

Document Number	HSF-Training20	First Release Date	02.21.2026	Does Not Contain ITAR Controlled Data
Revision Number	01	Revision Date		Cancelled Revision

0. KAPSAM

- 0.1.** Bu eğitim dokümanı, HSF Savunma Havacılık Ltd. Sti. (HSF) tarafından havacılık ve uzay uygulamaları için üretilen metalik malzeme ve bileşenlerin **Bilgisayarlı Radyografik Muayenesi (CRI)** için asgari gereksinimleri belirler.
- 0.2. Kullanıcı Seviyesi:** Bu eğitim dokümanının kullanıcı seviyesi **en az 3 yıl** HSF bünyesinde görev almış NAS410 Standardına uygun olarak Seviye 2 onaylı kalite kontrol ve süreç onay mühendisleridir.
- 0.3. Uygulayıcı Sorumluluğu:** HSF Kalite Kontrol ve Sürec Onayı (QCPA) politikasına göre, Radyografik Muayene uygulama sorumluluğu, hizmet içi eğitimlerini tamamlamış, HSF tarafından yazılı olarak yetkilendirilmiş ve sertifikalandırılmış QCPA mühendisleridir.
- 0.4. Online Ziyaretçi Sorumluluğu:** Bu dokümanda yer alan bilgiler HSF fabrika alanı ve üretim süreçleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Online ziyaretçiler bu dokümanda yer alan bilgileri kendi kapasiteleri kapsamında kullanmasından sorumludur, HSF'nin her hangi bir sorumluluğu yoktur.
- 0.5. Risk Değeri:** HSF QCPA politikasına göre, radyografik muayene uygulama süreçlerinin risk seviyesi "**P: Yüksek - S: Yüksek = Yüksek (15-19) Düzeltici Faaliyet Gerekli**" olarak sınıflandırmıştır.
- 0.6.** Bu eğitim dokümanı, malzeme veya bileşenler için kabul kriterleri belirleme amacı tasınamaktadır. Bu belgeye uygun olarak muayene yapıldığında, mühendislik çizimleri, spesifikasyonlar veya diğer ilgili belgeler kabul kriterleri olarak kabul edilir.
- 0.7.** HSF QCPA Politikası, radyografik muayene uygulama süreçlerini **AMS2647, EN-ISO 9712, NAS410, DIN-EN 4179** ve **ATA Specifications 105** standartlarına göre yürütmektedir.

Aksi belirtilmedikçe veya müşteri veya üretim standardı tarafından zorunlu kılınmadıkça, HSF aşağıdaki durumlarda için radyografik inceleme yapmaktadır:

- ✓ **Kaynak İncelemesi:** Kaynak doldurmasını gözlemlemek ve kaynak boşluğu veya çatlak olup olmadığını kontrol etmek.
- ✓ **Temas Edilemeyen Alan İncelemesi:** Görsel olarak veya herhangi bir ölçüm cihazıyla incelenemeyen alanları incelemek ve ölçmek.
- ✓ **Malzeme Kusuru İncelemesi,**

Isıl işlem süreçleri sonrasında veya yüzey devamsızlıklarının incelenmesi için müşteri isteri veya üretim standardı gerektirmediği sürece HSF radyografik muayene uygulamaz, bunun yerine Floresan Penetrant veya Magnetic Particule veya Eddy Current muayene yöntemlerinden en uygunu uygulanır.

HSF radyografi muayene kabiliyeti elektronik parçalar, basınçlı tüpe veya benzeri basınçlı kapları ve patlayıcı materyallerin incelenmesini, bu materyellerin HSF kabiliyet kapsamı dışı olması nedeniyle, kapsamamaktadır.

0. SCOPE

- 0.1.** This training document establishes the minimum requirements for the **Computed Radiographic Inspection (CRI)** of metallic materials and components produced by HSF Savunma Havacılık Ltd Sti (HSF) for aerospace applications.
- 0.2. User Level:** This training document is intended for Quality Control and Process Approval Engineers with at least 3 years of experience at HSF and Level 2 certification according to the NAS410 Standard.
- 0.3. User Responsibility:** According to HSF Quality Control and Process Approval (QCPA) policy, Radiographic Inspection responsibility is assigned to QCPA engineers who have completed in-service training and are authorized and certified in writing by HSF.
- 0.4. Online Visitor Responsibility:** The information in this document has been prepared considering the HSF factory area and production processes. Online visitors are responsible for using the information in this document within their own capacity, HSF has no responsibility.
- 0.5. Risk Value:** According to the HSF QCPA policy, the risk level of radiographic inspection processes is classified as "**P: High - S: High = High (15-19) Corrective Action Required**".
- 0.6.** This training document is not intended to establish acceptance criteria for material or components. When examination is performed in accordance with this document, engineering drawings, specifications, or other applicable documents shall indicate the acceptance criteria.
- 0.7.** HSF QCPA Policy conducts the radiographic inspection processes in accordance with **AMS2647, EN-ISO 9712, NAS410, DIN-EN 4179** and **ATA Specifications 105** standards.

