alın alına birleştirilecektir. Kaplamalar uygun kaplama yapıştırma makinası ile yapıştırılacaktır.

3.2 Kaplama şeritlerinin birleştirilmesinden oluşturulan dış tabakaların ahşap cinsi rengi ve benekleri birbirine uymalıdır.

3.3 Deniz kontrplaklarında, tüm tabakaların birleştirilmesinde aralıkların sızdırmazlığı ön koşuldur.

3.4 İç kaplama tabakalarının onarım veya tesbitinde kağıt veya plastik şeritler kullanılamaz.

3.5 Çeşitli kaplama tabakalarının birleşimleri birbirine aykırı yerleştirilecektir.

3.6 Tespit için kullanılan metal kenetler levhanın kenarına uygulanacaktır. Bunlar, levhanın normal boyutlarında kesilmesinde hiç bir şekilde levhada kalmayacaktır.

Tablo 12.2 Kontrplak mukavemet grupları

Ahşap cinsi	Botanik adı	Hava ile kurutulmuş yoğunluğu yaklaşık [g/cm^3]	Dayanıklılık	Kontrplakın ortalama çekme mukavemeti	
				Boyuna [N/mm^2]	Enine [N/mm^2]
Mukavemet grubu F1 (yalnız mukavemet elemanları)					
Tik	Tectona grandis	0.64	I	≥ 40	≥ 30
Macore	Dumoria hekelii	0.62	I	≥ 40	≥ 30
Douka	Dumoria africana	0.62	I	≥ 40	≥ 30
Utile	Entandrophragma utile	0.57	II	≥ 40	≥ 30
Sapeli-Mahogany	Entandrophragma cylindricum	0.59	III	≥40	≥ 30
Meşe	Quercus sp.	0.63	II	≥ 40	≥ 30
Mukavemet grubu F2 **(1)**					
Echtes Mahagoni	Switenia macrophylla	0.49	II	< 40, but > 30	< 30, but > 20
Khaja Mahagoni	Khaja ivorensis	0.45	II - III	< 40, but > 30	< 30, but > 20
Okume (Gaboon)	Aucoumea - Klaineana	0.41	IV - V	< 40, but > 30	< 30, but > 20

(1) *Yanlız taşıyıcı olmayan yapı elemanları.*

4. Mukavemet Grupları

4.1 Deniz kontrplağı üretime uygunluğuna göre Tablo 12.2'de verilen ahşap cinsleri kabul edilmektedir ve iki mukavemet grubuna ayrılmıştır. Bu tablo, belirtilen ahşap cinslerinin doğal direnci ve hava koşullarına mukavemetine ait yönlendirici değerleri içerir.

4.2 Kontrplak levhalar, bir veya bir kaç onaylanmış ahşap cinsinden üretilebilir. Levhalar, her iki mukavemet grubunun çeşitli levha cinslerinden üretilmişse, en düşük mukavemetliğe göre sınıflandırılır.

4.3 Sipariş verenin özel isteklerine ve koşullarına göre üretilecek olan veya **TL** isteklerinden farklı olan tüm deniz kontrplakları, kontrplak sınıfı ile ilgili gruba göre sınıflandırılır ve damgalanır.

4.4 Diğer ahşap cinslerinden, **TL** ile anlaşmaya varılarak deniz kontrplağı üretilebilir. Her durumda doğru ahşap ve ahşap cinsi seçiminin sorumluluğu üreticiye aittir.

5. Kontrplak Sınıfları

5.1 Deniz kontrplağı, iki mukavemet grubunda, iç ve dış özelliklerinin incelenmesine göre iki sınıfa ayrılır. Sınıf I ve II'nin gruplarına uygun olarak ahşap cinsi, mukavemeti, üretimi yapıştırılması aynıdır. Sınıf I levhaların tamamıyla kullanılabilmesi, Sınıf II levhalarının ise lokal olarak sınırlı üretiminden veya ahşap hatalarından dolayı kısmen kullanılması her iki sınıfı ayıran özelliklerdir.

5.2 Sınıf II'nin hatalı yerleri levha alanının 1/3'ü ile sınırlanacaktır. Levhanın 2/3'ü hatasız ve kullanılabilir olacaktır. Onayda hatalı yerler işaretlenerek gösterilecektir.

5.3 Kontra plakın görünen yüzü üretimde pratik olarak hatasız olacaktır. Ağacın kalitesi, rengi ve benekleri birbirine uygun olacak şekilde yerleştirilecektir. Arka yüzünde, levhanın mukavemetini etkilemeyen renk ve görünüm hatalarına izin verilir.

6. Hatalar

6.1 Kaplama tabakasının içinde ve dışında aşağıda belirtilen ahşap ve üretim hatalarına izin verilmez.

6.1.1 Tüm yapıştırma hataları,

6.1.2 Kıymıklı ahşaplar elyaf akışına dik çevrimli kısa elyaflı ahşap gelişimi,

6.1.3 Ahşapta büyük ve şiddetli renk değişikliği, bozulmaya yatkın ahşaplar, ağacın mukavemetini belirgin olarak zayıflatabilecek tüm hatalar,

6.1.4 Ağacın her iki yüzünde renk değişikliği veya her iki yüzde de çok fazla tutkal geçirgenliği,

6.1.5 Kaplama tabakalarında boş siyah (ölü) budaklar, delikler, boş oluklar veya yarıklar,

6.1.6 Kaplama tabakalarının bindirmesi (katlanması),

Aşağıdakilere izin verilebilir:

6.1.7 Her levha yüzeyinde çapı 15 mm. den büyük olmayan sağlıklı iyi gelişmiş budağın en fazla 3 tanesine,

6.1.8 Her levha yüzeyinde çapı 25 mm. den fazla olmayan tamamıyla onarılmış budağın en fazla 3 tanesine,

6.1.9 Her bir levha yüzeyinde levha boyunun 1/10'undan büyük olmayan tamamıyla onarılmış kaplama kenar çatlaklarının en fazla 3 tanesine,

6.1.10 Boyu 3 cm. den fazla olmayan lokal sınırlı küçük hatalar göz önüne alınmayabilir,

6.1.7, 6.1.8 ve 6.1.9'da izin verilen hatalar birlikte olamaz yalnız bir tanesine izin verilir.

7. Onarımlar

7.1 Preslenmesi tamamlanmış deniz kontrplağı levhalarının onarımına, levhanın kalitesini etkilemediği durumlarda sınırlı olarak izin verilir. Onarımlar suya ve hava koşullarına dayanıklı tutkalla uygun sıcaklıkta pres basıncı altında yapılacaktır.

7.2 Boyu levha boyunun 1/10'undan ve genişliği 1 mm. den fazla olmayan yarıklar ve çapı 5 mm. den fazla olmayan küçük budak delikleri ahşap macunu ile onarılacaktır.

7.3 Levha boyunun 1/10'nuna kadar olan geniş yarıklara ve hatalı yerlere ilgili ağacın sınıfında,

renginde ahşap şeritler özenle eklenecek ve basınç altında DIN 68705-2 BFU 100'e göre suya ve hava koşullarına dayanıklı tutkalla yapıştırılacaktır.

8. Yüzeylerin Hazırlanması

8.1 Preslemeden sonra ahşap nemini tekrar %6'dan %12'ye çıkarmak için kontrplak levhalar yeterli nemlendirmeye tabi tutulacaktır. Kontrplak levhaların yüzeyi parlatılmamalı veya hafifçe zımparalanmalıdır.

8.2 Son şekli verilmiş kontrplak levhaların dış tabakaların (presleme ve zımparalama işleminden sonra) en ince yeri 1,0 mm. olacaktır. Levhaların zımparalanması sırasında bu koşulun muhafaza edilmesine özellikle dikkat edilecektir.

9. Levha Boyutları

Kontrplak levhaların boyutları, standart boyutlar kullanılmıyorsa siparişi veren tarafından belirlenecektir (B.2.3'e bakınız).

10. Testler

10.1 Genel

10.1.1 Genel olarak hazır deniz kontrplağının, **TL** sörveyörü tarafından üretici atölyesinde testleri yapılır ve onaylanır.

10.1.2 Hazır deniz kontrplağının üretici atölyesinin dışındaki sörveyi, özel olarak arttırılmış test koşulları altında **TL** tarafından yapılır.

10.1.3 **TL**, kontrplak levhaları, üretici atölyesinde üretimi sırasında kontrol etme hakkını saklı tutar.

10.2 Kontrplak levhaların kontrolü

10.2.1 Tüm deniz kontrplaklarının, tamamlanmış durumda işlenmesi, özellikle kusursuz yapıştırılmış olması **TL** sörveyörü tarafından kontrol edilir ve onaylanır. Levhalar kontrplak sınıfına ve ilgili kontrplak mukavemet grubunun özelliklerine göre gruplara ayrılır ve ilgili grup ve sınıflara göre damgalanır.

10.2.2 **TL**'nun kontrolüne sunulacak kontrplak levhalar, **TL**'nun sörveyinden önce üretici tarafından gözden geçirilir sınıflarına ayırılır, hazır durama getirilir ve test kümeleri halinde veya siparişe göre birleştirilir. Levhaların yapıştırma hatalarının lokal olarak sınırlı veya tüm levha üzerine yayılı olup olmadığı özenli incelenir. Levha üzerine yayılı olduğu tespit edilirse tüm test kümesi özel olarak dikkatle incelenir. Eğer test kümesinde bu şekildeki levhalara çok sayıda rastlanıyorsa tüm küme kullanımdan çıkarılır. Kontrplak kenarında yapıştırma yerlerinin iyi birleşmediği veya iç tabakalarda yarıklar olduğu görülüyorsa, bu hatalı yerler **TL** sörveyine sunulmadan önce kapatılmayacaktır. **TL** sörveyörü bu hataların onarılıp onarılmayacağı veya levhanın kullanılıp kullanılamayacağı veya Sınıf II'ye ayrılıp ayrılamayacağı hususunda karar verecektir.

10.3 Kontrplak levhaların sınıflara ayrılması

Levhaların sınıflara ayrılması alt bölüm C.5'de verilen Sınıf I ve Sınıf II'deki farklara göre yapılır. Levhalar ilgili sınıf damgaları ile işaretlenecektir.

10.4 Test parçası alınması

10.4.1 Deniz kontrplağı levhasının testi için teste sunulacak test kümesinden test levhaları alınır ve bir test numarası verilir.

10.4.2 Bu test levhasının 100 cm. boyunda ve 25 cm. genişliğinde test örnekleri (test şeritleri) alınır ve test levhasının test numarası ile işaretlenir.

10.4.3 Bu test örneklerinden gerekli test parçaları hazırlanır. Bunlara da test levhalarının numaraları verilir.

10.4.4 Bir kontrplak sınıfından az sayıda levha veya kalın ve büyük levhalar sörveye sunuluyor ve bu levhaların kesiminde büyük zorluklar görülüyorsa bunların kenar kesitlerinden test parçası çıkarılabilir. Bu levhaların kenarlarının kesilmesinde, test parçalarının çıkarılması için kenar kesiti bırakılacaktır.

10.4.5 Test levhalarının sayısı aşağıdaki hususlara göre belirlenir:

10.4.5.1 Kontrplak levhaların üretimi, üretici

atölyesinin **TL** tarafından devamlı kontrolü ile güvenilir bulunuyorsa ve levha üretimi uygun otomatik tertibatlı veya kontrol ile devamlı izleniyorsa her test kümesinden test levhaları alınması gerekli değildir.

10.4.5.2 Devamlı üretimde sörvey için sunulan levha parça sayısının yaklaşık %2'si test parçası alınacak test levhası olarak seçilir.

10.4.5.3 Test levhalarının tüm kontrplak kalınlıklarını ve sınıflarını kapsamasına dikkat edilecektir.

10.4.5.4 Üretim sorunları meydana geliyorsa veya sörveyör, üretimin daima güvenli olmadığı kanısında ise sörveyörün takdirine göre çok sayıda test levhası alınabilir.

10.4.5.5 Testlerde bir veya bir çok test levhasında yetersiz değerler alınıyorsa aynı test kümesinden ilave iki test lehvası alınarak test edilir. Bu testlerde de minimum isteklere erişilemiyorsa tüm sörvey kümesinin kullanımından vazgeçilecektir.

10.5 Test parçalarının çeşidi ve sayısı

Test edilecek her test levhasından (test şeridinden) aşağıdaki test parçaları çıkarılır ve hazırlanır:

10.5.1 DIN 53255'e göre tutkalla birleştirme mukavemeti testinde yarma deneyi için iki yarma test parçası.

10.5.2 Yarma testini kontrol etmek üzere çekme-tutkalı traşlama deneyi için DIN 53255'e göre sekiz çekme - kesme test parçası Şekil 12.1'e göre basit çekme-kesme test parçası kullanılır.

10.5.3 DIN 52377'ye göre kontrplak çekme mukavemetini saptamak üzere altı boyuna çekme mukavemeti test parçası ve altı enine çekme mukavemeti test parçası.

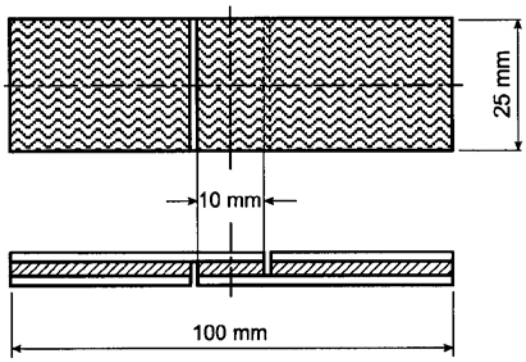
10.5.4 ISO 16979'a göre kontrplağın nem oranını ve özgül ağırlığını (görünen yoğunluk) saptamak üzere fırınlanmış iki test parçası.

10.6 Test parçalarının hazırlanması ve testi

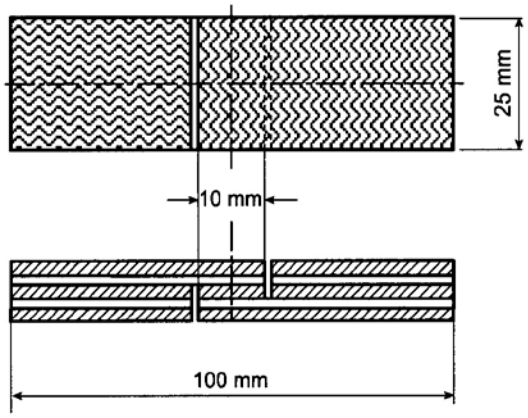
10.6.1 Tutkalla birleştirme mukavemeti test parçaları

10.6.1.1 Tutkalla birleştirme mukavemetinin testi için iki yarma test parçası sekiz çekme-kesme test parçası kullanılır.

Üç katlı levhalar için (boyuna test parçaları)



Beş katlı levhalar için (enine test parçaları)



Şekil 12.1 Bir 3 katlı boyuna ve bir 5 katlı enine çekme-kesme test parçası örnekleri

10.6.1.2 Testlerden önce bu test parçaları DIN 68705-2'ye göre BFU100 kısa testlere ve kaynatma-kurutma - değişim testlerine tabi tutulacak ve aşağıdaki test koşulları yeterli olacaktır.

10.6.1.3 Test parçalarının kaynak suda tutulması orada 60°C'de kurutulması aşağıdaki çevirime göre yapılacaktır.

4 saat kaynatma
16 saat kurutma
4 saat kaynatma
2 saat 20 ºC su altında soğutma.

10.6.1.4 İki yarma test parçası yarma testinin bu işlemine tabi tutulur. Yapıştırma, kaplamada yarma demiri ile açılan büyük bir yarığa büyük bir mukavemetle karşı koyacaktır. Kırılma alanı ağacın kırıldığını ve kusursuz bir yapıştırma olduğunu gösterecektir.

10.6.1.5 Sekiz çekme kesme test parçası yaş olarak test makinasında test edilecek ve aşağıdaki minimum değerlere erişilecektir:

F1 mukavemet grubundaki ahşap cinsi için minimum 1,5 N/mm^2

F2 mukavemet grubundaki ahşap cinsi için minimum 1,2 N/mm^2

10.6.2 Kontrplak mukavemet testi

10.6.2.1 Altı boyuna çekme mukavemeti test parçası ve altı enine çekme mukavemeti test parçası test makinasında test edilmeden önce klimatize edilecek ve nem miktarı %12'den %15'e kadar olacaktır.

10.6.2.2 Bu altı test parçasının her birinden üç boyuna ve üç enine test parçası test makinasında test edilecek ve bu üç test parçasından ortalama mukavemet değeri saptanacaktır.

10.6.2.3 Geriye kalan her üç test parçası yedek test parçalarıdır. Özellikle bunlar yetersiz değerlerle gerilme kırılmaları gösteren ve değerlendirmeye alınmayan test parçalarının yerine kullanılır.

10.6.2.4 Test parçaları Tablo 12.2'deki minimum mukavemet değerlerine erişmelidir.

10.6.2.5 Diğer ahşap cinslerinden yapılan kontrplaklar uygun mukavemet gruplarına göre sıralanacaktır.

10.6.2.6 Bir üretim atölyesinde kontrplaklar üretim sırasında **TL** tarafından devamlı olarak kontrol ediliyorsa ve birkaç sörvey kümesinin kontrplak mukavemetinde anormal değerlere rastlanmamışsa bu sörvey kümelerinin testinden ve kontrplak mukavemetinin saptanmasından vazgeçilebilir.

10.6.2.7 Kontrplak levhanın ahşap cinsi kontrplak mukavemet değerlerine erişemiyorsa, kontrplak grubu F2'ye ayrılır ve buna göre damgalanır.

10.6.2.8 Tüm deniz kontrplakları, sipariş verenin özel isteklerine ve koşullarına göre üretilecekse veya **TL** kurallarından farklı ise ilgili kontrplak sınıfı ve mukavemet grubuna göre damgalanır. Bu kontrplak levhalarının farklılıkları veya özellikleri sörvey belgesinde belirtilecektir.

10.6.3 Nemlilik testi

10.6.3.1 Kontrplak nemliliğini saptamak için iki kurutma deneyinden yararlanılır. Bunlar ISO 16979'a göre belirlenecektir. Kontrplakların nem içeriği üretim atölyesinde %5'den %12'ye kadar olacaktır.

10.6.3.2 Kontrplak nemliliğinin elektrikli veya elektronik ölçü aletleri ile ölçümleri, kurutma deneylerinden elde edilen kontrol ölçümleri ile yaklaşık olarak aynı değerleri vermesi halinde kabul edilebilir.

10.6.4 Özgül ağırlığın belirlenmesi

Kontrplak levhaların özgül ağırlığının belirlenmesi için kuru havada yapılan iki kurutma deneyinde, kurutmadan önce mümkün olduğu kadar kesin ölçü alınacak ve tartılacaktır.

10.6.5 Şevli birleştirmelerin testi

Kontrplakların şevli birleştirmeleri alt bölüm E.2'de de verilen ölçülere göre yapılacak ve **TL**'nun onayladığı basınç altında ve sıcaklıktaki tutkalla kusursuz olarak yapıştırılacaktır. Şevlerin yapışkanlığı bir test merdanesi veya bir silindir üzerinde levhayı eğerek kontrol edilecektir. Şüpheli görülen şevli birleştirmelerde bu eğme testi lehvanın her iki tarafından da yapılacaktır.

10.6.6 Diğer testler

TL sörveyörü, kontrplak levhanın kusursuz üretiminden

veya özellikle hatasız yapıştırılmasından ve şevli birleştirilmelerinden herhangi bir nedenle şüphe ediyorsa bu sörvey kümesinide maksada uygun diğer testleri yaptırma hakkına sahiptir. Örneğin; kırma testi, vurma testi, eğme testi, sarma testi, nemlendirme testi v.s.

11. Tanıma İşaretleri ve Damgalama

11.1 **TL** tarafından sörveyi yapılan ve uygun bulunan her kontrplak levhasına **TL** onay damgası ile ve kontrplak sınıfı, çeşidi ve üretimini belirtecek şekilde aşağıda bilgiler damgalanacaktır:

Üretici tarafından:

- Üreticinin markası,
- Levhanın büyüklüğü ve kalınlığı kontrplak kalınlığı mm, uzunluğu ve genişliği cm olarak verilecek ve burada ilk ölçü levhanın dış tabakasının boyuna lifleri doğrultusundaki uzunluğu olacaktır.
- Dış ve iç tabakaların ahşap cinsi (yatay çizgi ile ayrılmalıdır).
- Tutkal sınıfı "BFU 100"

Üreticinin açık isteği üzerine üretici bilgileri olmadan da damgalanabilir.

TL tarafından:

- Aşağıdaki bilgiler ile birlikte **TL**'nun damgası
- Deniz kontrplağı
- Mukavemet grubu
- Kontrplak sınıfı I (veya II)
- Türk Loydu
- Test tarihi
- İlgili sertifika

Damgalama esas olarak levhanın çok düzgün olmayan tarafına ve sağ alt köşesine yapılır.

11.2 Uzun şevlendirilmiş levhalarda **TL** damgası levhanın her iki nihayetine de vurulacaktır.

11.3 Muayene rastgele yapıldığından, sörveyörün hatalı olan panelleri, damgalanmış olsa dahi reddetme hakkı vardır.

12. Sertifikalar

12.1 Türk Loydu, üretici veya sipariş edene vermek üzere testi yapılan ve onaylanan deniz kontrplağı için sertifika düzenleyecektir.

12.2 Sertifikalarda, diğer bilgiler yanında kontrplak sınıfı, muayene edilen kontrplak sayısı, damgalama ve isteniyorsa test sonuçlarının ortalama değerleri verilir.

13. Kontrplak Levhaların Depolanması

13.1 Depolanacak tamamlanmış deniz kontrplakları kapalı odalarda yatay olarak muhafaza edilecektir.

13.2 Kontrplak levhalar yalnız yatay olarak, rutubet etkisini önlemek üzere tabandan ve duvarlardan en az 30 cm. uzaklıkta yerleştirilir.

