

Savunma Sanayisinde Kaynaklı İmalat için İmalatçı Değerlendirme Programı

Deniz Efe Heper
Makine Mühendisi
Kaynak Mühendisi

İçindekiler

1. Giriş
2. İmalatçı kalifikasyonu
3. Temel Gereksinimleri
 - 3.1. Personel gereksinimi
 - 3.2. Kaynak Dikişlerinin Değerlendirilmesi
 - 3.3. İşletme Donanımı
 - 3.4. Üretim Dokümanları
4. Alt yüklenici kullanımı
5. Önemli notlar
6. Değerlendirme Programının Özeti



1. Giriş

Ülkemizde savunma sanayi alanında önemli gelişmeler yaşanmaktadır. Kaynaklı imalat, bu sektörde de kritik öneme sahiptir.

Gerek çelik ve alüminyum yapılar, gerekse demir yolu araçları için kaynaklı imalat alanında tanımlı uluslararası kalite sağlama sistemleri mevcut olmasına karşın, savunma sanayisinde yaygın kullanılan bir sistem yoktur.

Bu sunumda ülkemizde, savunma sanayisinde kaynaklı imalatın kalitesini güvence altına almak için önerdiğimiz program yer almaktadır. Bu program, hem ana yüklenici firmaların hem de onların alt yüklenicilerinin değerlendirilmesinde kullanılabilir.

Savunma sanayisinde üretilecek parçalar temelinde imalatçı sınıflandırılması esas alınmıştır.

Referans olarak DIN 2303 standardı (Kaynak ve ilgili prosesler - Askeri ürünlerin üretimi ve bakımını yapan işletmeler için kalite gereklilikleri) temel alınmıştır

2. İmalatçı kalifikasyonu

İşletmelerin kalifikasyonunun, ürün ve yapı bileşeni sınıfı temelinde yapılması önerilir. Buna göre İmalatçı Kalite Sınıfları (KS):

- KS1** Genel gereksinimlere sahip askeri ürünler.
Yapı ve yapı elemanı malzemeleri: Özel önlemler alınmaksızın kaynak edilebilecek genel yapı çelikleri, alüminyum alaşımları
- KS2** Özel gereksinimlere sahip askeri ürünler.
Yapı ve yapı elemanı malzemeleri: Yüksek mukavemetli ince taneli yapı çelikleri, islah çelikleri, manyetize edilemeyen çelikler (östenitik paslanmaz çelikler), Titanyum ve AlZnMg (7000 serisi alüminyum) alaşımları
- KS3** Balistik özellikli ürünler.
Yapı ve yapı elemanı malzemeleri: Mermi ve mayına karşı dayanıma sahip malzemeler

Not: Burada, havacılıkta kullanılan kaynaklı ürünler sınıflandırılmamıştır.

İmalatçı kalifikasyon sınıfı	KS 1	KS 2	KS 3
Askeri ürüne ait gereklilikler	Genel gereklilikler	Özel gereklilikler	Balistik özellik
Kapsanan kalifikasyon sınıfı	KS1	KS1	KS1, KS2
Ana Malzeme	Genel yapı çelikleri, alüminyum alaşımları (4000, 5000, 6000 serisi)	İnce taneli yapı çelikleri, ıslah çelikleri, paslanmaz çelikler, titanyum ve 7000 serisi alüminyum alaşımları	Balistik özellikli çelik ve alüminyum malzemeler
Kalite sistem gereksinimleri	EN ISO 3834-3 (standart kalite gereklilikleri)	EN ISO 3834-2 (kapsamlı kalite gereklilikleri)	

2. İmalatçı kalifikasyonu

Kaynaklı Bileşen Sınıfı

Yüklenme durumuna göre sınıflandırılmayı içerir.

Sınıfının belirlenemediği veya işveren tarafından belirtilmediği durumlarda, bileşen sınıfının BS3 olarak kabul edilmesi tavsiye edilir.