Unless otherwise specified or required by the customer or production standard, HSF is performing the radiography inspection for the following:

- ✓ **Welding Inspection:** to observe the weld adhering and to inspect for a weld gap or crack.
- ✓ **Non-Touch Area Inspection:** to inspect and measure the areas that cannot be inspected visually or with any measurement device.
- ✓ **Material Defect Inspection,**

Unless required by customer request or production standard, HSF does not perform radiographic examination after heat treatment processes or for the inspection of surface discontinuities; instead, it applies the most suitable of the Fluorescent Penetrant, Magnetic Particle, or Eddy Current examination methods.

HSF radiography capabilities do not include the inspection of electronic components, pressure tubes, or similar pressure vessels, or explosive materials, as these materials are outside HSF's capabilities.

Document Number	HSF-Training20	First Release Date	02.21.2026	Does Not Contain ITAR Controlled Data
Revision Number	01	Revision Date		Cancelled Revision

1. REFERANS STANDARDLAR

- 1.1. Aksi müşteri ve/veya üretim gereksinimlerinde belirtilmediği surece, HSF radiografi muayene sureçlerini aşağıdaki standartları temel alarak yürütmektedir.
- 1.2. HSF için standard bir prosedür olarak, aksi belirtilmedikçe aşağıda listelenen tüm standartların güncel revizyon olduğu varsayılır.

ASTM E2007 – Standard Guide for Computed Radiography

ASTM E2033 – Standard Practice for Radiographic Examination Using Computed Radiography (Photostimulable Luminescence Method)

ASTM E1255 – Standard Practice for Radioscopy

ASTM E1742 – Standard Practice for Radiographic Examination

ASTM E2104 – Standard Practice for Radiographic Examination of Advanced Aero and Turbine Materials and Components

ASTM E1030 – Standard Practice for Radiographic Examination of Metallic Castings

ISO 4993 – Steel and iron castings – Radiographic testing

ISO 3999 – Radiation Protection – Apparatus for Industrial Gamma Radiography – Specifications for Performance, Design and Tests

IAEA Safety Standards No. SSG-11 – Radiation Safety in Industrial Radiography

GBZ 117 2022 – Standard for Radiological Protection in Industrial Radiography

NASA PRC-6503 Process Specification for Radiographic Inspection

2. TANIMLAR

- 2.1. **Radyografik Muayene:** Genel olarak, radyografik muayene, metal ve/veya metal harici malzemelerin içine kısa dalga boyulu elektromanyetik radyasyon (yüksek enerjili fotonlar) göndererek gizli kusurları tespit etme yöntemidir.
- 2.2. **Ortam Esdeğer Doz Hizi:** Dedektörün hassas hacmi üzerinden ortalama olarak ölçülen doz hızı.
- ✓ **Ölçümler:** Ortam esdeğer doz hızının ölçümleri, yüzeyden 1 metre uzaklıkta ve ayrıca maruz kalma kabinin yüzeyinde veya yüzeyden 50 mm uzaklıkta yapılmalıdır.

3. RADYOGRAFİK MUAYENE METHODLARI VE UYGULAMA KABİLİYETLERİ

3.1. Film veya Kağıt Radyografi (**HSF kapsam dışı kabiliyet**), Malzemenin içine nüfuz eden ve içinden geçen radyasyonun yoğunluğu, ya radyasyona duyarlı bir film (**Film Radyografisi**) ya da radyasyona duyarlı sensörlerden oluşan düzlemsel bir dizi (Gerçek Zamanlı Radyografi) tarafından yakalanır. **Film radyografisi en eski yöntemdir, ancak tahribatsız muayenede hala en yaygın kullanılan yöntemdir.**

3.2. **Gerçek Zamanlı Radyografi (Radyoskopi) (HSF Tarafından Uygulanabilir)**

3.2.1. **GERÇEK ZAMANLI RADYOGRAFI – RADYOSKOPI:** Yazılım aracılığıyla iki boyutlu bir görüntü gerçek zamanlı olarak bir monitörde görüntülenir. Bu teknik, gizli bir görüntü oluşturmayı içermez; bunun yerine, emilmeyen radyasyon, hemen görüntülenebilen veya elektronik ve video ekipmanlarıyla neredeyse gerçek zamanlı olarak işlenebilen optik veya elektronik bir sinyale dönüştürülür.