13.3 İstifler, rutubetten tek taraflı olarak örtü levhaları ile korunur.

13.4 Bu depolama kurallarına uyulmadığı takdirde önceki onaylar geçersiz sayılır.

D. Hava Taşıtları için Kontrplak

1. Genel

1.1 Hava taşıtları kontrplağı birbirine çapraz yapıştırılmış en az üç kaplamadan oluşur (Tablo 12.3). Bunlar sertleşebilen yapay reçine tutkalı ile yapıştırılır tutkalın su ve hava koşullarına dayanıklılığı uzun süreli ve açık yerde yapılan deneme ile kanıtlanacaktır.

Tablo 12.3 Kaplama tabakalarının minimum sayı ve kalınlığı

Kontrplak kalınlığı [mm]	Kaplama tabakalarının minimum sayısı	Uyarılar
2 mm. ye kadar	3	hiçbir tabaka 2 mm. den kalın olamaz.
2 mm.den 6 mm.ye kadar	5	
6 mm. den 14 mm.ye kadar	7	
14 mm. den kalın	≥9	

1.2 **TL**'nun testlerinden bağımsız olarak kontrplak levhaların üretiminde, ağacın seçimi, işlenmesi ve bütün çalışma koşullarında devamlı bir iş yeri kalite kontrolü için üretici yükümlüdür.

1.3 B.2'de kontrplak için belirtilen hususlar göz önüne alınacaktır.

2. Yapım

2.1 Ahşap cinsinin seçimi ve levhaların yapısı (kaplama tabakalarını sayısı) kontrplakın kullanım maksadına göre belirlenir.

2.2 Kaplama tabakaları orta düzleme simetrik olarak ve liflerin akışına ve tabakaların kalınlığına göre yerleştirilir.

2.3 Kalınlıklar arasındaki bağıntı, enine ve boyuna doğrultuda aynı mukavemeti sağlama olasılığına göre belirlenir. **TL**, uygun olmayan yapıdaki levhaları redetme hakkını saklı tutar.

2.4 Tablo 12.3'de kaplama tabakalarının istenilen minimum sayı ve kalınlıkları gösterilmektedir.

2.5 Kayın, akkayın, kızılahşap, okume (gabun) gibi ahşap cinslerinden ve diğer ahşap cinslerinden her defa benzer mukavemet gruplarındaki özelliklere ait değerler istenecektir.

2.6 **TL** tarafından onaylanmış yapıştırıcıların (tutkalların) kullanılmasına izin verilecektir.

2.7 Yüzeylerin işlenmesi

2.7.1 Levhalar zımparalanmadan veya hafif zımparalanarak, temizlenelerek veya parlatılarak, reçineli veya reçinesiz üretilecektir.

2.7.2 Dış tabakalarda, daha sonraki bir işlemeyi güvenle yapabilmek için ilk işlemeden sonra yeterli bir kalınlık bırakılacaktır.

3. Kaplamaların Birleştirilmesi

3.1 Sipariş verenle üretici arasında başka bir anlaşma yoksa, iç ve dış tabakalardaki yapay reçine ile yapıştırılmış levhaların birleşimleri lif doğrultusuna paralel olacaktır.

3.2 Birleşimler tamamıyla sıkı olarak ve uygun yapıştırma makinası ile yapıştırılacaktır.

3.3 Çeşitli kaplama tabakalarının birleşimleri birbirine aykırı yerleştirilecektir.

3.4 Kaplama sıralarının birleştirilmesinden oluşan dış tabakaların ahşap cinsi, rengi ve benekleri birbirine uyacaktır.

3.5 İç kaplama tabakalarının onarımında veya tespitinde kağıt veya plastik şeritler kullanılamaz.

3.6 Tespit için kullanılan metal kenetler levhanın kenarına uygulanacaktır. Bunlar levhanın normal boyutlarında kesilmesinde hiçbir şekilde levhada kalmayacaktır.

4. Mukavemet Grupları

4.1 Hava taşıtları kontrplağı üretimine uygun olarak halihazırda aşağıdaki ahşap cinsleri kabul edilmektedir ve iki mukavemet grubuna ayrılmıştır.

4.2 3 mm. den daha kalın levhalarda bu değerlerin en fazla %10 altına düşülebilir.

4.3 Diğer ahşap cinslerinden **TL** ile anlaşmak suretiyle kontrplak yapılabilir. Her durumda ağacın ve ahşap cinsinin doğru seçiminden üretici sorumludur.

5. Kontrplak Sınıfları

5.1 İki mukavemet grubundaki hava taşıt kontrplağı, iç ve dış özelliklerinin incelenmesine göre iki sınıfa ayrılır. Sınıf I ve II'nin gruplarına uygun olarak ahşap cinsi, mukavemeti, üretimi, yapıştırılması aynıdır. Sınıf I levhalarının tamamıyla kullanılabilmesi, Sınıf II levhalarının ise lokal olarak sınırlı üretiminden veya ahşap hatalarından dolayı kısmen kullanılması her iki sınıfı ayıran özelliklerdir.

5.2 Sınıf II'nin hatalı yerleri levha alanının 1/3'ü ile sınırlanacaktır. Levhanın 2/3'ü hatasız ve kullanılabilir olacaktır. Onay da hatalı yerler işaretlenerek gösterilecektir.

5.3 Kontrplakın görünen yüzü, üretimde pratik olarak hatasız olacaktır. Ağacın kalitesi, rengi ve benekleri birbirine uygun olacak şekilde yerleştirilecektir. Arka yüzünde levhanın mukavemetini etkilemeyen renk ve görünüm hatalarına izin verilir.

Tablo 12.4 Mukavemet grupları

Ahşap cinsi	**Mukavemet grubu**	**Kontrplakın ortalama çekme mukavemeti [N/mm^2]**		
		Boyuna	**Enine**	**Boyuna+Enine (Birlikte)**
Kayın	F1	≥ 70	≥ 45	≥ 140
Akkayın		≥ 70	≥ 45	≥ 140
Kızılahşap		≥ 70	≥ 45	≥ 140
Okume (Gabun)	F2	≥ 45	≥ 30	≥ 90
Kavak		≥ 45	≥ 30	≥ 90

6. Hatalar

Dış ve iç kaplama tabakalarının ahşap ve üretimindeki aşağıdaki hatalara izin verilmez:

- Orta tabakalardaki boş, bozuk veya bozulmuş budaklar, delikler,

- Çapı 6 mm. den büyük sabit budaklar,

- Üç katlı levhalarda 100x100 cm. büyüklükteki bir levhanın bir tabakasında dörtten fazla budak bulunması,

- Budakların birbirinden uzaklığı 200 mm. den az olması,

- Beş veya daha fazla katlı levhalarda bir tabakada altıdan fazla budak bulunması ve aralarındaki uzaklığın 150 mm. den az olması.

  Yukarıda belirtilen levha boyutlarından farklı olanlarda izin verilen budak sayısı alana göre değişir. Budaklar levha kenarından 30 mm. den daha fazla uzaklıkta bulunmalıdır.

- Kısa gelişmiş ahşaplar, dönük ahşaplar renkli görünümü ve renk değişmesi, çelik yerleri mukavemeti ve eğilme kabiliyetini belirli olarak azaltması halinde.

  Çelik yerlerindeki küçük ekler ve de kabuk izleri göz önüne alınmaz.

  Kısa gelişmiş ve dönük ahşaplardan, lifleri kesintili olan ve çeşitli gelişme doğrultuları tespit edilen ahşaplar anlaşılır.

- Budak ve yarık izleri ve kötü gelişmeler.

Aşağıdaki üretim hatalarına da müsaade edilmez:

- Tespit edilen şekilden dışarı çıkan ek yerleri ve ek parçalar (dolgu parçaları),

- Yapışmamış, açık ve kötü birleşme yerleri,

- Kıvrımlar ve yarıklar, çatlamış yerler soyma hataları ve boşluklar ve levhanın mukavemetini azaltabilecek diğer hatalar.

  (levha kenarından 30 mm. uzakta bulunan üç yara, kıvrım ve yarık birbiri üzerine yerleştirilen yüzeylerde değilse göz önüne alınmayabilir).

- Dalgalı veya eğrilmiş levhalar,

- Tutkalsız kalmış yerler örneğin; tutkal filminin bozulması veya yüzeyi kaplamaması,

- Tutkalın birden fazla levha yüzeyine çok miktarda geçmesi.

7. Testler

7.1.1 Genel olarak hazır kontrplağın **TL** sörveyörü tarafından üretici atölyesinde testi yapılır ve onaylanır.

7.1.2 Hazır kontrplağın üretici atölyesi dışındaki testi, sadece istisnai durumlarda, arttırılmış test koşulları altında **TL** tarafından yapılır.

7.1.3 **TL**, kontrplak levhaların, üretici atölyesinde üretimi sırasında kontrol etme hakkını saklı tutar.

7.2 Kontrplak levhaların kontrolü

7.2.1 Tüm kontrplakların, tamamlanmış durumda işlenmesi, özellikle kusursuz yapıştırılmış olması **TL** sörveyörü tarafından kontrol edilir ve onaylanır. Levhalar kontrplak sınıfına ve ilgili kontrplak mukavemet grubunun özelliklerine göre gruplara ayrılır ve ilgili grup ve sınıflara göre damgalanır.

7.2.2 **TL**'nun kontrolüne sunulacak kontrplak levhalar, **TL**'nun sörveyinden önce üretici tarafından gözden geçirilir, sınıflarına ayırılır, hazır duruma getirilir ve sörvey kümeleri halinde veya siparişe göre birleştirilir. Levhaların yapıştırma hatalarının lokal olarak sınırlı veya tüm levha üzerine yayılı olup olmadığı özenle incelenir. Levha üzerine yayılı olduğu tespit edilirse tüm test kümesi özel olarak dikkatle incelenir. Eğer test kümesinde bu şekildeki levhalara çok sayıda rastlanıyorsa tüm küme kullanımdan çıkarılır. Kontrplak kenarında yapıştırma yerlerinin iyi birleşmediği veya iç tabakalarda yarıklar olduğu görülüyorsa, bu hatalı yerler **TL** sörveyine sunulmadan önce kapatılmayacaktır. **TL** sörveyörü bu hataların onarılıp onarılmayacağı veya levhanın kullanılıp kullanılamayacağı veya Sınıf II'ye ayrılıp ayrılamayacağı hususunda karar verecektir.

7.3 Kontrplak levhaların sınıflara ayrılması

Levhaların sınıflara ayrılması alt bölüm D.5'de verilen Sınıf I ve Sınıf II'deki farklara göre yapılır. Levhalar ilgili sınıf damgaları ile işaretlenecektir.

7.4 Test parçası alınması

7.4.1 Kontrplak levhasının testi için teste sunulacak test kümesinden test levhaları alınır ve bir test numarası verilir.

7.4.2 Bu test levhasının 100 cm. boyunda ve 25 cm. genişliğinde test örnekleri (test şeritleri) alınır ve test levhasının test numarası ile işaretlenir.

7.4.3 Bu test örneklerinden gerekli test parçaları hazırlanır. Bunlara da test levhalarının numaraları verilir.

7.4.4 Bir kontrplak sınıfından az sayıda levha veya kalın ve büyük levhalar teste sunuluyor ve bu levhaların kesiminde büyük zorluklar görülüyorsa bunların kenar kesitlerinden test parçası çıkarılabilir. Bu levhaların kenarların kesilmesinde, test parçalarının çıkarılması için kenar kesiti bırakılacaktır.

7.4.5 Test levhalarının sayısı aşağıdaki hususlara göre belirlenir:

7.4.5.1 Kontrplak levhaların üretimi, üretici atölyesinin **TL** tarafından devamlı kontrolü ile güvenilir bulunuyorsa ve levha üretimi uygun otomatik tertibatlı veya kontrol ile devamlı izleniyorsa her test kümesinden test levhaları alınması gerekli değildir.

7.4.5.2 Devamlı üretimde sörvey için sunulan levha parça sayısının yaklaşık %2'si test parçası alınacak test levhası olarak seçilir.

7.4.5.3 Test levhalarının tüm kontrplak kalınlıklarını ve sınıflarını kapsamasına dikkat edilecektir.

7.4.5.4 İşletme arızaları meydana geliyorsa veya sörveyör, üretimin her zaman güvenli olmadığı kanısında ise sörveyörün takdirine göre çok sayıda test levhası alınır.

7.4.5.5 Testlerde bir veya bir çok test levhasında yetersiz değerler alınıyorsa aynı test kümesinden iki başka test lehvası alınarak test edilir. Bu testlerde de minimum isteklere erişilemiyorsa tüm test kümesinin kullanımından vazgeçilecektir.

7.5 Levhaların genel nitelikleri

7.5.1 Levhaların genel nitelikleri, dıştan muayenelerle saptanacaktır.

7.5.2 İç nitelikler, iyice karartılmış bir odada yeterli ışık kuvvetinde uygun bir ışıklandırma yardımı ile incelenir.

7.5.3 Tüm levhalar belirli bir kalınlığa kadar ışıkla muayene edilir.

- Açık renk ahşaplar, örneğin; kayın, 3 mm. kalınlığa kadar.
- Koyu renk ahşaplar örneğin; okume (Gabun) 1,5 mm. kalınlığa kadar ışıkla incelenecektir.

7.6 Kalınlık toleransları

Üretim toleransları, özellikle kalınlık toleransları kullanıcının gereksinimine göre belirlenir. Başka türlü saptanmamışsa B.2'deki değerler kullanılır.

7.7 Nemlilik deneyi

7.7.1 Kontrplak nemliliğini saptamak için iki kurutma testi uygulanır. Bunlar EN 322'ye göre belirlenir. Kontplakın nem içeriği üretici atölyesinde %5'den %12'ye kadar olacaktır.

7.7.2 Kontrplak nemliliğinin elektrikli ölçme aleti ile yapılan ölçümleri, kurutma testleri vasıtası ile elde edilen kontrol ölçümleri ile yaklaşık aynı değerleri vermesi halinde kabul edilebilir.

7.8 Çekme mukavemeti

7.8.1 Her test levhasının dış tabakasından alınan lif doğrultusu boyunca en az üç test parçası ve lif doğrultusuna dik en az üç test parçası ile ayarlanmış bir test makinasında çekme testi yapılarak levhanın çekme mukavemeti belirlenir.

7.8.2 Çekme mukavemeti DIN 52377'e göre verilen test çubukları kullanılarak hesaplanır.

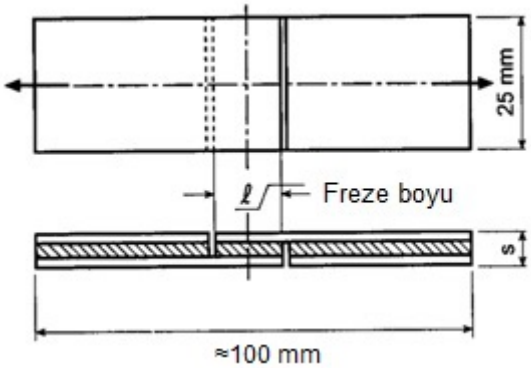
7.8.3 Testlerin sonucu, aynı test levhasından alınan sonuçların ortalama değeridir.

7.9 Çekme kesme deneyi

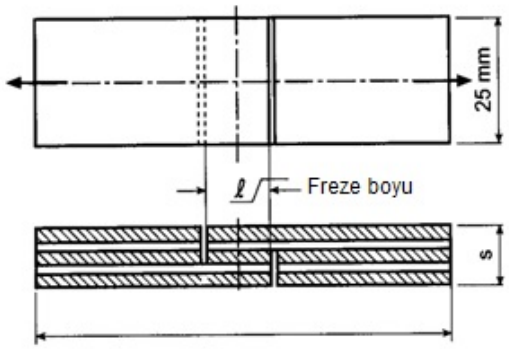
7.9.1 Çekme kesme deneyi DIN 53255'e göre yapılır.

7.9.2 Çekme kesme mukavemeti, her bir test levhasından ıslak durumda alınan en az beş test parçası ayarlanmış bir test makinasında tutkal yüzeyi kesilerek ve 10x10 cm. büyüklüğünde kaynatılmış iki test parçasından belirlenir.

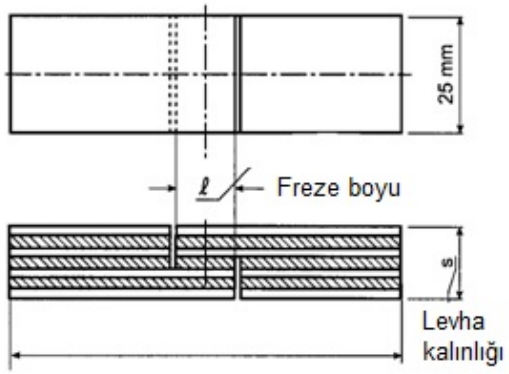
- Şekil 12.2'ye göre 3 katlı levhalar için test parçaları
- Şekil 12.3 ve 12.6'ya göre 5 katlı levhalar için test parçaları
- Şekil 12.4 ve 12.7'ye göre 7 katlı levhalar için test parçaları
- Şekil 12.5'e göre 9 katlı levhalar için test parçaları



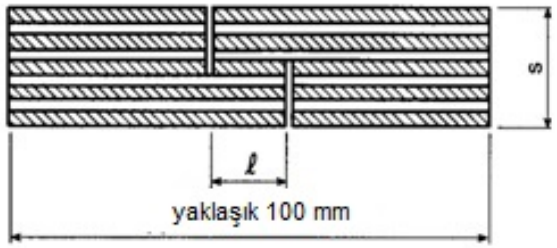
Şekil 12.2 3 katlı kontrplak levhalarda boyuna test parçaları



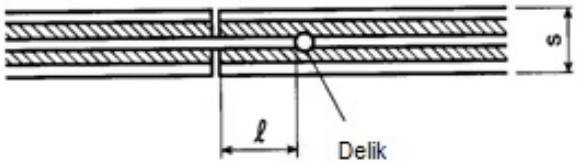
Şekil 12.3 5 katlı kontrplak levhalarda enine test parçaları



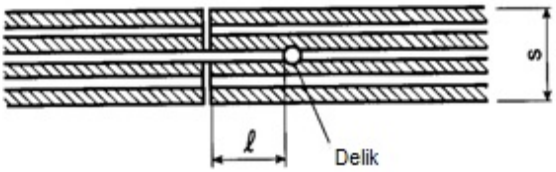
Şekil 12.4 7 katlı kontrplak levhalarda boyuna test parçaları



Şekil 12.5 9 katlı kontrplak levhalarda enine test parçaları



Şekil 12.6 5 katlı kontrplak levhalarda boyuna test parçaları



Şekil 12.7 7 katlı kontrplak levhalarda enine test parçaları

7.9.3 Yapıştırma test parçalarının freze boyu için başvuru değerleri

Test edilen yapıştırma yüzeyi ahşap çatlağı meydana gelmeyecek kadar küçük ve tabakalar ayrılmayacak kadar büyük olacaktır. Başvuru değerleri Tablo 12.5'de verilmiştir.

7.9.4 5 ve daha çok katlı levhalarda, kaplama aralıklarının çok küçük olması nedeniyle Şekil 12.6 ve 12.7'ye göre delik açılması mümkün olamaması veya zor olması halinde yapıştırma test parçaları Şekil 12.3, 12.4 ve 12.5'e göre hazırlanır. Bununla birlikte dış tabakalardan liflerin akışı, 5 katlı levhalarda test parçalarının enine, 7 katlı levhalarda test parçalarının boyuna olacaktır. Her iki tarafta da 3 veya 4 tabaka freze edilecektir.

7.9.5 Test parçaları, testden önce tamamıyla ıslanması sağlanacak kadar su altında bırakılacaktır.

Oda sıcaklığında (15'den 20°C'a kadar) ıslanması için başvuru değerleri:

- Levha kalınlığı 2 mm. ye kadar olan test parçalarında 24 saat,

- Levha kalınlığı 2 mm. den fazla olan test parçalarında gereken süre lineer öteleme (extrapolation) ile hesaplanır.

Parçalarının ıslatılması üç saat kaynatma (üç saat kaynar suya daldırma) ile de yapılabilir.

7.9.6 Islatmadan veya kaynatmadan sonraki mukavemet ıslak durumda hesaplanacak ve en az 2 N/mm^2 olacaktır.

Tablo 12.5 Freze boyu için başvuru değerleri

Levha kal.=5mm.	0,8'e kadar	12	1,5	3	4	5	6	8	10-14	16-20
Freze boyu= ℓ mm.	3	4	5	5	6	7	8	9	10	12
Şekil 12.2, 3, 4, ve 5'e göre test parçalarında yapıştırma yüzeyi = Freze boyu 1 x test parçası genişliği. Şekil 12.6, 7'ye göre test parçalarında yapıştırma yüzeyi = 2 x Freze boyu 1 x test parçası genişliği.										

7.9.7 Bu isteklerdeki bazı tekil değerler %10 azaltılabilir.

7.9.8 Her test levhasından alınan 10x10 cm. lik iki test parçası ile iki defa üç saatlik kaynatma testi yapılır. Test parçaları önce üç saat boyunca suda kaynatılır ve arkasından 60 °C da kurutulur. Bundan sonra tekrar üç saat kaynatılır. 20 °C sıcaklıktaki suda 2 saat soğutulur ve ıslak durumda elle veya uygun bir tertibatla aşağı yukarı bükülür ve kırılır. Burada kaplama tabakaları ayrılmamalıdır ve yapıştırıcı tabakasında çatlaklar ve uygunsuz görüntüler bulunmamalıdır.