Bileşen sınıfı	Açıklama
BS 3	Bu sınıf, yüksek statik veya dinamik yükler altında çalışan ve yüksek güvenlik gereksinimine sahip ve/veya yüksek derecede kullanım sıklığı olan askeri ürünlerin ve bunların alt bileşenlerinin üretimi için geçerlidir.
BS 2	Bu sınıf, normal statik veya dinamik yükler altında çalışan ve orta seviyede güvenlik gereksinimine sahip ve/veya orta derecede kullanım sıklığı olan askeri ürünlerin ve bunların alt bileşenlerinin üretimi için geçerlidir.
BS 1	Bu sınıf, düşük statik veya dinamik yükler altında çalışan ve düşük güvenlik gereksinimine sahip ve/veya düşük kullanım sıklığı olan askeri ürünlerin ve bunların alt bileşenlerinin üretimi için geçerlidir.

KS2 için bileşen sınıfının seçimi için örnekler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Bileşen Sınıfları-KS2		
BS3	BS2	BS1
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Basınç altında çalışan gövdeler ✓ Yakıt tankları ✓ Bükümlü silah kule oturma yüzeyleri ✓ Yük altında çalışan vinç parçaları ✓ İstihkam ekipmanları ✓ (Taşınabilir engel geçiş ekipmanı, köprüler) ✓ Alüminyum malzemeden üretilmiş köprülerin ve amfibik araçların bağlantıları 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Dış gövde ✓ Basınç altında çalışan destek gövde elemanları ✓ Kaldırma ve taşıma ekipmanları 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Taşıyıcı bazalar ✓ Güverte ve duvarlar ✓ Gövde üzerine kaynaklı parçalar (Montaj yerleri vb.) ✓ Kapılar ve kapaklar ✓ Ek bağlantılar (Kablo tutucular, klima borusu tutucuları vb.)

3. Temel Gereksinimler

3.1. Personel gereksinimi

Bileşen sınıfına (BS) bağlı olarak gerekli niteliğe sahip gözetim personeli (KGP) bulundurulması gerekir.

Kaynak gözetim personeli vekilinin de tanımlı olması ve yetkili kurum/işveren tarafından kabul edilmesi gerekir.

- ✓ Kaynakçıların ISO 9606-1/-2/-3
- ✓ Kaynak operatörlerinin EN ISO 14732

standardına göre akredite bir kurumdan sertifikalı olması gerekir.



Bileşen sınıfı	Kalifikasyon	Mesleki gereklilik	Çalışma alanı
BS 3	EN ISO 14731'e göre kapsamlı teknik bilgi, örn. IWE, Uluslararası Kaynak Mühendisi	Teknik üniversite veya teknik eğitim fakültesi mezuniyetine ek olarak yetkili bir eğitim kurumundan (ATB) alınmış eğitim	Sorumlu KGP ve eş yetkide vekil Sorumlu ve vekili firma çalışanı olmak zorunda
BS 2	EN ISO 14731'e göre spesifik teknik bilgi, örn. IWT, Uluslararası Kaynak Teknikeri	Teknik yüksek okulu mezuniyetine ek olarak yetkili bir eğitim kurumundan (ATB) alınmış eğitim	Sorumlu KGP ve eş yetkide vekil Sorumlu ve vekili firma çalışanı olmak zorunda
BS 1	EN ISO 14731'e göre temel teknik bilgi, örn. IWS, Uluslararası Kaynak Uzmanı	Yetkili bir eğitim kurumundan (ATB) alınmış eğitim	Sorumlu KGP ve eş yetkide vekil

3.1. Personel gereksinimi

Kaynak öncesi-sırası-sonrası kontrollerin düzenli yapılması ve bu kontrollerin kayıt altına alınması gereklidir.

- ✓ İmalat sürecinde kaynaklı imalatın WPS'e uygunluğu
- ✓ Giriş kalite kontrolleri
- ✓ Kaynak öncesi ve sonrası kontroller
- ✓ Uygun NDT planının uygulanması

önemlidir.

Bu kontrolleri yapabilecek ve NDT sürecini yönetebilecek saha inspektörleri (IWI-B, IWI-C vb.) kaynaklı imalat kalitesini arttıracaktır.