3.2.2. **Avantaj:** Gerçek zamanlı radyografinin film radyografisine göre en büyük ve önemli avantajı, radyografik inceleme sırasında test parçasında oynama olanıdır.

1. REFERENCE STANDARDS

1.1. Unless otherwise specified in customer and/or production requirements, HSF conducts the radiography inspection processes based on the following standards.

1.2. This is a standard procedure for HSF that all listed documents are assumed to be the current revision unless a specific revision is provided.

2. DEFINITIONS

2.1. **Radiographic Inspection:** In general, radiographic inspection is a method of detecting hidden defects by sending short-wavelength electromagnetic radiation (high-energy photons) into metal and/or non-metal materials.

2.2. **Ambient Equivalent Dose Rate:** Dose rate measured as an average over the sensitive volume of the detector.

✓ **Measurements** of the equivalent dose rate shall be made at 1 m from the surface and additionally at the surface of the exposure container or at 50 mm from the surface.

3. RADIOGRAPHIC INSPECTION METHODS AND APPLICATION CAPABILITIES

3.1. Film or Paper Radiography (**Out of the Scope for HSF**)
The intensity of radiation penetrating and passing through the material is captured either by a radiation-sensitive film (**Film Radiography**) or a planar array of radiation-sensitive sensors (**Real-Time Radiography**). **Film radiography is the oldest method, but it is still the most widely used method in non-destructive testing.**

3.2. **Real-Time Radiography (Radioscopy) (Applicable Capability by HSF)**

3.2.1. **REAL-TIME RADIOGRAPHY – RADIOSCOPY:** A two-dimensional image is displayed on a computer monitor in real time through software. This technique does not involve the creation of a latent image; instead, the unabsorbed radiation is converted into an optical or electronic signal, which can be viewed immediately or can be processed in near real time with electronic and video equipment.

3.2.2. **Advantage:** The main advantage of real-time radiography over film radiography is the opportunity to manipulate the testpiece during radiographic inspection.

Document Number	HSF-Training20	First Release Date	02.21.2026	Does Not Contain ITAR Controlled Data
Revision Number	01	Revision Date		Cancelled Revision

- 3.2.3.** Bu kabiliyet, ic mekanizmalarin incelenmesinde cok iyi olanak tanir ve parcayi kusur tespiti icin uygun yone getirmek uzere yon degistirerek catlaklarin ve duzlemsel kusurlarin es zamanli tespitini gelistirir.
- 3.2.4. Uygulama Alanlari:** HSF QCPA Politikasina gore, uretim sartnamesinde veya musteru gereksinimlerinde aksi belirtilmese bile, radyografik muayene asagidaki asamalarda AQL seviyesine bagli olarak uygulanir. Bununla birlikte radyografik muayene surecleri bu uygulamalarla sinirli degildir.
- 3.2.4.1.** Floresan Penetrant Muayene,
3.2.4.2. Ic Kusur Tespitleri,
3.2.4.3. Kaynak Buzulme Catlaklari,
3.2.4.4. Kaynak Curuf Kalintilari,
3.2.4.5. Kaynak Eksiklikleri,
3.2.4.6. Kaynak Gozenekleri,
3.2.4.7. Isil Islem Sureci,
3.2.4.8. Yorgunluk Catlaklari,
3.2.4.9. Stress Korozyonlari,
3.2.4.10. Kabarciklanma ve Incelme,
3.2.4.11. Korozyon Cukurlari.
- 3.2.5. Uygulama Sinirlamasi:** HSF asagidaki sureclerde radyografik inceleme kullanmaz, bu surecler icin HSF **Floresan Penetrant** ve/veya **Eddy Current** muayene kabiliyetlerini kullanir.
- 3.2.5.1. Sureksizlikler,** radyasyon isininin paralel olmadikca tespit edilemez.
- 3.2.5.2.** Kalin kesitlerdeki **dar catlaklar**, dogru sekilde yonlendirilmis olsalar bile hic tespit edilemeyebilir.
- 3.2.5.3.** Islenmis malzemede bulunan kusurlar, pullar, mikro gozeneklilik ve mikro catlaklar gibi kucuk sureksizlikler, tespit edilebilir bir buyuk etki yaratacak kadar ayrismadikca tespit edilemeyebilir.
- 3.2.5.4.** Katmanlasmaların radyografi ile tespiti neredeyse imkansızdır veya çok zordur; elverişsiz yönelimleri nedeniyle, katmanlasmalar, katmanlı alanların ayrılmış alanlardan ayırt edilmesini sağlayan emilim farklılıkları oluşturmaz.