7.9.9 Eğer sörveyör bu hususta uygun olmayan bir durum görürse testlerin sayısını arttırarak ilgili levhaya uygular.

7.9.10 Fenol reçine yapıştırıcılarda sörveyörün takdirine bağlı olarak kaynatma testinden vazgeçilebilir.

7.10 Diğer testler

7.10.1 TL sörveyörü, kontrplak levhanın kusursuz üretiminden veya özellikle hatasız yapıştırılmasından ve şevle birleştirmelerinden herhangi bir nedenle şüphe ediyorsa her test kümesinden maksada uygun diğer testleri yaptırma hakkına sahiptir. Örneğin; burma testi kırma testi, sarma testi, nemlendirme testi v.b.

8. Tanıma İşaretleri ve Damgalama

8.1 Kurallara göre yeterli olan ve kabul edilen levhalar aşağıdaki tanım işaretleri taşımalıdır.

8.1.1 Üretici tarafından;

- Üreticinin işareti veya markası,
- Levha kalınlığı (mm) ve ahşap cinsi,
- Yapıştırma sınıfını tanımlayan harfler,

Örneğin;

T = Tego film yapıştırıcı

PH = Fenol sıvı reçine yapıştırıcı

M = Melamin reçine yapıştırıcı

R = Rezorsin reçine yapıştırıcı

Alternatif olarak "BFU 100" ile yapıştırma sınıfı işaretlenebilir.

8.1.2 Türk Loydu tarafından;

- Sınıf işareti TL1I veya TL2I'yi test kümesinin numarasını test tarihini içeren bir damga
- Daha az düzgün olan yüzeye, levhaya diagonal olarak yuvarlak damga ile vurulan.

8.2 Rastgele seçmeli olarak sörveyi yapılan evvelce damgalanmış levhalar hatalı bulunduğu takdirde sörveyör bunları reddetme hakkına sahiptir.

8.3 Devamlı üretim hataları gösteren levhaları **TL** damgalamaktan vazgeçme hakkına sahiptir

9. Sertifikalar

9.1 Türk Loydu üretici veya sipariş edene vermek üzere sörveyi yapılan ve onaylanan kontrplak için sertifika düzenleyecektir.

9.2 Sertifikalarda, diğer bilgiler yanında kontrplak sınıfı, kabul edilen kontrplak sayısı, damgalama ve isteniyorsa test sonuçlarının ortalama değerleri verilir.

10. Kontrplak Levhaların Depolanması

10.1 Depolanacak tamamlanmış kontplaklar kapalı odalarda muhafaza edilecektir.

10.2 Kontrplak levhalar, yalnız yatay olarak, rutubet etkisini önlemek üzere tabandan ve duvarlardan en az 30 cm. uzaklıkta yerleştirilir.

10.3 İstifler rutubetten tek taraflı olarak örtü levhaları ile korunur.

10.4 Bu depolama kurallarına uyulmadığı takdirde önceki onaylar geçersiz sayılır.

E. Ahşap Malzemelerin Birleştirilmesi

1. Lamelli ve Çok Tabakalı Yapı Bileşenleri

1.1 Ağacın tanım değerlerini küçültmek ve yapının boyutlandırılmasında emniyet ilavelerinin azaltılması için ahşap lamelli yapılarak homojen hale getirilir. Lamelli yapı elemanı bazı tabakaları (en az 3) keresteden oluşan ve aynı doğrultuda lifleri olan tutkalla birleştirilmiş yapı elemanıdır.

1.2 Çok tabakalı yapı elemanları, bazı tabakaları (en az 3) keresteden oluşan liflerin doğrultuları farklı olan tutkalla birleştirilmiş yapı elemanlarıdır. Tekil lamellerin dayanıklılığı yapı elemanının şekline bağlıdır. Lamellerin kalınlığı mümkün olduğu kadar 5 mm. az ve eğri kısımlarda 25 mm. den düz kısımlarda 40 mm. den fazla olmayacaktır.

1.3 Soğuk suya ve kaynamaya dayanıklı tutkal kullanılmalıdır ve tutkal tabakasının mukavemeti en az ağacınki kadar olacaktır (C ve D'ye bakınız). Bundan başka atölyede yapıştırma işlemi yapılırken sıcaklık ve rutubet ayarı yapılabilmeli ve basma tertibatı kullanılmalıdır.

1.4 Ağacın nemi, yapıştırma sırasında %12-15 olmalı, ancak %18'den fazla olmamalıdır. Tutkal tabakası mümkün olduğu kadar ince (0,1 - 0,2 mm) yapılmalıdır.

1.5 Ahşapların yapı elemanının ortalama nem miktarına eşit veya bunun biraz altındaki ortalama nem miktarına kadar kurutulması tavsiye edilir. Böylece ağacın daha sonraki kabarmasından meydana gelecek enine basınç gerilmeleri hacim daralmasındaki enine basınç gerilmelerinden daha az zararlı olur.

1.6 Formaldehid bazlı tutkallar kullanılıyorsa (örneğin; bot yapım ahşaplarında) ıslak tutkal tabakası yüzeyinden düşük moleküllü elemanların dışarı çıkabilmesi için kurutma süresinin 5-10 dakika olması gerekir.

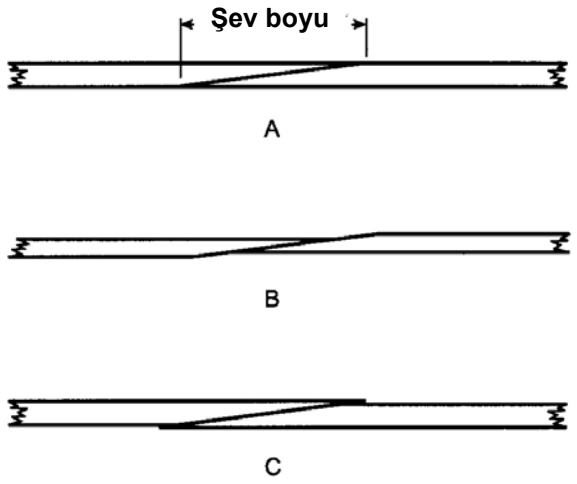
1.7 Yapıştırma sıcaklığına bağlı olarak yeterli germe süresi sağlanacaktır. Eğik ve kaynaklı kısımlarda, germe süresi uygun olarak uzatılır.

2. Şevli Birleştirme

2.1 Şev nihayetleri, hatalı yapıştırmaları ve diğer hataları önlemek için tamamıyla birbirine uygun olarak hiçbir kaçıklığa meydan vermeden birleştirilecektir.

2.2 Şekil 12.8'deki A birleştirme doğrudur. Şekil'deki B birleştirmesi yanlıştır ve özellikle uygunsuzdur. Burada yetersiz pres basıncı uygulanacağından ekseriye yapıştırma hataları oluşur.

C birleştirmesi de yanlıştır ve çeşitli hatalara neden olur. Bu özellikle kontrplak levhanın dış yüzeyinin perdahlanmasında, çok kuvvetli zımparalanmasından oluşur.



Şekil 12.8 Şevli birleştirme

2.3 Minimum pres basıncı 4 kg/cm^2'den az olmayacaktır.

2.4 Dolu ağacın şevli yapıştırmalarında şev boyu, levha kalınlığının en az sekiz katı olacaktır.

2.5 Kontrplağın şevli yapıştırmalarında kontrplak kalınlığının şev boyuna oranı aşağıdaki gibi olacaktır:

- Kalınlığı 10 mm. ye kadar olan levhalarda minimum 1:10
- Kalınlığı 10 mm. den fazla olan levhalarda minimum 1:8

2.6 Ahşap gemi inşaatındaki diğer yapıştırma şekilleri için ilgili standartlara bakınız.

F. Ahşabın Korunması

1. Tüm ahşaplar (Dayanıklılık grubu I dışında Tablo 12.2) uygun boyalar kat kat sürülerek veya ahşap koruyucu maddelerle ilaçlanarak mantar ve böceklere karşı korunacaktır. Dış yüzeylerine basınçlı buhar geçirmeyen plastik boya sürülmüş yapı elemanlarının (dış kaplamalar güverteler dış cidarlar) geminin içinde bulunan yüzeylerinin ilaçlanması öngörülür.

2. Tüm kontrplak kısımları kat kat boya veya lak sürülerek korunur. Özellikle kontrplak kenarlarına delik boşluklarına denenmiş kenar koruma maddeleri özenle uygulanır.

G. Sandviç Laminatlarda Çekirdek Malzeme (Balsa) Baş Ahşap (1) İçin İstenilenler

1. Genel

1.1 Malzeme onayı için Bölüm 13'deki ana koşullar geçerlidir.

1.2 Çekirdek malzemenin genel bir tanımı verilerek ana tanım değerleri tanınmış bir deney kuruluşundan alınan bir test sertifikası ile doğrulanacaktır.

2. Spesifikasyon

2.1 Aşağıdaki bilgiler genel bir tanım için gereklidir.

- Ticari ismi,
- Ağacın işlenmesi,
- Depolama koşulları.

2.2 Tanınmış bir deney kuruluşunun test sertifikasında aşağıdaki değerler kanıtlanmalıdır:

- Kaba yoğunluk (DIN 52182) 3 test parçası
- Nem miktarı (ISO 16979) 3 test parçası
- Basınç mukavemeti II, ⊥ (DIN 52185) 6 test parçası
- E modülü (Basınç) II, ⊥ (DIN 52185) 6 test parçası
- Kesme mukavemeti (DIN 53294) 6 test parçası
- Kesme modülü (DIN 53294) 6 test parçası

II Ağacın lif doğrultusuna paralel

⊥ Ağacın lif doğrultusuna dikey

2.3 Minimum tanım değerleri olarak aşağıdakiler uygulanır:

2.4 Nem miktarı %12±2 olacaktır.

2.5 Testlerde kullanılan test parçalarında işleme için izin verilen hatalı yerler bulunmayacaktır. Üst yüzeyler düz ve perdahlanmış olmalıdır. Test ortamı olarak standart ortam 23/50 (23°C / %50 bağıl nem) kullanılacaktır.

- Kaba yoğunluk	96 kg/m^3
- Basınç mukavemeti II	5,0 N/mm^2
- Basınç mukavemeti ⊥	10,4 N/mm^2
- E Modülü (Basınç) II	2275 N/mm^2
- E Modülü (Basınç) ⊥	35 N/mm^2
- Kesme mukavemeti	1,1 N/mm^2
- Kesme modülü	105 N/mm^2

(1) *Baş ahşap, liflerine dik olarak kesilmiş ahşaptır.*

BÖLÜM 13

ELYAF TAKVİYELİ PLASTİKLER

Sayfa

A. Malzemeler ve Üretim ile İlgili İstekler 13-2

1. Tanımlar
2. Malzemeler
3. Malzemelerin Onayı
4. Üreticiler ile İlgili İstekler
5. Üretim Esasları
6. Üretimin Denetimi

B. Kompozit Malzemelerin Muayenesi ve Testleri 13-9

1. İstekler

C. Yapı Elemanlarının Onarımı 13-18

1. Genel
2. Yöntem
3. Dokümantasyon

A. Malzemeler ve Üretim ile İlgili İstekler

1. Tanımlar

1.1 Fiber takviyeli plastik (FTP)

Matris olarak sıcakta sertleşen (termoset), reçineden ve fiber şeklinde yerleştirilmiş takviye malzemesinden oluşan heterojen malzeme.

1.2 Sıcakta sertleşen reçine

Reçineden ve sertleştiriciden ve de varsa, ek malzemeden oluşan iki eleman karışımı.

1.3 Takviye malzemesi

Malzemeler genel olarak, bazı özellikleri sağlamak için bir matris içine yerleştirilen fiber ürünleri şeklindedir. Bunun için izotrop veya anizotrop özelliklere sahip olan çeşitli lifler, tam işlenmemiş tekstil ürünü (keçe, fitil, dokuma, dokumasız) şeklinde işlenir. Özel istekler için, çeşitli fiber malzemelerin karışımı kullanılır (hibridler).

1.4 Prepreg

Önceden sıcakta sertleşen reçine emdirilmiş ve daha sonra reçine veya sertleştirici ilave edilmeden işlenebilen takviye malzemesi.

1.5 Laminat

Takviye malzemesi tabakalarını birbiri üzerine yerleştirerek, sıcakta sertleşen reçine ile birleştirilmek sureti ile üretilen kalıp kısmı.

1.6 Sandviç laminat

Hafif malzemeden bir ara madde ile birleştirilen iki laminat tabaka.

2. Malzemeler

2.1 Sıcakta sertleşen reçine

Maksada ve bununla ilgili isteklere bağlı olarak, katmerli laminat reçine ve ince tabaka (kaplama) reçine olmak üzere ikiye ayrılır. İnce tabaka (gelcoat) ve katmerli reçinenin ana maddesinin formülasyonu aynı değilse bunların birleşiminin uygunluğu kanıtlanacaktır.

2.1.1 İnce tabaka reçine (gelcoat ve topcoat)

İnce tabaka reçine, laminatın yüzeylerini mekanik hasarlardan ve ortam etkilerinden koruyacaktır.

Bu nedenle serleşmiş durumda reçinenin mevcut ortama (örneğin; akar yakıt, deniz ve nehir suyu ve de deniz ve endüstri ortamına) çok dayanıklı, aşınmaya karşı direnci çok fazla ve su emme kabiliyetinin çok az olması istenir. Tiksotropik maddelere ve boya maddelerine yalnız jelkot (gelcoat) reçinelerde katkı olarak izin verilir. Topkot (topcoat) reçinelerde katkı olarak stiren buharlaşmasına izin verilir.

2.1.2 Katmerli (laminer) reçine

Katmerli reçineler işlem sırasında emdirici özelliğe sahip olacaktır. Sertleşmiş durumda yakıta, deniz ve nehir suyuna karşı dayanıklı ve yaşlanmaya karşı direncinin fazla olduğu görülecektir. İzin verilen katkı ve dolgu maddelerinin kullanılması ile de hidrolize karşı yeterli direnç sağlanacaktır. Reçine olarak doymamış poliyester (UP) kullanılması halinde, hidrolize karşı direnç belirgin olarak standart UP reçinelerinden fazla olacaktır (örnek olarak; izoftralik asid bazlı reçine kullanılması).

2.1.3 Katkılar

2.1.3.1 Tüm katkılar (katalizörler, hızlandırıcılar, dolgu maddeleri, boya pigmentleri) sıcakta sertleşen reçineye uygun olacaktır. Bunlar, reçinenin tamamıyla sertleşmesinin korunması için aralarında uyumlu olacaktır. Katkılar, reçineye özenle ve üretici talimatına uygun olarak katılacaktır.

2.1.3.2 Sertleşme işlemini başlatan katalizörler ve çalışma zamanını (pota zamanı, gel-time) ve sertleşme zamanını yönlendiren hızlandırıcılar, üreticinin işleme talimatına göre kullanılır. Soğukta sertleşen sistemlerde katalizör, 16°C'dan 25°C'a kadar olan sıcaklık alanında tam bir sertleşmeyi sağlayacak şekilde ayarlanır. Diğer sıcaklık alanlarında sertleştirilecek, soğukta sertleşen sistemler **TL** merkez ofisine danışılarak sıcakta sertleşen sistemler gibi kullanılır.

2.1.3.3 Dolgu malzemesinin sertleşen reçineye belirgin zararlı bir etkisi olmayacaktır. Dolgu malzemesinin cinsi ve miktarı **TL** tarafından onaylanacak ve reçinenin özelliklerine ait minimum değerleri aşmayacaktır. Genel olarak dolgu malzemesinin katmerli reçinedeki miktarı ağırlığın %12'sini (ağırlığın maks. %1,5'u kadar tiksotpopik madde dahil) aşmayacaktır.

Üretici tarafından daha küçük bir değer belirtilmişse, bu değer uygulanır. İnce tabaka reçinedeki (gelcoat) tiksotropik madde miktarı ağırlığın %3'ünü aşmayacaktır. Yakıt ve su tanklarındaki laminatlar dolgu malzemesi içermeyecektir.

2.1.3.4 Boya pigmentleri çevre koşullarına dayanıklı olmalı ve inorganik veya güneş ışınlarından etkilenmeyen, solmayan boya maddesinden oluşacaktır. İzin verilen maksimum boya miktarı, üretici tarafından belirtilen değeri aşmayacaktır; bir değer belirlenmemişse ağırlığın %5'inden fazla olmayacaktır.

2.2 Takviye malzemeleri

2.2.1 Takviye malzemeleri, cam, karbon ve aramid elyafı ile çeşitli tiplerde hazırlanır.

Fitil : Çok sayıda parallel lifler birbirine sararak veya sarmayarak birleştirilir.

Keçe : Kirpik liflerin veya doğranmış fitil demetlerinin (minimum 50 mm. uzunluğunda) düzensiz yayılarak bir bağlayıcı ile birleştirilmesinden elde edilir.

Dokuma : Tekstil endüstrisinde uygulanan dokuma tekniğine göre birbiriyle birleştirilen liflerden elde edilir (keten, saten, atlas, vs. gibi). Büküm ve atkılar malzemeye ve/veya ipliğin inceliğine göre ayırt edilir.

Dokumasız : Tek yönlü fiber tabakalar rastgele birbirleri üzerine yerleştirilir ve ince fiber iplikler birbirlerine veya keçeye tespit edilir. Tabakalarda çeşitli malzemenin ve/veya çeşitli kalınlıkta ipliklerin bulunması mümkündür.

2.2.2 Tespit, bağlama veya perdahlama maddeleri ile fiber yüzeyindeki işlemler, çevre etkilerinde de malzeme özelliklerinin korunması için termoset reçine ile uyuşacaktır.

2.2.3 Cam elyaf (fiber) için yalnız düşük alkalili alüminyum bor silikat cam kullanılabilir (alkali oksit içeriği ⩽%1) örneğin; VDE 0334 Kısım 1.9.72 Bölüm 4'e göre E camı.

2.3 Sandviç yapılar için çekirdek malzeme

2.3.1 Çekirdek malzemenin öngörülen kullanma maksadına uygun olduğu kanıtlanacaktır. Bu malzeme laminer reçinenin sertleşmesini etkilemeyecektir.

2.3.2 Metalik malzemeden yapılan lokal takviyelerin (örneğin; girişler, bağlantılar) birleşme yüzeyleri, tam bir yapıştırma sağlanması için, yapıştırma işleminde olduğu gibi temizlenecektir (DIN 53281'e bakınız).

2.3.3 Aşağıda adı geçenlerin dışında ön görülen kullanma maksadına uygun çekirdek malzemeler, önceden **TL** tarafından kabul edilecektir.

2.3.4 Katı köpük malzemeleri

Sandviç laminatlar için çekirdek malzeme veya takviye kuşağı olarak kullanılan katı köpük malzemeleri kapalı hücre tipinde ve de laminat reçineye veya yapıştırıcılara karşı ve de yaşlanmaya, yakıta, deniz ve nehir suyuna karşı direnci çok fazla olacaktır. Su emme kabiliyetinin çok az olması istenir. Minimum görünür yoğunluğu 60 kg/m^3 olacaktır.

Sertleşme reaksiyonunda (eksotermik reaksiyonda) köpük maddesinin müsaade edilen sıcaklığı aşmaması sağlanacaktır.

2.3.5 Liflerine dik kesilmiş balsa ağacı

Liflerine dik kesilmiş balsa ağacı aşağıdaki istekleri yerine getirmek koşulu ile sandviç laminatlarda çekirdek malzeme olarak kullanılır:

- Böcek ve mantar oluşumuna karşı kesimden sonra derhal işleme tabi tutulacaktır,
- Sterilize edilecek ve homojen hale getirilecektir,
- Kesildikten sonra 10 gün içinde kurutulacaktır,
- Ortalama nem miktarı maksimum %12 olacaktır.

2.4 Prepreg

Laminar reçine ile ön emdirilmesi yapılmış fiber takviyelerin bileşenlerindeki istekleri yerine getirmelidir. Bundan başka işlem sıcaklığında yeterli yapışkanlık sağlanması için minimum reçine hacmi (%35)'in altına düşmemelidir.

2.5 Yapıştırıcı

2.5.1 Fiber takviyeli plastiklerin birbirleri ile veya diğer malzemelerle yapıştırılmasında yalnız çözücüden arındırılmış yapıştırıcı kullanılacaktır. Burada iki bileşenli reaksiyon yapıştırıcıların, laminar reçine de olduğu gibi mümkünse aynı ana maddeden olanları öncelikle kullanılacaktır.

2.5.2 Laminatlar, yalnız sertleştirilmiş durumda yapıştırılacaktır. Sıcakta sertleşen yapıştırıcılar genelde çok yüksek mukavemete erişirler. Bununla beraber yapıştırılan malzemelerin izin verilen maksimum sıcaklığını aşmayacaktır. Bu husus özellikle, tek bileşenlerin sıcak eriyikte yapıştırılmasında geçerlidir.

2.5.3 Yapıştırıcılar, üreticinin işleme talimatına göre kullanılır. Bunlar yapıştırılan malzemeleri etkilemeyecek ve nemlenmeye ve yaşlanmaya karşı yüksek direnç gösterecektir.

Çalışma sıcaklığının, yapıştırma mukavemetine etkisi çok az olacaktır.

2.5.4 Yapıştırıcılar en az -20°C'dan 60°C'a kadar olan sıcaklık alanında kullanılabilecektir.

3. Malzemelerin Onayı

3.1 FTP bileşenlerinin üretiminde kullanılacak tüm malzemeler önce incelenecek ve onaylanacaktır. Başka kurumlar tarafından onaylanmış malzemeler, onay kapsamında yapılan testlerin **TL**'nun isteklerine uygun olduğu hususunda **TL** ile anlaşmaya varılması halinde, **TL** tarafından kabul edilebilir.

3.2 Malzeme üreticisi ve/veya sağlayıcısı, onay için **TL** merkez ofisine başvuracaktır.

3.3 Malzeme, **TL** isteklerini sağladığı takdirde onaylanır. Bu maksatla özgün testler gereklidir. Bu testler ya **TL**'nun gözetiminde yapılacak veya sonuçlar tanınmış bir test kuruluşu tarafından raporla kanıtlanacaktır.