3. Temel Gereksinimler

3.2. Kaynak Dikişlerinin Değerlendirilmesi:

Teknik şartname veya sözleşmede aksi belirtilmedikçe, çelik veya alüminyum bileşenlerin kaynak dikişlerinin değerlendirilmesinde aşağıdaki değerlendirme grupları geçerlidir:

- ✓ Bileşen sınıfı **BS 2** ve **BS 3** EN ISO 5817 (veya EN ISO 10042) **Sınıf B**
- ✓ Bileşen sınıfı **BS 1** için EN ISO 5817 (veya EN ISO 10042) **Sınıf C**

3. Temel Gereksinimler

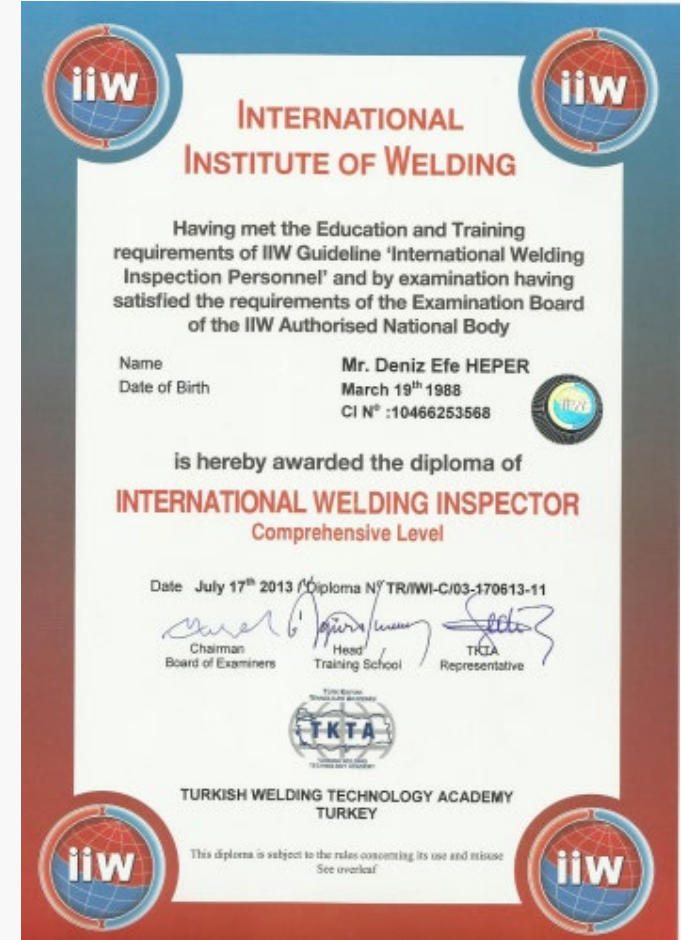
3.2. Kaynak Dikişlerinin Değerlendirilmesi:

Uygun bir değerlendirme;

✓ ISO 9712'ye göre belgelendirilmiş görsel muayene personeli

✓ Uluslararası Kaynak inspektörü

ile uygun bir şekilde yapılabilir.



3. Temel Gereksinimler

3.3. İşletme Donanımı

- ✓ Üretimin gerçekleştirilebilmesi için gerekli donanım bulunmalıdır. Proses temelli donanımın (Örn. ölçü aletleri, kaynak akımı üreteçleri, vb) test edilmiş olması (gerektiğinde kalibrasyon veya doğrulama yapılması) gereklidir.
- ✓ Üretim ve bakım işlemlerinde, gerektiğinde kullanılmak üzere tahribatsız test donanımı ve ilgili tahribatsız testin prosedürü bulunmalıdır. Tahribatsız test hizmetinin, bir sözleşme kapsamında, satın alınması da mümkündür.

3. Temel Gereksinimler

3.4. Üretim Dokümanları

- ✓ Gerekli tüm işlem parametrelerinin, dolgu malzemesinin, yardımcı ekipmanın ve diğer koşulların belirtildiği iş talimatları ve ISO 15609-1'e göre hazırlanmış Kaynak Talimatı (WPS) bulunması ve uygulanması gereklidir.
- ✓ Kaynak yöntemlerinin yetkili bir kuruluş tarafından onanmış olması gereklidir. Kaynaklı imalat kalitesinin arttırılması için alın ve köşe birleştirmelere ayrı ayrı WPQR yapılması önerilir.