3.4 Üretim başlamadan önce gerekli malzeme onayları **TL**'na sunulacaktır. Hiç bir onay veya tüm gerekli onaylar elde edilmemişse, ayrıcalıklı olarak **TL** ile anlaşmak suretiyle, ana malzeme özelliklerinin kanıtlanması, laminat bileşenlerinin malzeme testi kapsamında olduğu gösterilebilir.

3.5 Onaylanmış malzemelerin paketinde veya ambalajında ilgili onay belirtilecektir.

4. Üreticiler ile İlgili İstekler

4.1 Genel

4.1.1 FTP bileşenlerin üretimi, yalnızca, elyaf takviyeli, sıcakta sertleşen reçineden yapılmış bileşenlerin üretimi için **TL** tarafından onaylı işyerlerinde yapılabilir.

4.1.2 FTP bileşenlerin üretimi, yalnızca, yeterli mesleki bilgiye sahip kişiler tarafından yapılacaktır. Bu mesleki bilgiler, ilgili eğitim kursları sertifikaları ile kanıtlanacaktır. Eğer bu sertifikalar mevcut değilse; asgari istekler olarak, teknik bilgi ile ilgili eğitimler ve birkaç aylık iş deneyimi şartı aranır.

4.1.3 Atölye onayı, işyerinin yazılı başvurusu ve **TL** sörveyörünce verilecek raporla, **TL** Merkez Ofisi tarafından yapılır. Başvuruda aşağıda belirtilenler yer almalıdır.

- Atölye ile ilgili genel bilgiler,
- Personel,
- İç kalite sistemi,
- Giriş kontrolü,
- Malzemelerin atölyede ve sahadaki çalışmada depolanması,
- Mekanik işlem kapasitesi,
- Üretim donanımı.

4.1.4 Tüm üretim düzenleri, depolar ve bunların işletme teçhizatı sorumlu güvenlik otoritelerinin, profesyonel işçi birliklerinin isteklerini sağlayacaktır. Bu isteklere uyulmasından sadece üretici sorumludur.

4.1.5 Laminer malzemenin kirlenme tehlikesi, depoları üretim yerlerinden kesin olarak ayırmak suretiyle mümkün olduğu kadar azaltılır.

4.1.6 Kompozit üretim atölyesinde, laminasyon ve yapıştırma sırasında, toz çıkaran makinalar çalıştırılmayacak ve herhangi bir boya ve püskürtme işleri yapılmayacaktır. Prensip olarak bu gibi işler ayrı bölmelerde yapılacaktır.

4.2 Kompozit üretim atölyesi

4.2.1 Kompozit üretim atölyeleri, ısıtılabilen ve havalandırılabilen kapalı bölmeler olacaktır. Laminasyon ve sertleştirme sırasında, üretici tarafından laminer reçinesi için başka değerler belirtilmemişse oda sıcaklığında 16°C ile 25°C arasında bulunacak ve maksimum relatif nemlilik %70 olacaktır.

4.2.2 İklim koşullarının kontrolü için termograf ve hidrograflar bulunacaktır. Bu cihazlar için **TL** ile anlaşmaya varılacaktır. Bunların sayıları ve yerleştirilmesi çalışma koşullarına bağlıdır. Cihazlar yasal kurallara uygun olarak ayar edilecektir. Kayıtlar en az on sene muhafaza edilecek ve istek halinde **TL**'na verilecektir.

4.2.3 Havalandırma düzenleri, laminattan ayrılan çözücülerin izin verilmeyen miktarı ve izin verilmeyen işyeri konsantrasyonu (MAK değeri) ortaya çıkmayacak şekilde düzenlenecektir.

4.2.4 İşyeri uygun ve yeterli bir şekilde aydınlatılacaktır. Ancak burada reçinenin kontrollü sertleşmesi güneş ışığından ve aydınlatma cihazlarından etkilenmemesi için gerekli önlemler alınacaktır.

4.3 Depolar

4.3.1 Laminat reçinesi, üretici talimatına uygun olarak depolanacaktır. Böyle bir talimat yoksa kuru ve karanlık bir mahale 10°C ile 18°C arasındaki bir sıcaklıkta depolanacaktır. Depolama mahallinin sıcaklığı termograflar vasıtasıyla sürekli olarak kaydedilecektir.

4.3.2 Prepregler üretici talimatlarına uygun özel soğuk depolarda üretici talimatına göre depolanacaktır.

4.3.3 Sertleştiriciler, katalizörler, hızlandırıcılar iyi havalandırılmış ayrı mahallere üretici talimatına uygun olarak depolanacaktır. Bunlar 10°C'dan 18°C'a kadar sıcaklıkta karanlık ve kuru mahallerde muhafaza edilecektir.

4.3.4 Takviye malzemeleri, dolgu malzemeleri ve katkılar tozdan arınmış olacak ve kuru olarak kapalı kaplara depolanacaktır.

4.3.5 Depolama, malzemenin tanımı, üretici tarafından belirtilen depolama koşulları ve maksimum depolama süresi (son kullanım günü) açık ve kolayca görülebilecek şekilde yapılacaktır. Son kullanım günü geçen malzemeler depodan hemen uzaklaştırılacaktır.

4.3.6 İşlenecek malzeme miktarı, işleme sıcaklığına tam olarak ayarlanmasını ($\Delta t \leqslant 2°C$) sağlamak üzere mümkün olduğu kadar erken ve kapalı durumda üretim yerine getirilecektir.

4.3.7 Depodan alınan ve kısmen kullanılan malzemeler, yalnız özel durumlarda (örneğin; sıcakta sertleştirilmiş prepregler) ve **TL**'nun izni ile tekrar depoya yerleştirilir.

5. Üretim Esasları

5.1 Genel

5.1.1 Prensip olarak yalnız **TL** tarafından onaylanmış malzemeler kullanılacaktır. Uygun ve onaylı malzemenin seçimine ek olarak, bunlarla çalışırken ürünün özelliklerine çok büyük etkisi olacağından özel itina gösterilecektir.

5.1.2 Reçine bileşenlerinin ve takviye malzemelerinin hazırlanması ve işlenmesi için bu kuralların yanında, malzeme üreticilerinin talimatı, mahalli otoritelerin kuralları da göz önüne alınacaktır.

5.1.3 Reçine, sertleştirici ve katkı malzemelerinin

karıştırılmasında, dağılımın düzgün olması, karışama giren hava miktarının mümkün olduğu kadar az olması sağlanacaktır. Bazı özel hallerde reçinenin gazlardan arındırılması gerekli olabilir.

5.1.4 Laminasyon sırasında hazırlanan reçine bileşeni için üreticinin belirttiği işleme zamanı aşılmayacaktır. Böyle bir değer belirtilmemişse pot ömrü bir ilk deneme ile saptanır ve işleme zamanı **TL**'na danışarak belirlenir.

5.1.5 Tüm kalıp şekillerinin ve üretim yöntemlerinin ayrıntılı olarak kapsanması mümkün değildir. Özel durumlar için, **TL** ile anlaşmak sureti farklılıklar söz konusu olabilir.

5.2 Kalıplarla ilgili istekler

5.2.1 Kalıplar, bir taraftan laminasyon veya sertleşme sırasında izin verilmeyen şekil değiştirmeler meydana gelmemesi için yeterli rijitliğe sahip olacak, diğer taraftan laminat sertleşmesini etkilemeyecek uygun malzemeden yapılacaktır. FTP'den yapılan kalıplar, tam sertleşmeden ve bunu takip eden temperlemeden sonra kullanılabilir.

5.2.2 Vakum yöntemi ile üretilen ürünlerin kalıplarında, ek olarak kesin hava sızdırmazlığı sağlanacaktır.

5.2.3 Kalıpların yüzeyi mümkün olduğu kadar pürüzsüz olacak, keskin kenarlı olmayacaktır. Kalıplar, ürünün kalıptan kusursuz olarak ayrılmasını sağlayacak şekilde dizayn edilecektir.

5.2.4 Laminasyon başlangıcından önce, yapı parçasının yüzeyine yeterli miktarda uygun bir ayırıcı madde uygulanır ve laminasyon için öngörülen sıcaklığa getirilir. Yüzeyler tozlardan arınmış ve kuru olacaktır. Ayırıcı maddenin silikon bazlı olmasına izin verilmez.

5.3 Laminat yapı

5.3.1 Yüzeyin korunması jelkot uygulanarak tamamlandığında, jelkot reçine bileşeni 0,4 ile 0,6 mm. arasındaki düzgün kalınlıkta uygun bir yöntem kullanılarak uygulanacaktır.

5.3.2 İlk laminat tabakası, jelkot uygulamasından sonra mümkün olan en kısa zamanda uygulanmalıdır. Bunun için birim alana ağırlığı düşük olan yüksek reçine içeriği ile elyaf keçe veya dokuma kullanılır (örneğin; cam elyafta maks. 450 g/m^2 ve ağırlıkta %30 cam).

5.3.3 Laminat, onaylanmış teknik dokümanlara göre üretilir. Bunun için yöntem hakkında **TL**'na danışılacaktır. Takviye tabakasının yeterince havası alınacak ve gerekli reçine miktarının erişebileceği kadar sıkıştırılacaktır. Reçinenin koyulaşmasından kaçınılacaktır.

5.3.4 Bir defa sertleşebilen malzemenin maksimum kalınlığı, maksimum müsaade edilen ısı yayılımında belirlenir. Vakum yönteminde kural olarak belirleyici faktör, havası tamamı ile alınabilen tabakaların maksimum sayısıdır.

5.3.5 Laminasyon işlemi; ana laminat reçinesinin jelleşme noktasını aşmasına neden olacak bir süre için durdurulursa, ana laminat ile üst laminat arasındaki yapışmanın doğrulanması için bir test yapılacaktır.

Belirli işlem koşullarında, her reçine sistemi için, laminasyon işleminin izin verilen durdurulma süresi belirlenecektir. Bu sürenin aşılması halinde, laminat, tozdan arındırıldıktan sonra yeterli yapışma özelliği elde edebilmek için taşlanacaktır. Ortoftalik asitte ve kabuk oluşturucu madde içermeyen standart glikol esaslı UP reçinelerde, laminasyon işleminin 48 saat durdurulmasının, herhangibir ilave kanıta gerek kalmaksızın, laminasyon işlemi bakımından kritik olmadığı kabul edilebilir.

5.3.6 Matris sistemi olarak hafif stiren buharlaşmalı reçine içeren laminatın taşlanmasında, yüzey keçe tabakasına kadar kaldırılacaktır. Yüzeyde kabuk oluşturucu madde (örneğin parafin) kalmamasını sağlamak üzere yüzey, yeni zımpara kağıdı ile zımparalanacaktır.

Aynı işlem, yapıştırılacak malzeme yüzeylerinin işlenmesinde de uygulanacaktır.

5.3.7 Laminatın değişik kalınlıkları arasındaki geçiş kademeli yapılacaktır (fiber doğrultusundaki cam dokuma için). Minimum değer her 600 g/m^2 takviye

malzemesi için 25 mm. alınabilir. Bir sandviç yapıdan katı laminata geçiş bölgesinde çekirdek malzemeye 1:3'den fazla olmayan bir eğim verilecektir.

5.3.8 Karmaşık şekilli parçalarda, takviye tabakasının kesiminden kaçınılamıyorsa, kesilen kenara bindirme veya takviye kuşağı yapılacaktır. Laminatların sokra veya armuz bölgelerinde takviye tabakaları, minimum 600 g/m^2'ye kadar 25 mm. olmak üzere bindirilecektir.

5.3.9 Çeşitli bileşenlerin laminasyonla birleştirilmesi yalnız tamamıyla sertleşmeden yapılabilir. Özellikle laminatların çapraz noktalarına özen gösterilmelidir.

5.3.10 Paralel ve iç astarlar, kir ve nemden arındırılmış olacaktır. Laminatlarla birleşme yüzeyleri uygun bir yöntemle (pürüzlendirme, bağlama maddeleri ve benzerleri) hazırlanacaktır.

5.4 Cam elyaf reçine püskürtülmesi

Cam elyaf reçine püskürtülmesi için, yarı mekanik elle laminasyon yönteminde aşağıdaki özel istekler yerine getirilecektir.

5.4.1 Kullanılacak cihazları kullanmadan önce gösterilecek ve uygunluğu kanıtlanacaktır.

5.4.2 Elyaf-reçine püskürtücülerinin ve gerektiğinde yardımcılarının yeterliliği, yöntem testi ile **TL**'na kanıtlanacaktır.

5.4.3 Cihazlar üretici talimatına uygun olarak kalibre edilecektir. Kalibrasyon düzenli olarak, elyaf-reçine püskürtmesinden önce fakat en az her üretim kademesinin başlangıcında yapılacaktır.

5.4.4 Filtrelerin kesme uzunluğu 25 mm. ile 50 mm. arasında olacaktır.

5.4.5 İlk laminat tabaka için maksimum 450 g/m^2'lik tozla birleştirilmiş bir tekstil cam keçe kullanılacaktır. Bu tabakadaki cam ağırlığı miktarı (elle uygulanacaktır) ağırlığın %30'u olacaktır.

5.4.6 Bir kombine laminatta püskürtme laminat tabakasının birim alanına düşen cam ağırlığı 1150 g/m^2'yi aşmayacaktır.

5.4.7 Maksimum 1150 g/m^2 elyaf püskürtüldükten sonra havadan arındırılacak ve kompozit pekiştirilecektir.

5.4.8 Takviye tabakasının düzgün yerleştirildiği ve cam ağırlığının düzgün dağılımının sağlandığı, muntazam olarak kontrol edilecektir. **TL**, test parçalarından elde edilen sonuçları kontrol etmek üzere bunları isteme hakkını saklı tutar.

5.5 Sertleştirme ve Temperleme

5.5.1 Tamamlanmış bileşenler, termoset reçinenin yeterli derecede sertleşmesinden sonra kalıptan çıkarılır. Gerekli sertleşme zamanı, üreticinin talimatına bağlıdır. Diğer taraftan soğukta sertleşen sistemler için minimum sertleşme süresi 20°C'da 12 saat olarak kabul edilir.

5.5.2 Basınç altında, UV ışınları ile ve/veya yüksek sıcaklıkta sertleşen reçine sistemleri, üretici talimatına uygun olarak işleme tabi tutulacaktır.

5.5.3 Bileşenler, sertleşmeden sonra derhal yüksek sıcaklıkta tekrar ısıl işleme tabi tutulacaktır (temperlenecektir). Temperleme zamanı ilgili reçineye ve bu bileşenin temperleme esnasında erişebileceği sıcaklığa bağlıdır. Bu, ısı etkisindeki boyutsal stabilite sıcaklığının altında kalacaktır. Bu hususta **TL** ile anlaşmaya varılacaktır. Sonradan temperlenmeyen soğukta sertleşen sistem 16°C'da 30 gün depolanır.

25°C sıcaklığa kadar olan depolama süresi uygun olarak azaltılır. Sonradan sertleşme için ilgili üretici spesifikasyonu mevcutsa veya deney sonuçlarına dayanan sonradan sertleşme değerleri bulunuyorsa **TL**'nun onayı ile temperleme süresi kısaltılabilir. Bu değerler bilinmiyorsa aşağıdaki temperleme koşulları uygulanır (polyester/epoksi reçine 40°C / 50°C'da en az 16 saat veya 50°C / 60°C'da en az 9 saat).

5.6 Yapıştırma

5.6.1 Yapıştırmalı bağlantılar

5.6.1.1 Yük taşıyan kısımlardaki yapıştırmalı

bağlantılar, eşdeğer bir deneyim mevcut değilse, genelde, her durumda anlaşmaya varılacak testlerle doğrulanacaktır.

Not :
Çok tiksotropik yapıştırıcılarda, üretim prosesi dikkate alınarak, bunların uygunluğu önceden kanıtlanmalıdır.

5.6.1.2 Yük taşıyan yapıların yapıştırmalı bağlantıları için üretim ve test spesifikasyonu oluşturulacaktır. Özellikle, yapıştırıcı tabaka kalınlıklarının nominal değerleri ve toleransları, izin verilen hataların maksimum boyutu ve dağılımı belirtilecektir. Yapıştırmalı bağlantıların hesaplama ile yapılan doğrulanması sırasında; yapıştırıcı tabaka kalınlıkları, toleranslar ve izin verilen hataların boyutu ve dağılımı dikkate alınacaktır.

5.6.1.3 Yapıştırma için sadece özellikleri doğrulanmış yapıştırıcılar kullanılabilir. Yapıştırıcılar, birleştirilecek malzeme üzerine olumsuz etki yapmamalıdır.

5.6.1.4 Temas korozyonu (temas-hattı korozyonu) olasılığı, uygun önlemlerle giderilecektir.

5.6.1.5 Eğer FTP bileşenler yapıştırılacaksa ve laminasyon sisteminden farklı bir reçine sistemi kullanılıyorsa, yapıştırmadan önce bileşenler bütünüyle sertleştirilecektir.

5.6.2 Birleştirme işlemi

5.6.2.1 Sentetik malzemeler ve metaller için çeşitli yüzey ön işlemleri örneğin; ISO 17212 ve EN 13887'ye uygun olacaktır.

5.6.2.2 Yapıştırılacak malzemelerin yüzeyleri, kuru ve çözücü maddelerden (yağ, parafin, petrol, vb.) yabancı maddelerden (toz, pas, vb.) ve solventlerden arındırılmış olacaktır. Özellikle, temizleme amaçlı olarak solvent kullanılırken bunların malzeme ile uyumu ve yeterli havalandırma süresi sağlanacaktır.

5.6.2.3 Düzgün yüzeyler, mekanik olarak (mekanik taşlama, kum püskürtme, vb.) veya kimyasal olarak asitle işleyerek pürüzlendirilecektir. Yapıştırılan malzeme tabakasının yüzeyi yapıştırmayı olumsuz etkiliyorsa (örneğin; polyester reçinede kabuk oluşumu veya FTP'de pullaşma artıkları ya da alüminyumda oksit tabakaları), bu işlem kesinlikle gereklidir.

5.6.2.4 Birçok halde, özellikle uygun bir primerin uygulanmasından sonra, yapıştırma mukavemetinde artış elde edilir. Özellikle, daha sonraki çevre koşullarından dolayı yüksek gerilmelere maruz kalabilecek yapıştırmalı bağlantılar için primer kullanımı önerilir.

5.6.2.5 Yapıştırıcılar, üretici talimatlarına göre kullanılacaktır. Dolgu maddesinin oranı izin verilen değeri aşmamalıdır. Yapıştırıcı karıştırılırken, hava girişi mümkün olduğu kadar önlenecek şekilde, katkıların düzgün şekilde karışması sağlanacaktır.

5.6.2.6 Yapıştırıcı; yapıştırılacak malzemeye düzgün ve mümkün olduğunca boşluksuz olarak uygulanacaktır. Eğer yüksek tiksotropik yapıştırıcılar kullanılıyorsa, birleştirilecek yüzeylere, saf reçineye uygun ince bir alt tabaka uygulanması tavsiye edilir.

5.6.2.7 Yapıştırıcıyı uyguladıktan sonra, birleştirilecek malzemeler zaman geçirmeksizin bir araya getirilecek ve yerine sabitlenecektir.

5.6.2.8 Yapıştırıcının tamamen sertleşmesinden önce herhangi bir yük uygulanmasına izin verilmez. Termoset yapıştırıcılı tüm yapıştırmalı birleştirmeler için, birleştirmenin temperlenmesi önerilir, soğukta sertleşme durumunda, temperleme kural olarak gereklidir.

5.6.2.9 Sertleşmeden sonra, yapıştırmalı birleştirme, yabancı maddelerin (örneğin; nem) girmesine karşı korunacaktır.

6. Üretimin Denetimi

6.1 Genel

6.1.1 FTP'den yapılan yapı elemanları için, ana malzemenin kalite kontrolünü, üretimin denetimi ve tamamlanmış yapı elemanlarının kalitesinin kontrolünü kapsar.

6.1.2 Üretim denetimleri; iç ve üçüncü taraf (dış) denetimler olmak üzere ikiye ayrılır. Bu kurallara göre üçüncü taraf (dış) denetimden, iç denetimin ve yapı elemanları kalitesinin **TL** tarafından periyodik ve rastgele kontrolü anlaşılır.

6.1.3 **TL**, önceden haber vermeden, işyerinde kontrol yapma hakkını saklı tutar. Üretici sörveyörün, üretim depolama ve test yerlerine girmesine izin verecek ve yaptığı testlere ve kayıtlara ait belgeleri gösterecektir.

6.1.4 Kalite yönetim sistemi sertifikası alan işyerleri için üçüncü taraf (dış) denetim kapsamı daraltılabilir.

6.2 Malın giriş kontrolü

6.2.1 Malzemelerin karakteristik değerleri ve özellikleri, üretici tarafından muayene dokümanları ile doğrulanacaktır.

EN 10204 (ISO 10474)'e göre aşağıdaki muayene dokümanları -asgari olarak- gereklidir:

EN 10204-2.2 Elyaf ürünler, gel coat reçineler, boyalar

EN 10204-2.3 Katmerli reçineler, prepreg, çekirdek malzemeleri, yapıştırıcılar

6.2.2 Giriş muayenesi sırasında, malzemeler asgari olarak hasarlar yönünden ve sertifikalara uygunluk yönünden kontrol edilecektir. Malzeme özellikleri, rastgele seçilen örneklerle kontrol edilecektir.

6.2.3 Mallar, üretici isteklerine ve buradaki kurallara uygun olarak depolanacaktır.

6.3 Üretim kontrolü

6.3.1 Üretimle ilgili ayrıntılar; bileşenlerin üretimi ve testine ait örnek dokümanlarını da içeren spesifikasyonlarda belirtilecektir. Üretim ve kalite kontrol bölümlerinin görev ve sorumlulukları açık olarak tanımlanacaktır.

6.3.2 Üretimin devamı süresince, üretimin her aşaması, dokümanlar esas alınarak, her aşamadan sorumlu personel tarafından imzalanacaktır.

6.3.3 Üretimde çalışan personel, yaptığı işe uygun şekilde eğitilmiş olacak ve mesleki ehliyeti kontrol altında tutularak çalışacaktır. Yapıştırmalı birleştirmelerde, sorumlu gözetmenler yapıştırıcılar konusunda vasıflı ve işi yapan personel uygun eğitimlerden geçmiş olacaktır.

6.3.4 Bileşende kullanılan malzemelerin parti numarası, üreticine kadar izlenebilmek üzere (gerektiğinde) üretim dokümanlarına dahil edilecektir. Tabakaya konulan takviye tabakaları, elyaf doğrultusu da dahil olmak üzere üretim prosesi sırasında kontrol edilecektir.

6.3.5 Reaktif reçine bileşiminin her partisinden bir örnek alınacak ve test edilecektir. Eğer karıştırma devamlı yapılıyorsa, her partiden ve üretim aşamasından bir örnek alımı yeterlidir. Bu örnekler, sertleşme dereceleri bakımından rastgele kontrol edilecektir. Sonuçlar kaydedilecektir.

6.3.6 **TL** tarafından talep edilirse, 50x50 cm'lik referans tabakalar, paralel olarak üretilecektir. Bunlar, mukavemet hesaplarında kullanılan malzeme değerlerinin doğrulanması için esas oluştururlar.

6.4 Yapısal Testler

6.4.1 Üretim sırasında ve üretimin bitiminde yapı elamanı gözle muayeneye tabi tutulacaktır. Özellikle boşluklara, delaminasyona, eğilmelere, bükülmelere, renk bozukluk larına, hasarlara, vb. dikkat edilecektir. Ek olarak genel durum, örneğin; yüzey düzgünlüğü değerlendirilecektir.

6.4.2 Yapı elemanlarının kalitesi, mümkünse üretim sırasında ve asgari olarak üretimin bitiminde uygun test yöntemleri ile belirlenecektir. Özellikle burada yapı elemanlarının yapıştırılmasına ve sertlik derecelerine dikkat edilecektir.

6.4.3 Tamamlanmış yapı elemanlarının statik ve/veya dinamik yük altındaki tekil veya ratgele testleri **TL** ile anlaşarak yapılacaktır.

B. Kompozit Malzemelerin Muayenesi ve Testleri

1. İstekler

1.1 Genel

1.1.1 Fiber takviyeli malzemeden yapılan

elemanların üretiminde kullanılan malzemeler, **TL** kurallarına göre **TL** tarafından denetlenecek ve onaylanacaktır. Aşağıdaki malzemeler onaylanacaktır:

- Jelkot ve laminasyon reçineleri için,
- Takviye malzemeleri,
- Prepregler,
- Çekirdek malzemeler,
- Yapıştırıcılar.

1.1.2 **TL**'na onay için başvuru, malzeme üreticisi veya bir temsilcisi tarafından **TL** Merkez Ofisine yapılacaktır. Başvuruya aşağıdakiler eklenecektir:

- Mamülün tanımı,
- Emniyetle ilgil bilgiler,
- Depolama ve işleme bilgileri,
- Tanınmış test kuruluşundan (akredite test laboratuvarı veya resmi otoritelerce kabul edilmiş test yeri) alınmış test sertifikasının kopyası,
- Test malzemesinin, onayı istenen malzeme ile aynı olduğu ve **TL** kurallarına uygun olarak üretildiği hakkında üreticinin yazılı beyanı.

1.1.3 Testler bu kuralda belirtilen standartlara uygun olarak yapılacaktır. Diğer ülkelerin benzer standartları her durum için **TL**'nun onayı alındıktan sonra kullanılabilir.

1.1.4 **TL** tarafından istenen minimum özelliklere, tüm test numunelerinde erişilecektir.

1.1.5 Bazı test numunelerinden alınan test sonuçlarının yetersiz olması halinde aşağıdaki hususlara dikkat edilecektir (6 testden oluşan esas miktar için):

- Bir veya iki test numunelerinin test sonuçları yetersizse iki misli sayıda test numunesi alınarak testler tekrar edilecektir,
- Üç veya üçten fazla test numunesinden yetersiz sonuç alınırsa, **TL** izin verdiği takdirde yeni test numuneleri hazırlanarak testler yeniden yapılabilir,
- Tekrar testlerinde yalnız bir test parçasından yetersiz sonuç alınırsa bunlara onay verilemez.

1.1.6 Malzeme, **TL** isteklerini yerine getiriyorsa **TL** tarafından bir malzeme onayı verilir. Bu, genelde dört sene için geçerlidir. Bunun uzatılması mümkündür.

1.1.7 Malzemedeki değişmeler ve diğer değişiklikler derhal **TL**'na bildirilecektir. Malzeme onayının daha sonraki geçerliliğine, bulunduğu duruma göre karar verilir.

1.1.8 Üretici malzeme kalitesinin değişmezliğini, uygun QM ölçüsünde güven altına alacaktır. Bu sağlanamıyorsa, **TL** onayı askıya alma veya geri çekme hakkını saklı tutar.

1.1.9 Malzeme onayının geçerlilik süresi içinde **TL**, malzeme özelliklerinin kontrolünü isteme ve/veya yapma hakkını saklı tutar. Burada sonuçlar istenilen değerlere göre yetersiz bulunuyorsa malzeme onayı geçerliliğini kaybeder.

1.1.10 Onay, sadece onaylanmış malzemeyi kapsar. Bu malzemenin, diğer onaylı bir malzemeyle

birleştirilmesinde, kullanılabilirliği üretici veya kullanıcı tarafından bağımsız olarak kanıtlanacaktır. Tereddüt halinde **TL**, birleşik malzemenin özelliklerinin kontrolünü isteme hakkını saklı tutar.

1.2 Termoset Reçine

1.2.1 Genel

1.2.1.1 Malzeme onayı için uygulanacak esas istekler, 1.1'de belirtilmiştir.

1.2.1.2 Termoset reçinenin genel bir tanımı ve işleme koşulları ve de işleme durumunda reçinenin özellikleri verilecektir. Sertleştirilmiş termoset reçinenin ana özellikleri tanınmış bir test kuruluşundan alınan test sertifikası ile kanıtlanacaktır. Bu değerler, belirtilmiş minimum istekleri sağlayacaktır.

1.2.1.3 Soğukta sertleşen doymamış polyester (UP) reçine ve soğukta sertleşen epoksi (EP) reçineler, özel olarak aşağıda tanımlanmıştır. Diğer reçine tipleri için, **TL** ile anlaşmak suretiyle onay alınabilir. Burada gerekli minimum değerler her bir durum için **TL** tarafından saptanır, ancak asgari olarak (UP) reçinesindekilere uymun olacaktır.

1.2.2 Tanım

1.2.2.1 Termoset reçinenin, açık olarak belirlenmesini sağlayacak aşağıdaki bilgilerle bir tanımı yapılacaktır:

- Reçine tipi ve durumu,
- Kullanım maksadı,
- Üretici,
- Ticari markası.

1.2.2.2 Ek olarak aşağıdakiler de verilecektir:

- Depolama koşulları,
- İşleme için çevre koşulları,
- Müsaade edilen katkıların tipi ve oranı,
- Sertleşme koşulları, temperleme.

1.2.3 İşleme ve setleşme sırasındaki özellikler

1.2.3.1 Özellikler aşağıda verilen standartlara göre belirlenecektir:

- Yoğunluk (DIN EN ISO 1675),
- Vizkozite (DIN 53015 - DIN EN ISO 2555),
- Reaktivite :

  UP reçinesi : Asit sayısı
  (DIN EN ISO 2114)

  EP reçinesi : Epoksi eşdeğeri
  (DIN EN ISO 3001),

- WP reçinesi : Monomer oranı
  (DIN EN ISO 3251),
- Jel zamanı (Sıcaklık artışı)
  (DIN 16945, Section 6.2, 6.3 - DIN EN ISO 2535),
- Sertleşme büzülmesi (DIN16945 Bölüm 6.5).

1.2.4 Sertleşme durumunda özellikler

1.2.4.1 Sertleşme durumunda tüm termoset reçineler için aşağıdaki özellikler verilecektir:

- Yoğunluk,
- Su emme özelliği,
- Çekmede mukavemet ve elastisite modülü ve kopma uzaması,
- Eğilmede mukavemet ve elastisite modülü,
- Isı altında şekil değiştirme.

1.2.4.2 Jelkot ve topkot reçineler için aşağıdaki bilgiler ek olarak verilecektir:

- Aşınma direnci,
  (ISO 9352) 3 test parçası
- Deniz suyuna, akaryakıta, hidrolik yağına, zayıf asitlere ve alkalilere karşı direnci (DIN EN ISO 175).

1.2.4.3 Özelliklerine göre, aşağıdakiler tanınmış bir test kuruluşunun test sertifikası ile doğrulanacaktır. Bu amaçla kullanılan test numuneleri sunulan işleme kılavuzuna göre üretilecektir. Test numuneleri sertleştirilecek ve 40°C'da 16 saat (polyester reçine) veya 50°C'da 16 saat (epoksi reçine) temperlenecektir. Jelkot ve topkot reçineler için yalnız ilk dört tanım değeri kanıtlanacaktır.

- Yoğunluk (DIN EN ISO 1183 yöntem A) 3 test numunesi,
- Su emme özelliği (DIN EN ISO 175, test numunesi 50 mm. x 50 mm.x4 mm) 3 test numunesi,

- Isı altında şekil değiştirme (DIN EN ISO 75-2 Yöntem A) 3 test numunesi,

- Çekme mukavemeti, çekmede kopma uzaması ve elastisite modülü (DIN EN ISO 527-2, test parçası 1B) 6 test numunesi,

- Eğilme mukavemeti (DIN EN ISO 178) 6 test numunesi,

- Eğilme elastisite modülü (DIN EN ISO 178) 3 test numunesi.

1.2.4.4 Mekanik özellikleri normal olarak standart iklim koşullarında 23 / 50 (23°C, %50 relatif nem). Reçinenin öngörülen çalışma sıcaklığı alanı -20°C ile +50°C arasında bulunmuyorsa, test sıcaklıkları **TL** ile anlaşmaya varılarak tespit edilir.

1.2.4.5 Çekme ve eğilme deneylerindeki test hızı, test numunesinin veya kenar liflerinin uzamasının %1/dakika civarında olmasını sağlayacak şekilde seçilir. Bu test raporuna yazılacaktır. Elastisite modülü %0,05 ile %0,25 arasında sekant modülü olarak belirlenir. Su emme kabiliyeti özellikle 23°C'da 24±1 saat ve 168 ±2 saatten sonra belirlenir.

1.2.5 Minimum özellikler

1.2.5.1 UP reçinesinden oluşan reçine ürünü için laminasyon reçinesi olarak kullanmak üzere aşağıdaki minimum değerler belirlenmiştir (parantez içindeki değerler jelkot reçineye aittir).

Çekme mukavemeti	40 MPa	(-)
Kopma uzaması	%2,0	(%3,0)
Elastisite modülü (çekme)	2700 Mpa [N/mm^2]	(-)
Eğilme mukavemeti	80 MPa [N/mm^2]	(-)
Isı altında şekil değiştirme	60°C	(60°C)

168 saat sonra su emme kabiliyeti lamine reçinelerinde 70 mgr'ı ve jelkot reçinelerinde 60 mgr'ı aşmayacaktır.

1.2.5.2 EP reçinesinden yapılan reçine ürünlerine aşağıdaki minimum değerler uygulanır:

Çekme mukavemeti	55 MPa [N/mm^2]	(-)
Kopma uzaması	%2,5	(%3,5)
Elastisite modülü	2700 MPa[N/mm^2]	(-)
Eğilme mukavemeti	100 MPa [N/mm^2]	(-)
Isı altında şekil değiştirme	70°C	(70°C)

168 saat sonra su emme kabiliyeti, lamine ve jelkot reçinelerinde 50 mgr'ı aşmayacaktır.

1.2.5.3 Jelkot reçinelerde aşınma dayanıklılığı özellikleri, bulunduğu ortama karşı dayanma özellikleri başvuru sahibi tarafından belirlenebilir.

- Deneylerden elde edilen aşınma direnci (kayma aşınma oranı) yeterlidir,

- DIN ISO 175'de istenilen özellikler 23°C'da 24 saat ve 168 saat sonra belirlenecektir. Bu değerlere bağlı olarak başvuru sahibi ve **TL**'nun anlaşması ile aşağıdaki sınıflandırma yapılır:

  - Dayanıklı,

  - Koşullu dayanıklı,

  - Dayanıksız.

1.3 Takviye malzemesi

1.3. 1 Genel

1.3.1.1 Madde 1.1'de belirtilen ana koşullar malzeme onayında uygulanır.

1.3.1.2 Takviye malzemesinin ve filament liflerin genel bir tanımı verilecektir. Takviye malzemesinden alınan laminat test numunesinin ana özellikleri tanınmış bir test kuruluşunun verdiği test sertifikası ile doğrulanacaktır. Bu değerler belirtilen minimum istekleri sağlayacaktır.

1.3.1.3 Aşağıdakiler cam, karbon ve aramiden yapılan

fiber takviyelerine uygulanır. Diğer takviye fiberli ürünler, **TL** ile anlaşmaya varılarak onaylanabilir. Burada minimum özellikler her bir durum için tespit edilecektir.

1.3.1.4 Piyasada çok sayıda fiber takviyeli ürünlerin bulunması nedeniyle bunlardan ancak çok kullanışlı olanlar kayda alınır. Örtülü olmayan ürünler (örneğin; kompleksler, hibridler) **TL** ile anlaşmak suretiyle onaylanabilir.

1.3.2 Tanım

1.3.2.1 Takviye malzemesinin açık olarak belirlenmesini sağlayan bir tanımı gereklidir:

- Fiber malzeme,
- Takviye tipi (keçe, dokuma),
- Üretici,
- Ticari ismi,

1.3.2.2 Ek olarak aşağıdakilerde istenir:

- Teslim şekli,
- Depolama koşulları,
- İşleme talimatı.

1.3.2.3 Filament lifler ve bunların işlemleri / yapıştırma verilecektir:

- Lif çapı (ISO 1888-ISO 137),
- Bağlamanın uygunluğu veya yapıştırma,
- Reçinenin bağdaşması.

Cam elyaflı ürünler için ortalama lif çapı 19 µm. aşmamalıdır.

1.3.2.4 Çeşitli fiber malzeme ve/veya filament liflerin bir kombinasyonundan oluşan takviye ürünleri için tüm liflerin tipi belirtilecektir.

1.3.2.5 E veya R camı olmayan tekstil cam takviyeli ürünler DIN 1259-1'e göre kullanılacaksa, tanınmış bir test kuruluşunun test sertifikası ile alkali oksit içeriğinin (DIN ISO 719) %1'den az olduğu kanıtlanacaktır.

1.3.3 Takviye ürünlerinin özellikleri

1.3.3.1 Fitiller

- Fitildeki elemanlar liflerin sayısı,
- Liflerin narinliği (ISO 4602)

Fitiller, kesme fitili olarak kullanılıyorsa, kesme fitillerinin katılığı (ISO 3375) tanınmış bir deney kuruluşunun sertifikası ile doğrulanacaktır.

1.3.3.2 Keçeler (sürekli veya kesik)

- Lif uzunluğu (kesik için),
- Lifin narinliği (lineer yoğunluğu) (ISO 1889),
- Birim alana düşen ağırlık (ISO 3374),
- Katman kalınlığı (ISO 3616),
- Yapıştırıcı (1.3.3.5'e bakınız).

1.3.3.3 Dokuma

- Büküm ve atkı doğrultusunda liflerin narinliği (ISO 1889),
- Büküm ve atkı doğrultusunda liflerin sayısı (EN 1049-2),
- Birim alana düşen ağırlık (ISO 3374),
- Dokuma kalınlığı (ISO 4603),
- Dokuma cinsi (DIN 61101 - 1).

1.3.3.4 Dokumasız

- Yapısı,
- Tekil katmanların ve dokumasız ürünlerin birim alana düşen ağırlığı, (ISO 3374),
- Dokumasız ürünün kalınlığı (ISO 4603),

- Yapıştırıcı (3.3.5'e bakınız).

Bir dokumasız ürün, keçe veya dokuma katmanları içeriyorsa, gerektiğinde lineer yoğunlukla birlikte lif boyu da verilecektir.

1.3.3.5 Mekanik ve kimyasal yapıştırma arasındaki fark belirtilecektir. Kimyasal yapıştırmada, yapıştırıcı, ağırlık yüzdesi (cam ISO 1887, Karbon DIN 29965) ve erime kabiliyeti (ISO 2558) verilecektir. Mekanik yapıştırmada, birleştirme tipi verilecektir.

1.3.3.6 Değişik lif malzemeli takviye ürünlerinde, kullanılan malzemelerin takviye doğrultusundaki yüzdeleri belirtilecektir.

1.3.4 Takviye ürünlerinin laminat özellikleri

1.3.4.1 Laminat üretimi için öncelikle **TL** onaylı soğukta sertleşen UP reçinesi kullanılacaktır. Sertleşmeden sonra test numuneleri 40°C'da 16 saat temperlenecektir. Özel nedenlerle diğer (sıcakta sertleşen) termoset reçineler kullanılacaksa, önceden **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

1.3.4.2 Fitiller için tüm lif malzemelerinde çekme test numuneleri, DIN 29965, Bölüm 4.1.3.5'e göre hazırlanacaktır. Çekme mukavemeti kopma uzaması, ve elastisite modülü, tanınmış bir test kuruluşu tarafından DIN 65382'ye göre yapılan 6 deneyden ortalama değerleri alınarak hazırlanan bir test sertifikası ile doğrulanacaktır. Ayrıca yassı çekme test numunesi ile ISO 527-1, 4, 5'e göre çekme mukavemeti, elastisite modülü doğrulanacaktır.

1.3.4.3 Diğer tüm takviye ürünleri için DIN EN 2374 Bölüm 5.3 (Yöntem C)'ye göre laminat test levhaları hazırlanacaktır. Burada takviye ürünleri aynı doğrultuda tertiplenecektir. Takviye doğrultusunun sayısına bağlı olarak laminatlar yaklaşık aşağıdaki kalınlıklarda olacaktır: tek doğrultulu laminatlar 2 mm. iki doğrultulu laminatlar 4 mm. ve çok doğrultulu laminatlar 5 mm.

1.3.4.4 Kesik fitillerin kullanımı için fiber reçine püskürtme yöntemi ile ilgili test levhası hazırlanır. Bu durumda kesit fitillerin boyu 35 mm. olacaktır.

1.3.4.5 Test levhasından her deney için belirtilen sayıda test numunesi çıkartılır. Burada mekanik özellikleri test etmek için laminatların takviye doğrultularında test numuneleri alınır. Takviye doğrultuları rastgele dağıtılmış olan ürünler için birbirlerine dik olmak üzere herhangi iki doğrultuda test numuneleri alınır.

1.3.4.6 Test numuneleri, standart iklim koşullarında en az 16 saat bekletildikten sonra DIN EN ISO 291'e göre test edilecektir.

1.3.4.7 Tanınmış bir test kuruluşunun sertifikası ile aşağıdaki özellikler doğrulanacaktır:

- Fiber içeriği (ISO 1887, karbon DIN EN 2564) 3 test numunesi,

- Çekme mukavemeti, kopma uzaması, çekme elastisite modülü (DIN EN ISO 527-4 test parçası III) 6 test numunesi,

- Eğilme mukavemeti, eğilme E-modülü (DIN EN ISO 14125 Yöntem A) 6 test numunesi.

Standarttan farklı olarak, çekme elastisite modülü, kopma uzamasının %10 ile %50'si arasında sekant modülü olarak hesaplanacaktır.

Karbon fiber için ek olarak basınç mukavemeti ve basınç E modülü kanıtlanacaktır.

1.3.4.8 Test hızı, test parçasında veya kenar liflerde uzama oranının %1 / dakika olmasını sağlayacak şekilde seçilir. Test hızı belirtilecektir.

1.3.4.9 Testler standart çevre koşullarında 23 / 50 (23°C / %50 bağıl nem) yapılacaktır. Fiberin çalışma sıcaklığı -20°C ile +50°C arasında değilse, ilave test sıcaklığı için **TL** ile anlaşmaya varılacaktır.

1.3.5 Minimum özellikler

1.3.5.1 Onay için fiber takviye ürünleri mekanik özelliklerde saptanan minimum özelliklerine erişilecektir. Fiberin hacim içeriğinin özelliklerine etkisi bu değerlerin saptanmasında hesaba katılmıştır. Düzgün katman yapısında değerler 0° doğrultusuna göre alınacaktır, aksi halde gerçek katman yapısına göre bir düzeltme gereklidir.

1.3.5.2 Tüm mekanik özellikleri kanıtlayan minimum özellikler, Tablo 13.1'deki değerlere bağlı olarak aşağıdaki formülden hesaplanır:

$$X_{min} = \alpha \left[X_{ref} \left(\frac{\varphi}{0,4} \right) \right]$$

Burada ;

X_{min} = Minimum tanım değeri,

X_{ref} = Fiber hacim içeriği φ=0,4 de referans değeri,

α = Katman yapısı için katsayı,

φ = Fiber hacim içeriği $0,2 \leqslant \varphi \leqslant 0,6$.