3. Temel Gereksinimler

3.4. Üretim Dokümanları

- ✓ KS2 ve KS3 sınıfları için köşe kaynağı WPQR'larına ISO 9018 standardına göre ilave çekme testi uygulaması önerilir.
- ✓ Ana malzeme, üretim sırası, kaynakçı, kaynak teli, kontrol personeli arasında izlenilebilirliğin sağlanması ve çelikleri renk kodlarıyla ayrılması gereklidir.

3. Temel Gereksinimler

3.4. Üretim Dokümanları

Tam mekanize veya otomatik sistemlerinin,

- ✓ Yöntem testi,
- ✓ Yapı bileşeni bazlı testler
- ✓ Proses şartnameleri

ile kontrol altında tutulması önerilir.

4. Alt yüklenici kullanımı

- ✓ Altyüklenicilerin bu programla beraber sınıfı belirlenir.
- ✓ Alt yüklenicilere, ürün ile ilgili gerekli tüm bilgilerin aktarılmasının sorumluluğu yüklenici firmaya aittir.
- ✓ Alt yüklenici tarafından üretilmiş ürün ile ilgili sorumluluk yükleniciye aittir.
- ✓ Alt yüklenici, herhangi bir işle ilgili başka bir alt yüklenici kullanacaksa, mutlaka iş verenden onay almalıdır.

5. Önemli notlar

- ✓ Gaz sertifikasının önemi: Özellikle MIG ve MAG yöntemlerinin ayrımı, karışım gazı kullanılıp kullanılmamasına göre bakılmaktadır. Karışım gazında ise CO₂ kullanımı +/- % 25'i, diğer gazlar da %0.1'ü geçemez.
- ✓ Isı girdisinin WPQR'daki değerin +/- %25 değerini aşamayacağı belirtilmelidir.
- ✓ 16 mm ve üzeri parçalar için laminasyon testi tavsiye edilir.
- ✓ Özellikle ince taneli çeliklerde, darbeli akımlı kaynak yöntemlerinin kullanımı arttırılabilir. TIG ve diğer yüksek ısı girdili yöntemlerin kullanımı, ince taneli yüksek mukavemetli çeliklerin kaynağında sakıncalı olduğundan, önerilmez.

5. Önemli notlar

- ✓ İnce taneli ve yüksek mukavemetli çeliklerin termal kesimleri için CPQR çalışması önerilir. Özellikle EN 1090-2 (Çelik Yapı Uygulamaları Teknik Gereklilikler) standardı, bu konuyu detaylı bir şekilde anlatmaktadır.
- ✓ Robotik yöntem kullanımı, ince parçaların kaynağı, kısmi nüfuziyetli ve T alın kaynakları, zorunlu pozisyonların kaynağı ve erişimi sorunlu bölgelerin kaynağı için belli aralıklarda şahit numune alınması ve bunların kayıt altına alınması tavsiye edilir.
- ✓ Teller mutlaka kapalı alanda ve 16 C° sıcaklığının üzerinde ve %60 nemin altında saklanmalıdır. Düzenli olarak bu kontroller yapılmalıdır. (İnce taneli çeliklerde H2 çatlağı riski)

6. Değerlendirme Programının Özeti

- ✓ Yeterli sayı ve nitelikte koordinasyon personeli (IWE, IWI-B, NDT-ISO 9712) mevcut olmalıdır.
- ✓ Her birleştirme ve kaynak yöntemi prosesi için belgeli en az 2 kaynakçı veya operatör olmalıdır
- ✓ Onaylı kaynak talimatları mevcut olmalıdır.
- ✓ Yeterli alan, donanım ve yardımcı ekipman fabrika alanında olmalıdır.

6. Değerlendirme Programının Özeti

- ✓ Kaynaklı imalatın kalitesinin güvence altına alınması için fonksiyonel yönetim sistemi ve izlenilebilirlik sistemi oluşturulması gereklidir.
- ✓ İlgili program ile değerlendirmenin her yıl yapılması tavsiye edilir. İş veren, imalatçı firmadaki koşulları göz önünde bulundurarak, imalatı sınırlandırabilir ya da eksikliklerin tamamlanması önkoşuluna bağlayabilir. Her yıl değerlendirme tavsiye edilir.

Teşekkürler...