Yukarıdaki değerlerden sapmalar cam keçeli veya kesik fitilli laminatlar için geçerlidir bu durumda fiber ağırlık içeriği yüzdesi $0,25 \leqslant \psi \leqslant 0,35$ için minimum değerler:

- Çekme mukavemeti,

  $R_Z = 1278\ \psi^2 - 510\psi + 123$ [MPa],

- E modulü (çekme),

  $E = (37\ \psi - 4,75)10^3$ [MPa],

- Eğilme mukavemeti,

  $R_B = 502\ \psi^2 + 106,8$ [MPa],

1.3.5.3 Takviye ürünlerinin çok doğrultulu yapılarda özellikleri en az bir doğrultuda (tercihen 0°) kanıtlanacaktır.

1.3.5.4 Değişik fiber malzemeli takviye ürünleri için bir doğrultuda malzeme değerleri, en düşük minimum özellikler ile sağlanacaktır.

1.3.5.5 Dokuma için minimum değerler 0°/ 90° katman yapısı için belirtilen değerlerin %95'i olacaktır.

1.3.5.6 Kesik fitillerin ISO 3375'e göre kanıtlanan rijitliği 130 mm.nin altına düşmeyecektir.

1.3.5.7 Minimum değerlerin belirlenmesinde kabul edilen tanım değeri ve elyaf hacim içeriği arasındaki lineer enterpolasyon, tüm özelliklere uygulanmaz ve bu nedenle ölçülen değerlerin ekstrapolasyonunda kullanılmaz.

1.4 Prepreg

1.4.1 Genel

1.4.1.1 Malzeme onayı için Madde 1.1'de belirtilen ana koşullar uygulanacaktır.

Tablo 13.1 Minimum özelliklerin belirlenmesi için katsayılar

Elyaf	Özellikler	X_{ref} [MPa]	α			
			0°	0°/90°	0°/±45°	0°/90°/±45°
Cam	Çekme Mukavemeti	500	1,00	0,55	0,50	0,45
	Çekme E-Modülü	26.000	1,00	0,67	0,57	0,55
	Eğilme Mukavemeti	650	1,00	0,55	0,45	0,40
Karbon	Çekme Mukavemeti	900	1,00	0,55	0,50	0,45
	Çekme E-Modülü	80.000	1,00	0,55	0,45	0,42
	Eğilme Mukavemeti	725	1,00	0,55	0,45	0,40
	Basınç Mukavemeti	600	1,00	0,55	0,50	0,45
	Basınç E-Modülü	70.000	1,00	0,55	0,50	0,45

1.4.1.2 Isı ile sertleştirilen reçine sistemi esaslı prepreglerde reçinenin sertleştirilme yöntemi için **TL**'na danışılması gereklidir.

1.4.1.3 Sertleştirilmiş prepreg laminatların testleri, fiberle takviye edilmiş ürünlerin laminatlarının testleri ile yanı şekilde yapılacaktır. Minimum özellikler için **TL** ile anlaşmaya varılan reçine sistemleri göz önüne alınacaktır.

1.4.1.4 Tek doğrultulu dokumasız ve dokumalı prepregler bu kuralların kapsamı içindedir. Diğer prepregler **TL** ile anlaşmaya varılarak onaylanabilir.

1.4.2 Prepreglerin özellikleri

1.4.2.1 Prepreglerin açık olarak belirlenmesi için genel bir tanımı gereklidir:

- Fiber malzemesi,
- Reçine sistemi,
- Takviye tipi,
- Ticari markası,
- Üretici,
- Depolama koşulları, işleme kılavuzu.

1.4.2.2 Sertleştirilmemiş prepreg malzemesi için aşağıdaki özellikler verilecektir:

- Birim alana düşen kütle (DIN EN 12127),
- Ağırlıktaki reçine yüzdesi, (DIN 29971 Bölüm 5.1.1.4),
- Katman kalınlığı (DIN 53855),
- Ağırlıkta reçinenin akma yüzdesi (DIN 65090 Bölüm 5.1.1).

1.4.2.3 Aşağıdakiler takviye malzemesi için gereklidir:

- Lif çapı (ISO 1888 - ISO 137),
- İplik sayısı (DIN EN 1049-2),
- Yapıştırma tipi (yalnız dokuma prepregler için).

1.5 Çekirdek malzeme

1.5.1 Genel

1.5.1.1 Malzeme onayı için 1.1'de belirtilen ana koşullar uygulanacaktır.

1.5.1.2 Çekirdek malzemenin genel bir tanımı verilecektir. Ana özellikler tanınmış bir test kuruşulunun sertifikası ile doğrulanacaktır.

1.5.1.3 Katı köpük malzemesi ve lifleri dik balsa ağacı, çekirdek malzemesi olarak göz önüne alınır. Diğer malzemelerden yapılan çekirdekler **TL** ile anlaşmaya varılarak onaylanabilir.

1.5.2 Katı köpük malzemesi

1.5.2.1 Genel tanım için aşağıdaki bilgiler gereklidir:

- Ana malzeme ve katkılar,
- Ticari markası,
- Üretici,
- Yapıştırma/kaplamaya uygun reçine sistemi,
- Depolama koşulları.

1.5.2.2 Üretici, izin verilen maksimum işleme sıcaklığını ve çalışma sıcaklığı limitlerini belirtecektir. Uzun süreli çalışma sıcaklığı en az -20°C'dan +50°C'a kadar olan aralığı kapsayacaktır.

1.5.2.3 Tanınmış bir test kuruluşundan alınan sertifika ile aşağıdaki özellikler doğrulanacaktır:

- Görünür yoğunluk (ISO 845)

  Test parçası kalınlığı $\geqslant$ 25 mm., 3 test numunesi,
- Su emme özelliği (ISO 2896) 3 test numunesi,
- Basınç mukavemeti (ISO 844) 6 test numunesi, test paneli düzlemine dik,

- E modülü (Basınç) (ISO 844) 3 test numunesi, test parçası III panelin düzlemine dik,

- Kesme mukavemeti (DIN 53294) 6 test numunesi,

- Kayma modülü (DIN 53294) 6 test numunesi.

1.5.2.4 Test numuneleri köpük örtüsü olmadan test edilecektir. Testler standard çevre koşullarında 23 / 50 (23°C / %50 relatif nem) yapılacaktır. Test yöntemleri esas olarak katı köpükler için verilmiştir. Dayanıklı katı köpüklerde tereddüt halinde **TL**'na danışılacaktır.

1.5.2.5 Aşağıdaki minimum özellikler görünür yoğunluk 60 kg/m^3 veya 200 kg/m^3 için belirlenmiştir.

	60 kg/m^3	**200 kg/m^3**
Basınç mukavemeti [MPa]	0,6	3,5
Elastite modülü basınç [MPa]	40	200
Kesme mukavemeti [MPa]	0,5	2,6
Kayma Modülü [MPa]	15	65
Suyu emme kabiliyeti (% hacim) (28 gün sonra)	2	2

1.5.2.6 Diğer görünür yoğunluklar için mukavemet ve modüllerin hesabında lineer enterpolasyon uygulanır.

1.5.3 Lifleri dik kesilmiş balsa ağacı

1.5.3.1 Lifleri dik balsa ağacı için istekler Bölüm 12'de belirtilmiştir.

1.5.3.2 Balsa ağacının yapışması, emprenye nedeniyle bozulmayacaktır.

1.6. Yapıştırıcılar

1.6.1 Genel

1.6.1.1 Malzeme onayı için 1.1'de belirtilen ana koşullar uygulanacaktır.

1.6.1.2 Yapıştırıcıların genel bir tanımı yapılacaktır. Sertleşen yapıştırıcıların ana özellikleri tanınmış bir test kuruluşunun sertifikası ile doğrulanacaktır.

1.6.1.3 Aşağıda özellikle soğukta ve sıcakta sertleşen termoset yapıştırıcılar ve de sıcak-eriyik (hot melt) yapıştırıcılar söz konusudur. FTP'in işlemesinde kullanılması öngörülen diğer yapıştırıcılar (örneğin; genleşme yapıştırıcıları) **TL** ile anlaşarak kullanılabilir.

1.6.2 Tanım

1.6.2.1 Yapıştırıcının açık olarak belirlenmesini sağlayan aşağıdaki bilgilerle tanımının yapılması gereklidir:

- Yapıştırıcının tipi,

- Üretim,

- Ticari markası,

- Depolama koşulları,

- İşleme ve sertleştirme kılavuzu

- Jel noktasını aştıktan sonraki hacim büzülmesi,

- Cam geçiş sıcaklığı (ISO 11357-2).

1.6.2.2 Bir destek ile yapıştırcı folye kullanılması halinde destek maddesi belirtilecektir.

1.6.3 Yapıştırıcının özellikleri

1.6.3.1 İşleme durumunda, yapıştırıcılar için aşağıdaki değerler verilecektir:

- Yoğunluk (DIN EN ISO 1675),

- Viskozite (DIN 53019).

1.6.3.2 Oda sıcaklığında serleştirilen iki bileşenli termoset reçineler için ek olarak pota süresi (DIN 16945 Bölüm 6.3) de verilecektir.

1.6.4 Sertleşme durumunda özellikler

1.6.4.1 Aşağıdaki mekanik özellikler, tanınmış bir test kuruluşunun sertifikası ile doğrulanacaktır (her biri için 6 test numunesi):

- Çekmede kesme mukavemeti (DIN EN 1465),

- Kabuklaşmaya karşı direnç (ISO 11339).

- Isı altında şekil değiştirme (DIN EN ISO 75-2, Yöntem A),

Buna ek olarak uzun süreli çekme kesme testi EN 1465'e göre yapılacaktır. Burada test parçaları standart çevre koşullarında (23°C / %50 relatif nem) ortalama çekme kesme mukavemetinin %60'ı ile 192±2 saat yüklenecektir.

1.6.4.2 Testler, test numunelerinin iki değişik koşullandırma durumu için yapılacaktır:

- Sertleştikten sonra 23°C ve %50 relatif nemlilikte 24±1 saat muhafaza edilmesi,

- 23°C'da saf su içinde 1000 ±12 saat muhafaza edilmesi.

1.6.4.3 Her test ve koşullandırma durumu için test numuneleri, 0,5 ve 3 mm. kalınlığında yapıştırıcı tabakaları ile kullanılacaktır.

1.6.4.4 Testlerin tümü, standart çevre koşullarında (23°C/ %50 bağıl nem) yapılacaktır.

Buna ek olarak 50°C'da çekme kesme mukavemeti doğrulanacaktır.

1.6.5 Minimum özellikler

1.6.5.1 Test numunelerinin doğrudan testinde ve de saf suda muhafaza edildikten sonra yapılan testlerde aşağıdaki minimum değerlere erişilecektir:

- Çekme kesme mukavemeti 12 Mpa [N/mm^2]

- Kabuklaşma mukavemeti 2 N/mm

- Isı altında şekil değiştirme : 65 °C.

1.6.5.2 Uzun süreli çekme-kesme deneyinde sürünme şekil değişimi kalınlığı 0,5 mm olan yapıştırıcı tabakası için 0,18 mm'den ve kalınlığı 3 mm olan yapıştırıcı tabakası için 1 mm'den daha az olmayacaktır.

- Üretim olanakları.

C. Yapı Elemanlarının Onarımı

1. Genel

1. 1 İşletme ve personel için istenilenler

1.1.1 Onarımlar, fiber takviyeli termoset reçinelerden yapılan elemanların onarımı için **TL**'dan onaylı işyerlerinde yapılacaktır.

1.1.2 Fiber takviyeli plastikten yapılan elemanların üretiminde elle laminasyon yöntemi uygulanması için alınan işyeri onayı, üretim yerinde yapılan onarımları da içerir. Üretim yerinin dışındaki (örneğin; sahada) onarımlar için işyeri onayının genişletilmesi gereklidir.

1.1.3 Onarımlar yeterli mesleki bilgisi olan personel tarafından yapılmalıdır. Mesleki bilgi, genelde ilgili eğitim kurslarının sertifikaları ile kanıtlanacaktır. Böyle bir sertifika yoksa, minimum koşul olarak yeterli bir teknik meslek eğitiminin alınmış olması, iş yerinde yetiştirilmiş ve mesleki deneyimin elde edilmiş olması istenir.

1.1.4 Onarım ekibinin şefi onarımın yapılmasından sorumludur ve adı işyeri onayında belirtilecektir. Mesleki bilgisi, ilgili eğitim kurslarından aldığı sertifikalarla ve elde etmiş olduğu mesleki deneyimi ile kanıtlanacaktır. Ayrıca iş yerinde, **TL** gözetiminde bir yöntem testi yapılması gereklidir.

1.1.5 İş yeri onayı, **TL** tarafından ilgili formdaki bilgilere ve **TL** sörveyörünün verdiği rapora dayanarak verilir. İlgili form aşağıdaki bilgileri içermelidir:

- İş yeri hakkında genel bilgiler,

- Personel,

- İş yerinin kalite sistemi,

- Malzeme giriş kontrolü,

- İş yeri ve saha çalışmaları için gerekli malzemenin muhafazası,

- Mekanik işleme olanakları,

1.2 Gerekli ön koşullar

1.2.1 Yapı elemanının yapısal bütünlüğü ile ilgili onarımlar için bir onarım planı hazırlanacak ve bu plan onarıma başlamadan önce **TL** tarafından onaylanacaktır. Benzer onarımlar bir çok kere tekrarlanacak ise bir genel onarım planı hazırlanarak **TL**'nun onayı alınabilir.

1.2.2 1.2.1'in dışındaki jelkot reçinenin onarımı ve küçük onarımlar standartlaştırılır ve standartlaştırılmış yönteme göre **TL**'nun onayı alınır.

1.2.3 1.2.1 göre bir onarımın onaylanabilmesi için onarımın değerlendirilmesinde gerekli olan yapı elemanın tüm dizayn ve yapım resimleri **TL**'na gönderilecektir. Gönderilen bu onarım planları **TL** tarafından incelenir, uygun bulunması halinde onaylanır.

1.2.4 Her onarım için bir rapor hazırlanır ve bu rapor onarım ekibi şefi tarafından imzalanır.

1.2.5 Onarım için sadece **TL** tarafından onaylanmış malzeme kullanılacaktır.

1.2.6 Onarımda kullanılan termoset reçine, üretimde kullanılan orijinal termoset reçinenin aynı olacaktır. Onarım alanında kalan gerilmelerin çok az olmasını sağlamak için çabuk sertleşen yüksek etkili termoset

reçinelerin kullanımından kaçınılacaktır. Orijinal termoset reçine kullanılmadıkça, onarımda kullanılan termoset reçinenin kopma uzaması en az %2,5 olmalıdır.

1.2.7 Onarım için kullanılan malzeme ve laminatlar, yapı elemanının üretimi için kullanılanların aynı değilse, malzeme kombinasyonunun orijinaline uygunluğu ve eş değerliliği özelliklerine göre kanıtlanmalıdır.

2. Yöntem

2.1 Hazırlık

2.1.1 Hasarlı veya tamamıyla yapışmamış malzeme onarılacak alandan çıkarılacaktır.

2.1.2 Onarım alanını sınırlayan bölge şevlendirilecektir. Şev oranı (şev boyu l_s'in şev kalınlığı t_s'e oranı) onarılan malzemenin şev doğrultusundaki çekme mukavemetine (σ_{Mat}) ve müsaade edilen kayma gerilmesine (τ) bağlıdır. Minimum şev oranı aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$\frac{\sigma_{Mat}}{\tau} = \frac{l_s}{t_s}.x$$

x = 1 El laminasyonu için,

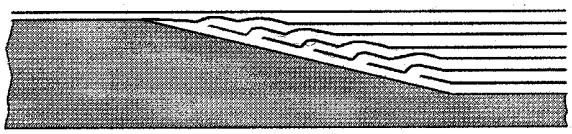
x = 1,05 Temperleme durumunda,

x = 1,15 Vakum altında sertleşme ve temperleme için.

İzin verilen kesme gerilmesi olarak iş yerindeki onarımda 9 N/mm^2 ve iş yeri dışındaki onarımda 7 N/mm^2 alınır.

2.1.3 Her katman için minimum bindirme boyu her kenarda en az 10 mm olacaktır.

2.1.4 Gerekli kaplama kabiliyeti nedeniyle (eğrisel yüzey ve şevli birleştirme alanında (Şekil 13.1)) onarım çalışmaları için takviye malzemesinin birim alana düşen ağırlığı mümkün olduğu kadar katman başına 600 gr/m^2'yi aşmayacaktır (birim alana düşen ağırlığı az olan çok katman, birim alana düşen ağırlığın çok olan az katmandan daha iyidir).



Şekil 13.1 Onarım için şevli birleştirme alanı (şematik)

2.1.5 Onarılan her alan için en az üç takviye katmanı uygulanması halinde, şevlendirmeye bağlı gerilme artışı mümkün olduğu kadar küçük olacaktır.

2.1.6 Onarılacak bölge iyice temizlenecek ve zımparalanacaktır. Örneğin; taneleri 80 veya 120 olan zımpara kağıdı ile.

2.1.7 Laminat uzun süre doğrudan su ile temas halinde bulunmuşsa, onarıma başlamadan önce laminatın iyice kurutulması sağlanacaktır.

2.1.8 Onarılacak bölge mümkün olduğu kadar kendi ağırlığının oluşturduğu gerilmelerden arındırılacaktır. İş yeri dışında (elemanın bulunduğu yerde) onarım yapılacaksa, dış kuvvetlerin (örneğin; titreşimlerin) etkisini önleyecek özel önlemler alınacaktır.

2.1.9 İş yeri dışında yapılacak onarımlarda çalışma yeri, onarım bölgesinin, ulaşılabilir olmasını ve iyi ışıklandırılmasını sağlayacak şekilde düzenlenecektir.

2.1.10 İş yeri dışındaki onarımda, UV ışınlarına ve neme karşı gerekli önlemler alınacaktır.

2.1.11 Yapı elemanının sıcaklığı, en azından onarım bölgesinde 2.2.1'de izin verilen sıcaklık bölgesinin içinde kalacaktır.

2.1.12 Reçinenin sertleştiriciye oranı, mümkün olan kesinlikte muhafaza edilecektir (epoksi reçinelerde, karıştırma oranında relatif sapma %3'ü aşmaacaktır). Karıştırma oranı ve kullanılan miktar, bir dozaj raporuna kaydedilecektir.

2.2 Onarımın Yapılması

2.2.1 Onarım çalışması sırasında ve sertleşme süresinde yapı elemanının ve etrafındaki havanın sıcaklığının 16 ile 25°C arasında ve maksimum bağıl nemin %70 olması sağlanacaktır. Reçine ve yapıştırıcı üreticileri izin verilen başka değerler belirtmemişlerse, bu değerler kullanılacaktır.

2.2.2 Kalibre edilmiş termometreler ve higrometreler onarım yerinin yakınına veya **TL** ile anlaşmaya varılan yerlere yerleştirilecek ve izlenecektir.

2.2.3 Onarım sırasında laminatta uzama şekil değiştirmesi meydana gelmemesi sağlanacaktır.

2.2.4 Hazırlanan onarım bölgesinde, elle laminasyon yöntemindeki katman yapısı mümkün olduğu kadar orijinal laminatta uygulananla aynı sırada yapılacaktır. Lif yönlendirilmesi aynı olacaktır.

2.2.5 Takviye malzemelerinin iyi emdirilmesine dikkat edilecektir. Hava boşluklarından kaçınılacaktır.

2.2.6 Birim alana düşen ağırlığı yaklaşık 225 g/m^2 (botlarda maksimum 450 g/m^2) ve lif ağırlığı içeriği az (yaklaşık %30) olan keçe veya dokuma son katman olarak kullanılacaktır.

2.2.7 İnce tabaka reçine ile laminatın yüzeyinde yeterli koruma sağlanacaktır. Onarım bölgesinde nem derecesi artıyorsa, ince tabaka reçinenin hidrolize karşı yüksek mukavemeti istenir.

2.2.8 İnce tabaka reçine (topkot) için doymamış polyester veya vinil reçine kullanılıyorsa, tutma (inhibition) problemi, atmosferik oksijeni dışarıya atmakla önlenir (örneğin; parafin katarak veya ince bir tabaka ile örterek).

2.3 Sertleşme

2.3.1 Sertleşme sırasında, laminatta uzama şekil değiştirmesi oluşmaması sağlanacaktır.

2.3.2 Onarılan yapı elemanının, termoset reçine yeterli derecede sertleştikten sonra yüklenmesine veya çalışmasına izin verilir.

2.3.3 Termoset reçine sistemi üreticileri sertleşme yöntemi için kesin değerler vermemişlerse, soğukta sertleşen reçine sistemleri için aşağıdaki zaman süreleri uygulanacaktır.

- En az 72 saat 16°C sabit sıcaklık,
- En az 38 saat 25°C sabit sıcaklık.

2.3.4 Onarılan yapı elemanı üretim sırasında temperlenmişse, daha sonra kanıta gerek görülmeden, onarılan yapı elemanı sertleşmeden sonra temperlenir.

3. Dokümantasyon

3.1 Onarım Raporu

3.1.1 Onarım raporu asgari olarak aşağıdaki noktaları içerecektir:

- Yapı elemanının tanımı, uygulanıyorsa belirleme numarası,

- Onarımın günü ve yeri (iş yerinin veya iş yeri dışında onarımın yapıldığı mahallin adresi),
- Onarımın başladığı gün,
- Hasarın yeri ve tipi,
- Onarım planı ve onay no,
- Onarım sırasında çevre koşulları ve sertleşme süresi (kapalı bölmelerin dışında çalışılıyorsa rüzgar hızı),
- Kullanılan malzeme (parti veya şarj Nr.)
- Termoset reçine sisteminin karıştırma oranı; dozaj raporu,
- Katman yapısı (katman sayısı ve yönlendirme),
- Onarım planından muhtemel sapma,
- Onarımın süresi,
- Sertleşme zamanı,
- Onarım ekibi şefinin imzası.

Not :
Onarımın tanımı ve açıklanması için onarım raporuna skeç ve resimlerde eklenebilir.

BÖLÜM 14

FİTİNGLER VE PRESLENMİŞ PARÇALAR, CIVATALAR VE SOMUNLAR

Sayfa

A. Preslenmiş Parçalar 14-2

1. Kapsam
2. Üreticilerden İstenenler
3. Ürün Hale Getirilecek Levhalardan İstenenler
4. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar
5. Sıcak şekil Verme ve Isıl İşlemle İlgili Prensipler
6. Sıcak Şekil Verdikten Sonraki Isıl İşlem
7. Soğuk şekil Verdikten Sonraki Isıl İşlem
8. Testler
9. Markalama
10. Sertifikalar

B. Boru Fitingleri 14-5

1. Kapsam
2. Başlangıç Malzemeleri
3. Üretim
4. Isıl İşlem
5. Gerekli Özellikler
6. Testler
7. Markalama

C. Cıvatalar ve Somunlar 14-7

1. Kapsam
2. Malzemeler
3. Üretim
4. Malzeme İle İlgili İstekler
5. Cıvataların Testleri
6. Somunların Testleri
7. Kimyasal Bileşimin Kanıtlanması
8. Tahribatsız Muayeneler
9. Tekrar Testleri
10. Markalama

A. Preslenmiş Parçalar

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, basınçlı kapların preslenmiş parçalarının testlerine uygulanır. Örneğin; feritik veya östenitik çelik levhalardan yapılmış ve soğuk veya sıcak şekil verildikten sonra ısıl işlem uygulanmış aynalar ve cidarlar. Bu kurallar şekil verme işleminden sonra gereken ısıl işlemlere de uygulanır.

1.2 Buradaki kurallar, tekil parçaların kaynatılması ve daha sonra şekil verilmesi suretiyle yapılan preslenmiş parçalara da uygulanır. Kaynaklı birleştirmelerin, şekil vermeden önce ve sonraki testleri **TL** Tekne Yapımında Kaynak kurallarına göre yapılır.

2. Üreticilerden İstenenler

Bu kurallara göre, ürünleri teslim edecek üretici iş yerleri **TL** tarafından onaylanmalıdır. Bunun için, bu iş yerleri Bölüm 1, C'deki üretim ve kalite kontrol isteklerini sağlamak ve teslimden önce bunları **TL**'na kanıtlamak zorundadır. Ek olarak bu maksatla seçilen ürünler üzerinde bir uygunluk testi yapılacaktır.

3. Ürün Hale Getirilecek Levhalardan İstenenler

3.1 Ürün hale getirilecek levhaların çelik kaliteleri siparişte belirtilmelidir. Bunlar, şekil vermeden sonra ve uygulanıyorsa ısıl işlemden sonra ilgili ana malzemeden istenenleri yerine getirecek şekilde seçilmelidir.

3.2 Levhalar belirtilen ısıl işlem uygulanmış olarak veya daha sonraki safhalardaki şekil vermeye uygun halde teslim edilebilir. Bu son durumda, gerektiği takdirde, levhaların testleri, ürün maddeye uygulanacak ısıl işlem yapılmış test parçası kullanılarak yapılacaktır. Levhaların teslim durumları ve test parçasının ısıl işlemi test sertifikasında belirtilecektir.

4. Boyutlar, Boyutsal ve Geometrik Toleranslar

Bunlar için ilgili standartlarda ve/veya sipariş belgelerindeki bilgiler geçerlidir. Üretici ilgili belgeleri test için hazır bulunduracaktır.

5. Sıcak şekil Verme ve Isıl İşlemle İlgili Prensipler

5.1 Ürün madde üreticisinin, gerekli ısıl işlemin doğru olarak yapılmasını sağlayacak teçhizatı bulunmalıdır. Bu husus ilk önce sörveyöre kanıtlanmalıdır.

5.2 Isıl işlem teçhizatı yeterli sayıda kalibre edilmiş sıcaklık ölçüm cihazları ile ve ayrıca tesisin sabit kısımları, periyodik olarak kalibre edilen otomatik kayıt cihazları ile donatılmalıdır.

5.3 Mümkün olduğu kadar, parçaların tamamı ısıtılmalı veya tavlanmalıdır. Sörveyörün onayı ile yalnız lokal şekil verme uygulamasında bu kuraldan vazgeçilebilir. Ancak bu durumlarda ısıl işlem, şekil değiştirme bölgesinin tümünü kapsamalıdır.

5.4 Sıcaklık, uygulama süresi, ısıtma ve soğutma hızları, söz konusu malzeme ve parçalarla ilgili standartlar veya üretici spesifikasyonlarındaki veriler kullanılarak saptanacaktır. Koşulların yerine getirildiğini, üretici garanti edecektir.

5.5 Ürün parçaların testlerinin ayrı test kısımlarıyla yapılmasına izin verilen hallerde, bu kısımlara da ürün parçalarla aynı ısıl işlem uygulanmış olması sağlanmalıdır. Bu amaçla, test kısımları, tavlama işleminde, ilgili ürün parçaların üzerine yerleştirilecektir.

6. Sıcak Şekil Verdikten Sonraki Isıl İşlem

6.1 Ferritik çelikler

6.1.1 Normal olarak sıcak şekil verme işleminden sonra ilgili ana malzeme için belirtilen yeni bir ısıl işlem yapılacaktır. Soğuğa dayanıklı çelikler hariç olmak üzere, normalize edilmiş ve havada su verilmiş ve temperlenmiş çeliklere, sıcak şekil verme işleminin, standartlarda veya üretici malzeme spesifikasyonlarında, bu amaçla belirtilen sıcaklık aralığında başlanılıp bitirilmesi şartı ile, bu kural uygulanmayabilir. Bu durumda, havada su verilmiş ve temperlenmiş çeliklere temperleme yeterli olurken, normalize edilmiş çeliklere yeniden ısıl işlem uygulamasından vazgeçilebilir.

6.1.2 Soğuğa dayanıklı çelikler için uygulanan ısıl işlemin, ürün parçalara, belirtilen test sıcaklıklarında gerekli çentik darbe enerjisini verdiği kanıtlanmalıdır. Bu durumda, madde 6.1.1'de belirtilenlere bağlı olarak, normalize edilmiş çelikler için yeni ısıl işlemden vazgeçilebilir, havada su verilmiş ve temperlenmiş (normalize edilmiş ve temperlenmiş) çelikler için sonraki temperleme ve üçlü ısıl işlemi gerektiren %5 ve %9 nikelli çelikler (12Ni19 ve X8Ni9) için ikinci normalize ve temperleme işlemi yeterli olabilir.

6.1.3 Suda su verilmiş ve temperlenmiş çeliklere sıcak şekil vermeden sonra uygulanacak ısıl işlemin cinsi özel şekilde saptanacaktır.

6.1.4 Madde 6.1.1 ve 6.1.2'deki özel şartlar, şekil verilmeden önce çeliklerin malzemeye uygun ısıl işlem uygulanmış olması şartı ile, lokal sıcak şekil verme durumunda da uygulanabilir.

6.2 Östenitik çelikler

Östenitik çeliklerden üretilen parçalara, sıcak şekil verme işleminden sonra, çözeltide tavlama ve su vermeyi içeren yeni ısıl işlem uygulanacaktır. Şekil verme işlemi 1150 ile 1000°C'da başlayıp, stabilize edilmiş çeliklerde ve karbon miktarı C ≤ %0,03 olan çeliklerde 750°C'da, stabilize edilmiş ve karbon miktarı C ≤ %0,08 olan çeliklerde 875°C'da biterse ve daha sonra ortam sıcaklığına kadar ani olarak soğutulursa, bu kural uygulanmayabilir.

6.3 Kaplanmış levhalar

Kaplanmış levhalardan yapılan parçalardaki ısıl işlemin cinsinin saptanmasında, ana malzeme esas alınır (6.1'e bakınız). Kaplama malzemesine, ana malzemeye uygulanan ısıl işlemden farklı bir ısıl işlem uygulanması gerektiğinde, bu işlemin ayrıntısı malzeme üreticisi tarafından belirlenecek ve **TL**'na bildirilecektir.

7. Soğuk şekil Verdikten Sonraki Isıl İşlem

7.1 Ferritik çelikler

Tüm levhalar soğuk şekil verilmeden önce öngörülen ısıl işlem durumunda bulunmalıdır (Bölüm 4'deki ilgili kurallara bakınız). Şekil değiştirme ve yaşlanma sonucu malzeme özelliklerinde olabilecek değişmelerden dolayı aşağıdaki işlemler uygulanır.

7.1.1 Çevre sıcaklığı veya -10°'ye kadar yüklenen akışkanın sıcaklığında çalışan basınçlı kapların preslenmiş parçalarına, eğer deformasyon derecesi %5 (silindirik cidar çemberleri veya küre segmanları için $s>0,05xD_m$, s:cidar kalınlığı ve D_m:ortalama çap)'i geçiyorsa ilgili standart veya malzeme spesifikasyonlarına göre ısıl işlem (normalizasyon veya su verme ve temperleme) uygulanır.

7.1.2 Yüklenen akışkanın sıcaklığı -10°C'ın altında olan basınçlı kapların preslenmiş parçalarına

- EN 10028-2, EN 10028-3, ve En 10028-4 ve EN 10028-6 (12Ni14, 12Ni19, X7Ni9 ve X8Ni9'un dışındaki)'e uygun çelik kalitelerinde deformasyon derecesi > %2 ise

- EN 10028-4'deki 12Ni14, 12Ni19, X7Ni9 ve X8Ni9 çelik kalitelerinde deformasyon derecesi >%5 ise

ilgili standart ve malzeme spesifikasyonlarına göre ısıl işlem (normalizasyon veya su verme ve temperleme) uygulanır.

7.1.3 Dizayn sıcaklığı 0°C'ın altındaki gaz tanklarının preslenmiş parçalarına madde 7.1.2'deki işlemler uygulanır.

7.1.4 Kaynaklı yuvarlak parçalardan üretilmiş olanlar da dahil soğuk şekil verilmiş aynalara ilgili standartlar veya malzeme spesifikasyonlarına göre ısıl işlem (normalizasyon veya su verme ve temperleme) uygulanacaktır.

7.1.5 Basınçlı kapların işletme sırasındaki zorlanmalara karşı malzeme özelliklerinin yeterli olduğu kanıtlanıyorsa madde 7.1.1, 7.1.2 ve 7.1.4'deki koşullar hafifletilebilir.

7.1.6 EN 10025-2'deki S235 JR, S235 J0, S235 J2 ve S235 J2+N, EN 10028-2'deki P235 GH ve P265 GH ve EN 10028-3'deki P275 N çelik kalitelerinde ve

bunlarla mukavemetleri karşılaştırabilen diğer çelik kalitelerinden yapılan soğuk şekil verilmiş kısa flençli bombeli aynalara yüklenen akışkanın sıcaklığı -10°C'ın altına düşmüyorsa ve dizayn sıcaklığı **TL** yapım kurallarına uygun olarak 120°C'ı geçmiyorsa ve nominal cidar kalınlığı ≤ 8 mm. ise ısıl işlem uygulanmasına gerek yoktur.

7.1.7 Soğuk şekil vermede, müsaade edilen deformasyon derecesi aşılıyorsa, kaynaktan önce ısıl işlem yapılacaktır.

7.1.8 Kaplanmış basınçlı kaplarda veya basınçlı kap kısımlarında, kaplama göz önüne alınarak özel bir anlaşma yoksa, ana malzemeye uygun ısıl işlem yapılır.

7.2 Östenitik çelikler

7.2.1 Bunlar için kabul edilen ısıl işlemler çözeltide tavlama ve su verme veya stabilize çelikler (C miktarı % 0,03'den fazla olan Mo-alaşımlı stabilize çelikler hariç) ve karbon miktarı C≤%0,3 olan çelikler için stabilizasyon tavlamasıdır. Burada AD Merkblatt HP 7/3'e bakınız.

7.2.2 Çözeltide tavlanmış ve su verilmiş veya stabilizasyon tavlaması yapılmış malzemelerde soğuk şekil verilmeden sonraki ısıl işlemden aşağıdaki durumlarda vazgeçilebilir.

7.2.2.1 Östenitik çeliklerde, başlangıç malzemesinin istenilen kopma uzaması minimum değeri A_5 ≥ %30 olduğuna göre deformasyon derecesi %15 i aşmamalı veya şekil vermeden sonra kalan kopma uzamasının en az %15 olduğu kanıtlanmalıdır. İstenilen kopma uzaması minimum değeri %30'un altında kalan ölçme alanı için, kabul testi sertifikasında kopma uzaması A_5 ≥ %30 olduğu belirtiliyorsa, kalan kopma uzamasının %15 olarak kanıtlandığı kabul edilir.

7.2.2.2 Deformasyon derecesinin %15 den fazla olduğu hallerde, soğuk şekil vermeden sonra kalan kopma uzamasının en az %15 olduğu kanıtlanmalıdır.

7.2.2.3 Bombeli, elipsoid ve yarı küresel aynalar için başlangıç malzemesinin kabul sertifikalarında aşağıdaki kopma uzamaları A_5 kanıtlanmalıdır:

- ≥ %40 (-196°C'a kadar dizayn sıcaklığında ≤ 15 mm. anma cidar kalınlığında);
- ≥ %45 (-196°C'a kadar dizayn sıcaklığında ≤ 15 mm. anma cidar kalınlığında);
- ≥ %50 (-196°C altındaki dizayn sıcaklığında).

7.2.2.4 -196°Cın altındaki dizayn sıcaklığında çalışan aynalar hariç basınçlı kap elemanlarının deformasyon derecesi %10'u aşmamalıdır.

7.3 Kaplanmış levhalar

Kaplanmış levhalardan soğuk şekil verilerek üretilmiş parçalarda, ana malzeme için 7.1'de belirtilen şartlar geçerlidir.

8. Testler

8.1 Mekanik ve teknolojik özelliklerin testi

8.1.1 Preslenmiş parçaların testleri, levhanın orijinal haddelenme doğrultusuna dik (enine) olacak tarzda, son ısıl işlem görmüş preslenmiş parçalardan alınan test parçaları üzerinde yapılan çekme ve çentik darbe deneylerini içerir.

Test parçasının istenilen konumundan 20°C'a kadar sapmaya müsaade edilebilir. Miktarı Tablo 14.1'de belirtilen gerekli test kısımları, preslenmiş parçaların kenarlarından artan malzemeden veya deliklerdeki malzemeden alınacaktır.

8.1.2 Şekil verildikten sonra, gerilme giderici ısıl işlemin yeterli olduğu hallerde, test kısmının daha önceden test yapılacak parçadan ayrılmasına ve aynı şekilde tavlanmasına müsaade edilir.

8.1.3 Tablo 14.1'de testlerin test demetine uygulanması belirtilen hallerde, bir üretim demeti sadece, benzer tarzda preslenmiş ve ısıl işlem uygulanmış, aynı eriyikten alınmış levhalardan yapılmış parçaları içerir. Demet içindeki parçaların cidar kalınlıkları ortalama cidar kalınlığından %20 farklı olabilir.

Test parçaları seti sayısı aşağıdaki gibi saptanır:

10 parçaya kadar:	1 test parçası seti
25 parçaya kadar:	2 test parçası seti
25 parçadan sonra:	3 test parçası seti

8.1.4 Preslenmiş parçaların teker teker testi istenildiğinde, levhaların testleri **TL** tarafından istenmeyebilir.

8.1.5 **TL**, ürün parçanın üreticisinin, kullanılan üretim yönteminin ön testler ile istekleri karşıladığını ve ürünlerin sabit karakteristiklerle üretildiğini **TL**'na kanıtlaması şartı ile, ürün parçanın teker teker testi yerine, haddelenmiş levhanın (her bir levha başına bir test parçası seti) testini kabul edebilir. Bu durumda, levhalar test edilmelidir.

8.2 Yüzey düzgünlüğü ve boyutların kontrolü

Her ürün maddenin yüzey düzgünlüğü ve boyutları üretici tarafından kontrol edilecektir. Daha sonra ürünler son testler ve boyutların kontrolü için sörveyöre sunulacaktır.

Bu maksatla üretici sörveyöre ölçme protokolünü sunacaktır.

9. Markalama

Her parça, üretici tarafından, üretici sembolü, malzeme sembolü, eriyik numarası ve test parçası numarasını içerecek tarzda markalanacaktır.

10. Sertifikalar

10.1 Şekil verildikten sonra ısıl işlem uygulanmış olan preslenmiş parçalar için üretici; sıcaklığı, uygulama süresini ve uygulanan soğutma tipini de içeren, uygun ısıl işlemin yapıldığını belirten sertifikayı düzenleyecektir.

10.2 Sıcak preslenmiş olarak teslim edilen ürün parçalarda, üretici şekil verme işleminin belirli sıcaklık limitleri arasında başlayıp bittiğini belgeleyen ve uygulanan standardı veya malzeme spesifikasyonunu belirten sertifikayı düzenleyecektir. Ek olarak, soğutma yöntemi ve levhanın teslim şartları da belirtilecektir.

B. Boru Fitingleri

1. Kapsam

1.1 Feritik ve östenitik çelikten yapılan boru veya levha parçalarından üretilen, boru devrelerine kaynak edilecek boru dirseklerinin konik geçiş parçalarına, T formundaki fitinglere ve semer ayaklara uygulanır.

2. Başlangıç Malzemeleri

Başlangıç malzemesi olarak Bölüm 4 veya 5'e göre uygun levha veya borulardan seçilir. **TL** tarafından başka türlü belirtilmemişse, başlangıç malzemesi EN 10204 3.1'deki **TL** onaylı muayene sertifikası ile sipariş edilecektir.

3. Üretim

3.1 Boru fitingleri, boru parçalarından, sıcak veya soğuk şekil verilerek üretilebilir. Ayrıca, bir veya birkaç parça halindeki levhalardan sıcak veya soğuk şekil verilerek ve kaynakla birleştirilerek üretilebilir.

3.2 Yöntemin tekil parçalardan kaynakla birleştirilerek oluşturulan fitinglere ve kaynaklı birleştirmelerin karakteristiklerine uygunluğu ilk olarak **TL**'na kanıtlanacaktır.

Yöntemin değerlendirilmesi için gerekli ayrıntılarını içeren bir açıklaması incelenmek üzere **TL**'na gönderilecektir. Yöntem onaylama sörveyinin kapsamı ve şekli her durum için ayrı ayrı **TL** tarafından saptanacaktır.

4. Isıl İşlem

4.1 Bütün fitingler, **TL** kurallarına veya geçerli standartlara veya malzeme spesifikasyonlarında malzemeler için belirtilen ısıl işlem ve sıcakta işlenmiş durumda bulunmalıdır.

Tablo 14.1 Levhalardan üretilen preslenmiş parçalara ait testlerin kapsamı

Çelik kalitesi		Bölüm 4'ün alt bölümlerine göre ana malzeme (1)	Test uygulaması	Preslenmiş parçaya uygulanacak test kapsamı
Minimum çekme mukavemeti ≤ 410 N/mm² olan tüm alaşımsız çelikler		C,E	Levha	Gerekli değildir
Minimum çekme mukavemeti >410 ≤ 510N/mm² R_{eH} ≤ 355 N/mm² olan alaşımsız ve ince taneli yapı çelikleri, ayrıca %0,3 Mo alaşımlı çelikler		C,E	Levha, preslenmiş parça	Üretim demetinin testi
Taneleri inceltilmiş yapı çelikleri R_{eH} > 355 N/mm²		E	Preslenmiş parça	Her preslenmiş parça için 1 test parçası seti **(2)**
Yüksek sıcaklığa dayanıklı CrMo alaşımlı çelikler		E	Preslenmiş parça	Her preslenmiş parça için 1 test parçası seti **(2)**
Soğuğa dayanıklı çelikler		F	Preslenmiş parça	Her preslenmiş parça için 1 test parçası seti **(2)**
Östenitik paslanmaz çelikler				
Kalınlık [mm]	≤20	G	Levha	Gerekli değildir
	>20		Levha, preslenmiş parça	Demet testi
Kaplanmış levhalar		H	Testin kapsamı, ana malzemeye bağlıdır	

(1) *Basınçla sıvılaştırılmış amonyak tanklarının üretiminde kullanılan preslenmiş parçalar için alt bölüm F, 8.2.2'ye bakınız.*
(2) *Eğer madde 8.1.5'deki koşulları sağlamışsa, haddelenmiş levhanın testi kabul edilebilir.*

4.2 Normalizasyon işleminin gerektiği ve sıcak şekillendirme işlemi uygulanan ferritik çeliklerde, sıcak şekillendirme işlemi ile gerekli yapının sağlanması şartıyla sonraki ısıl işlemden vazgeçilebilir. Aynı şartlarda, su verme ve temperlemenin gerektiği çelikler için temperleme yeterli olabilir.

4.3 Soğuk şekillendirilmiş parçalarda, şekillendirme işleminin ardından, genellikle yeni bir ısıl işlemin yapılması gereklidir. Bu ısıl işlemin uygulanmadığı hallerde üretici, ürün parçaların gerekli karakteristiklere sahip olduğunu kanıtlamalıdır.

4.4 Sıcak veya soğuk şekillendirilmiş parçaların, kaynakla birleştirilmesinden oluşan fitinglerde, ısıl işlemin türü, işlem onay testi esnasında belirlenecektir.

4.5 Başlangıç malzemesi yukarıda belirtilen ısıl işlem durumunda ise, feritik ve östenitik çeliklerden yapılan boru dirseklerine aşağıda belirtilen prosedür uygulanabilir.

Bu dirsekler eğme yarıçapı r_m ≥1,3 x d_a ile soğuk olarak eğilmişse ve dış çapı d_a ≤133 mm. ise sonraki ısıl işleme gerek yoktur. Aynı durum eğme yarıçapı r_m≥2,5 d_a ile üretilen dirsekler için de geçerlidir. Bunlardan ayrı olarak et kalınlığı > 2,5 mm. olan soğuğa dayanıklı çelik borulara ve soğukta eğilmiş borulara, korozyon etkisinden veya zorlanan kısmın tarafsız bölgenin dışında kaynak edilmesinden dolayı ısıl işlem uygulanmalıdır.

5. Gerekli Özellikler

Tamamlanmış durumda, fitingler kullanılan başlangıç malzemesi (levha veya boru) için belirtilen bütün özellikleri sağlamalıdır.

6. Testler

6.1 Sörvey ve boyutların kontrolü

Tüm fitinglerin tesliminde sörveyi yapılacak ve boyutları kontrol edilecektir. Bu maksatla fitinglerin yüzeyleri, belirgin hataların saptanmasına olanak sağlayacak durumda olmalıdır.

6.2 Malzeme testi

6.2.1 Mekanik-teknolojik testlerin yapılması için fitingler Tablo 14.2'ye göre test demetlerine ayrılacaktır.

Tablo 14.2'ye göre ayrılan test demetleri, aynı malzemeden yapılan boyutları aynı olan fitingleri ve alaşımlı çeliklerden yapılan d_a > 100 mm. olan fitinglerin aynı eriyikten olanlarını kapsar. Eğer son bir ısıl işlem gerekiyorsa, testler ısıl işlem demetlerine göre yapılacaktır. Aynı eriyikten alınan alaşımsız çelikten yapılmış, ayrı fakat aynı ısıl işlem görmüş fitinglerin uniform oldukları % 10'una fakat en az 3 tanesine sertlik testi uygulanarak sörveyöre kanıtlanmışsa, bu fitingler birlikte test edilebilir.

6.2.2 Mekanik ve teknolojik testlerin kapsamı Tablo 14.3'de gösterilmiştir. Test parçalarının hazırlanması için ya ilave fitingler yapılır veya fitingler uzantılarla üretilir. Çekme ve çentik darbe testleri için fitinglerin geometrisine göre teğetsel veya boyuna test parçaları çıkarılabilir. Test parçası hazırlanması için sertlik testi ile belirlenen en yumuşak ve en sert fiting seçilir. İstenilen değerler için başlangıç malzemesi değerleri esas alınır.

Tablo 14.2 Fitingler için test demetleri

Boyut d_a [mm]	Her test demetindeki fiting sayısı (1)
< 100	≤ 200
≥ 100 < 225	≤ 100
≥ 225 < 350	≤ 50
≥ 350	≤ 25
(1) *90°'deki dirsekler için geçerlidir. 180° olduğu hallerde her test demetindeki dirsek sayısı yarıya indirilir. 45° olduğu hallerde her test demetindeki dirsek sayısının iki katı alınır.*	

6.2.3 Soğuğa dayanıklı çeliklerde çentik darbe testi, ilgili test sıcaklığında yapılır. Östenitik borulardan şekil verilmiş ve ardından ısıl işlem görmüş fitinglerde, bağlandığı kısmın dizayn sıcaklığı -105°C'ın altına düşmeyecek şekilde belirlenmişse **TL**'nun onayı ile çentik darbe testinden vazgeçilebilir.

6.2.4 Kimyasal tanklarda kullanılmak üzere östenitik veya östenitik feritik paslanmaz çeliklerden üretilen fitinglerde üretici ISO 3651-2 veya eşdeğer bir standarta göre her eriyik ve her ısıl işlem demeti için kristallerarası korozyona direnç testi yaptıracak ve bir sertifika hazırlayacaktır.

6.2.5 Alaşımlı çeliklerden yapılan fitingler, üretici doğru malzemenin kullanıldığını kanıtlamak üzere özel bir test uygulayacaktır.

6.2.6 Alaşımlı çeliklerden yapılan anma iç çapı >75 mm. olan fitinglerde, üretici kaynak dikişlerinin seçmeli olarak radyografik muayenelerini yaptıracaktır. Siparişte veya spesifikasyonda belirtilmemişse, muayene edilecek fitinglerin sayısı sörveyörle anlaşarak saptanır. Bunlar her boyuttaki fitingi içerecek şekilde seçilecektir.

7. Markalama

Fitingler aşağıdaki gibi markalanacaktır:

- Üretici sembolü,
- Malzeme tanımı,
- Uygulanabiliyorsa kazan borularında kalite kademesi,
- Eriyik numarası veya kodu (başlangıç malzemesinde bunlara ait tanım varsa),

C. Cıvatalar ve Somunlar

1. Kapsam

1.1 Bu kurallar, aşağıdaki yapılarda kullanılan cıvata ve somunların üretimi, mekanik özellikleri ve testlerinde uygulanır:

- Buhar kazanları, proses teçhizatı, kaplar ve boru devreleri;

- Dizel motorları, dişliler, şaft donanımı, pervane;

- Makina donanımının bazı yapım parçaları için, yapım kurallarına göre kalite kanıtlanması istenir.

1.2 Cıvata ve somunların seçimi ve de malzeme testleri için istenilen belgeler yapım kurallarının bazı maddelerinde belirtilmiştir ve bu husus siparişte de açıklanmalıdır.

2. Malzemeler

2.1 Cıvatalar ve somunlar, tanınmış standartlara göre veya üreticinin, **TL** tarafından onaylı malzeme spesifikasyonlarından seçilir. Cıvata malzemelerinde, garanti edilen çentik darbe enerjisi sağlanmalıdır. Bu ön koşul altında aşağıdaki malzemeler kullanılabilir:

2.1.1 ISO 898'e (EN 20898-1 ve -2) göre standarda çentik darbe enerjisi hakkında bilgi verilmeyen mukavemet sınıfları dışındaki cıvatalar ve somunlar (M39'a kadar).

2.1.2 DIN 267-13 ile birlikte EN 10269'a uygun çelikler.

2.1.3 DIN 267-13'e uygun çelikler.

2.1.4 ISO 3506-1 ve -2'ye uygun paslanmaz çelikler.

Tablo 14.3 Her test demeti için testlerin kapsamı ve test gruplarına ayrılması

Test grupları	Boyut d_a [mm]	Malzeme	Her test demeti için testlerin kapsamı		
			Sertlik testi(1)	Çekme testi	Çentik darbe testi(2) (test parçası seti=3 test parçası)
I	< 100	alaşımsız	%10 **(3)** en az 3 fiting	1 **(4)**	2 test parçası seti 10 fitingden az ise 1 set
II	< 100	alaşımlı		1 **(4)**	
III	≥ 100	alaşımsız R_m<500 N/mm^2		2 test parçası 10 fitingden az ise 1 test parçası	
IV	≥ 100 ≤ 225 (DN ≤ 200)	alaşımsız R_m≥500 N/mm^2 veya alaşımlı	%10 **(3)** en az 3 fiting		
V	> 225 (DN > 200)		%100 **(5)**		

(1) *Östenitik çeliklerde geometrisi olanak sağlıyorsa, sertlik testinden vazgeçebilir.*
(2) *Başlangıç malzemesinin çentik darbe mukavemeti için minimum enerji değeri verildiği hallerde çentik darbe testi yapılır. Bundan başka yalnız cidar kalınlığı ≥6mm olanlardan ve geometrisi olanak sağlayanlardan test parçası çıkarılır.*
(3) *İkinci demetle tam olarak yapılan son sörveyde sertlik testi kapsamı, eğer birinci demetle ölçülen sertlik değerleri belirtilen mukavemet aralığı içinde bulunuyorsa, yarıya indirilebilir.*
(4) *Çekme testi başlangıç borusunda yapılır.*
(5) *EN 10028-2'ye göre 16Mo3, 13CrMo4-5 ve 10CrMo9-10 malzemelerinden yapılan dirsekler için test grubu IV'de belirtilen sertlik testi kapsamı geçerlidir.*

2.2 Diğer standartlardaki veya üreticinin malzeme spesifikasyonlarındaki cıvata ve somunlar, öngörülen kullanım maksadına göre uygunluğu **TL** tarafından kabul edildiği takdirde kullanılabilir. Başka türlü belirtilmiyorsa, 4.2.2, 4.2.3 ve 4.2.4'deki istekleri yerine getiren malzemeler de kullanılabilr.

2.3 Yüksek miktarda kükürt, fosfor veya kurşun içeren otomat çeliklerinin kullanılmasına müsaade edilmez.

3. Üretim

3.1 Cıvata ve somunlar sıcak ve soğuk şekil verme veya mekanik işleme ile üretilebilirler. Soğuk şekil verilen cıvatalara, ardından ısıl işlem uygulanacaktır. Aynı husus, su verilmiş ve temperlenmiş çeliklerden yapılanlar hariç, sıcak şekil verilen cıvata ve somunlara da uygulanır. Ancak, su verilmiş ve temperlenmiş çeliklerden yapılan cıvata ve somunların, normal ortam sıcaklığında kullanılması ve sıcak şekil verilmesi işleminin düzgün bir yapıda sonuçlandırılması şarttır. Vida dişinin çekilmesi ve yüzeyinin perdahlanması bu paragrafta sözü edilen soğuk şekil verme değildir.

3.2 Cıvatalar ve somunlar, malzeme için öngörülen ısıl işlem durumunda minimum değerlere erişmelidir. Malzemede, çalışma halinde oluşabilecek en yüksek sıcaklıkta kabul edilemez çatlaklar meydane gelmemelidir. Soğuğa dayanıklı çeliklerde minimum dizayn sıcaklığında soğuğa dayanıklılık durumu görülmelidir. Su verilmiş ve temperlenmiş çeliklerde, temperleme sıcaklığı çalışma sırasında oluşabilecek en yüksek sıcaklığın altında ve uygun bir seviyede olmalıdır.

4. Malzeme İle İlgili İstekler

4.1 Kimyasal bileşim

Kimyasal bileşim Bölüm 6, B, Tablo 6.2'deki ve ilgili standartlar veya spesifikasyonlardaki istekleri sağlamalıdır.

4.2 Mekanik Özellikler

4.2.1 Cıvatalar ve somunlar ve bunların yapıldığı çelik çubuklar madde 2.1.1÷2.1.4'de belirtilen standartlardaki mekanik özelliklere sahip olmalıdır.

4.2.2 Gaz tanklarının yapımında kullanılan cıvatalar ve somunların üretildiği soğuğa dayanıklı çeliklerde, belirtilen test sıcaklığında boyuna Charpy V test parçaları ile yapılan testlerde çentik darbe enerjisi en az 41 Jul'e erişmelidir. Test sıcaklığı Bölüm 6, F'e göre belirlenir.

4.2.3 M39'dan büyük ve madde 2.2'ye göre cıvatalar ve somunların üretiminde kullanılan çelikler malzemenin karakteristik değerlerini sağlamalı ve oda sıcaklığında ve boyuna test parçaları ile yapılan testlerde aşağıdaki koşulları yerine getirmelidir:

- Kopma uzaması A_5 ≥%14,
- Charpy V test parçaları ile çentik darbe enerjisi, su verilmiş ve temperlenmiş,

alaşımlı çelikler için ≥ 52 Jul
ve
alaşımsız çelikler için ≥ 40 Jul

4.2.4 Makina temellerinde kullanımı öngörülen, M39'dan büyük olan ve 2.2'de belirtilen cıvata ve somunlarla ilgili çelikler malzemenin karakteristik değerlerini sağlamalı ve oda sıcaklığında boyuna test parçaları ile yapılan testlerde Bölüm 6, Tablo 6.5 ve 6.6'daki değerleri sağlamalıdır.

4.2.5 Sevk tesisinin temel cıvatalarına ait çelik veya tam işlenmemiş ürünler, haddelenmiş veya dövme olabilir, ancak 4.2.4'deki istekleri sağlamalıdır.

M39'dan büyük dişler için yarı işlenmiş ürünler kullanılacaktır.

4.2.6 Çentik darbe enerjisi sonucu, 3 test parçasından alınan ortalama değerdir. Bunlardan yalnız bir tanesi ortalama değerin altına düşebilir. Ancak ortalama değer %7'inden az olamaz.

5. Cıvataların Testleri

5.1 Üretici, C.7'ye göre her eriyiğin kimyasal bileşimini kanıtlamalıdır.

5.2 Anma çapı 16 mm. ve üstü olan cıvatalarda çekme testi ve de çentik darbe testi yapılacaktır. Test parçası hazırlanması için, aynı tipte ve aynı mukavemet kategorisinde veya aynı malzemeden olan cıvatalar Tablo 14.4'e göre test demetleri halinde gruplandırılır.

Cıvataların ve somunların, tesliminde, aynı eriyikten çıktığı ve aynı ısıl işlem gördüğü kanıtlanırsa test için parça sayısına bağlı olmaksızın dört test parçası seti yeterlidir.

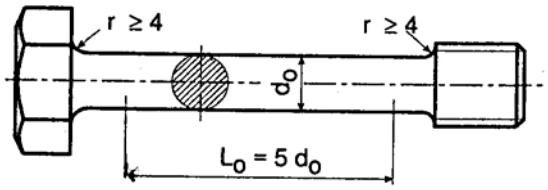
5.3 Çekme testi için, test parçaları örnek malzemeden mekanik işlenerek hazırlanabilir veya Şekil 14.1'de gösterildiği gibi torna edilmiş test parçası kullanılabilir.

5.4 Mekanik işleme ile üretimden sonra ısıl işlem yapılmayacaksa başlangıç malzemesi, son ısıl işlem yapılmış durumda ise başlangıç malzemesinin testinde mekanik özelliklerin kanıtlanması yeterlidir. Bu durumda çelik çubuklar aynı eriyikten, aynı çapta, aynı ısıl işlem görmüş en fazla 5000 kg. a kadar olan test demetleri halinde tertiplenir. Çekme ve çentik darbe testi yapılması için her bir test demetinden bir test parçası seti alınır.

5.5 Cıvatalar ve somunlar mekanik işlemin ardından ısıl işlem görmüşse, testler madde 5.2'ye göre şekil verilerek hazırlanan benzer cıvata ve somunlardaki gibi yapılacaktır.

Tablo 14.4 Mekanik özelliklerin testi için test parçası seti sayısı

Parça sayısı	Mekanik testler için test parçası seti sayısı
≤ 200	1
> 200 ve ≤ 400	2
> 400 ve ≤ 800	3
> 800 ve ≤ 1200	4
> 1200 ve ≤ 1600	5
> 1600 ve ≤ 3500	6
> 3500	7



Şekil 14.1 Torna edilmiş test parçası

5.6 Yüzey düzgünlüğü boyutlar ve toleranslara uygunluk için genelde en az 20 cıvata, 200 parça veya daha az olan demetlerde en az 10 cıvata sörveyör tarafından kontrol edilecektir. Bunun için üretici gerekli geyç ve mastarları hazır bulundurmalıdır.

5.7 Teslimin düzgünlüğü, üretici tarafından sertlik testleri ile kanıtlanacaktır. Bu maksatla her test demetinden genelde en az 20 cıvata, 200 parça veya daha az olan test demetlerinde en az 10 cıvata test edilecektir. Test sonuçları sörveyöre yazılı olarak verilecektir.

5.8 Yüksek sıcaklıktaki mekanik özellikleri esas alınarak, yüksek sıcaklık uygulamaları için hesaplanan cıvatalar için, her gruptan bir test parçasında yapılan yüksek-sıcaklık çekme testi ile %0,2 ve %1 akma gerilmesi kanıtlanacaktır. Testler, çalışma sıcaklığı seviyesine en yakın sıcaklıkta, en yakın 50°C'a yuvarlatılarak yapılacaktır.

Yüksek sıcaklık özellikleri kanıtlanmış kabul edilen, tanınmış standartlara uygun cıvatalarda testler yapılmayabilir.

6. Somunların Testleri

6.1 Kimyasal bileşim

Kimyasal bileşim Bölüm 6, B, Tablo 6.2'deki, ilgili standartlardaki ve spesifikasyonlardaki istekleri sağlamalıdır.

6.2 Anma diş çapı 39 mm. ye kadar olan (39 mm. dahil) somunlara, konikliği 1:100 olan mandrel kullanılarak genişletme testi uygulanacaktır (Şekil 8.2'ye bakınız). Testten önce somunlar anma diş çapında delinecektir. Yüksekliği ≥ 0,8 · anma diş çapı "d" olan

somunlar için genişletme en az %6 olmalıdır. (0,5≤ yükseklik <0,8 d olan somunlar için ise en az %4). Test parçaları sayısı için Tablo 8.4 uygulanır. Ancak, 100 veya daha fazla sayıda test parçası için en az 2 somun test edilmelidir.

6.3 Dişli anma çapı 39 mm. den büyük olan somunlarda, genişletme testi yerine 5.1'e göre başlangıç malzemesi testleri yapılır.

6.4 Teslimin düzgünlüğü üretici tarafından sertlik testleri ile kanıtlanacaktır. Bu maksatla her bir test demetinden genelde en az 20 somun, parça sayısı 200 veya daha az olanlarda en az 10 somun test edilecektir.

6.5 Yüzey işleme, boyutlar ve toleranslara uygunluk, 5.5'de belirtilenlere benzer şekilde sörveyör tarafından doğrulanacaktır.

7. Kimyasal Bileşimin Kanıtlanması

7.1 Üretici her teslimde, kimyasal analiz sonuçlarını, eriyik numarasını, boyutları, ve üzerinde çalışılan ilk malzemenin teslim durumunu içeren bir belgeyi sörveyöre vermelidir. Bu belgede çelik üreticisinin de adı bulunmalıdır.

7.2 Alaşımlı çeliklerden yapılan cıvata ve somunlarda, üretici doğru malzemenin kullanıldığını kanıtlamak üzere özel bir test uygulayacaktır.

8. Tahribatsız Muayeneler

Üretici aşağıdaki cıvatalara, uygun bir çatlak belirleme yöntemi uygulayacaktır:

- Türbin muhafazası cıvataları
- Sıcaklığı > 350°C olan ana buhar devresindeki cıvatalar

ve ayrıca, silindir çapı >400 mm. olan dizel motorlarındaki, aşağıdaki cıvatalara uygulanacaktır:

- Ana yatak cıvataları,
- Konnektin rod cıvataları,
- Kroset yatak cıvataları,
- Silindir kapak cıvataları.

9. Tekrar Testleri

9.1 İstenilen test parçaları, mekanik özelliklerin testi için öngörülen koşullarda yeterli değilse istekleri karşılayacak iki ilave test parçası veya test parçası seti alınır. Bu test parçaları da başarısız olursa test demeti kabul edilmez. Ancak üretici bu test demetine yeniden ısıl işlem uygulayabilir ve teste tabi tutabilir. Test parçaları bu halde de yeterli değilse, test demeti kesinlikle red edilir.

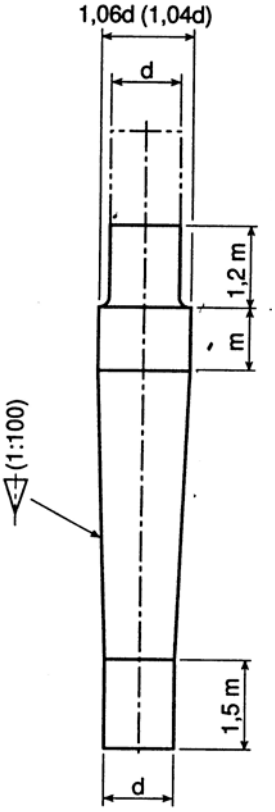
9.2 Sertlik testi yüzey hatalarının tahribatsız muayeneleri ve boyut kontrolü için istenilen test parçaları istekleri yerine getiremiyorsa, ilave olarak rastgele 20 parça (veya parça sayısı ≤ 200 olan demetten 10 parça) alınır. Bu parçaların tümü istekleri yerine getirmelidir. Aksi takdirde tüm test demeti red edilir. Sertlik testi için üretici bu demete ısıl işlem uygulayabilir. Bu halde de test parçaları istekleri yerine getiremiyorsa, tüm test demeti kesinlikle red edilir.

10. Markalama

10.1 Cıvata ve somunlar, üretici sembolünü, mukavemet kategorisini veya çelik kalitesini ve M52 ve daha büyük boyutlardaki cıvatalar, için eriyik numarasını içerecek tarzda markalanacaktır.

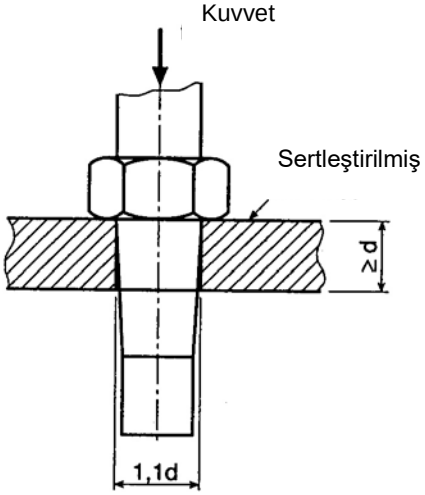
M52 ile daha büyük boyutlardaki cıvatalar teker teker ve diğer tüm parçalar ambalaj etiketine uygulanmak suretiyle **TL** damgası ile markalanacaktır.

10.2 Cıvata ve somunların mekanik işleme suretiyle üretileceği, çapı 25 mm. den büyük olan çelik çubuklar bir uçlarından, üretici sembolü, çelik kalitesi ve **TL** damgası ile markalanacaktır. Alaşımlı çelik çubuklara, ayrıca eriyik numarası da markalanacaktır. Çelik çubukların çaplarının 25 mm. den daha az olduğu hallerde, söz konusu markaların, çubukların demetlerine konulan etiketlere uygulanması yeterlidir.



Somunun %6 (1,06d) veya %4 (1,04d)
genişletilmesi için test mandreli

d = anma diş çapı
m = somunun anma yüksekliği



Test düzeni

Şekil 14.2 Somunların genişletme testi