- 3.2.3.** *This capability allows the inspection of internal mechanisms and enhances the detection of cracks and planar defects by manipulating the part to achieve the proper orientation for flaw detection.*
- 3.2.4. Application Stages:** *According to the HSF QCPA Policy, radiographic inspection is performed at the following stages, depending on the AQL level, even if not otherwise specified in the production specification or customer requirements. However, radiographic inspection processes are not limited to these.*
- 3.2.4.1.** *Fluorescent Penetrant Testing,*
3.2.4.2. *Detect Internal Flaws,*
3.2.4.3. *Weld Shrinkage Cracks,*
3.2.4.4. *Weld Slag Inclusions,*
3.2.4.5. *Weld Incomplete Fusions,*
3.2.4.6. *Weld Pores,*
3.2.4.7. *Heat Treatment Process,*
3.2.4.8. *Fatigue Cracks,*
3.2.4.9. *Stress Corrosion,*
3.2.4.10. *Blistering and Thinning,*
3.2.4.11. *Corrosion Pits.*
- 3.2.5. Application Limitation:** *HSF does not use radiographic examination in the following processes; for these processes, HSF uses **Fluorescent Penetrant** and/or **Eddy Current** inspection capabilities.*
- 3.2.5.1. Discontinuities** *cannot be detected unless they are essentially parallel to the radiation beam.*
- 3.2.5.2. Tight cracks** *in thick sections may not be detected at all, even when properly oriented.*
- 3.2.5.3.** *Minute discontinuities such as inclusions in wrought material, flakes, microporosity, and microfissures may not be detected unless they are sufficiently segregated to yield a detectable gross effect.*
- 3.2.5.4.** *Laminations are nearly impossible to detect with radiography; because of their unfavorable orientation, delaminations do not yield differences in absorption that enable laminated areas to be distinguished from delaminated areas.*

4. GUVENLIK

- 4.1.** HSF radiography muayene guvenlik kriterlerini **ISO3999 Standardina** bagli olarak yurutmektedir.

4. SECURITY

- 4.1.** HSF radiography inspection safety criteria are carried out in accordance with the **ISO3999 Standard**.

Ortam Esdeger Doz Hizi Limitleri (Ambient Equivalent Dose-Rate Limits)

Sinif Class	Kabin Dis Yuzeyi On External Surface of Container	Kabin Dis Yuzeyinden 50mm 50mm from External Surface	Kabinden 1 Metre Mesafe 1 Meter from External Surface
P	2 mSv/h (200 mrem/h)	0,5 mSv/h (50 mrem/h)	0,02 mSv/h (2 mrem/h)
M	2 mSv/h (200 mrem/h)	1 mSv/h (100 mrem/h)	0,05 mSv/h (5 mrem/h)
F	2 mSv/h (200 mrem/h)	1 mSv/h (100 mrem/h)	0,1 mSv/h (10 mrem/h)

- 4.2.** Endustriyel radyografi, radyografik goruntuleme yoluyla cansiz nesnelere ve malzemelerin ic durumuna iliskin tahribatsiz bilgi elde etmek icin radyasyonun nufuz edici ozelliklerinden yararlanir. Uygulaması oldukça yaygındır ve

- 4.2.** *Industrial radiography uses the penetrating properties of radiation to obtain non-destructive information about the internal state of inanimate objects and materials through radiographic imaging. Its application is well established*

Document Number	HSF-Training20	First Release Date	02.21.2026	Does Not Contain ITAR Controlled Data
Revision Number	01	Revision Date		Cancelled Revision

guvenli ve kontrollu bir sekilde kullanildiginda topluma onemli faydalar saglar.

- 4.3. Radyografik muayene, diger tahribatsiz muayene yontemlerine gore bir dizi avantaj sunmaktadir; ancak en buyuk dezavantajlarından biri radyasyonla ilgili saglik riskidir.
- 4.4. HSF, X-Ray cihazı ve yakin cevresini birbirinden bagimsiz 2 detector araciligıyla 7x24 takip. etmektedir. Bir detector cihaza 30cm, digeri de 100cm mesafededir.
- 4.5. X-Ray guvenlik verileri asagidaki siniflarda toplanmaktadır:
- ✓ CPM,
 - ✓ $\mu\text{Sv/h}$ (mSv/h),
 - ✓ mR/h,
 - ✓ CPS

5. AVANTAJLAR VE DEZAVANTAJLAR

AVANTAJLAR

- 5.1. Hem yuzey hem de ic sureksizlikler tespit edilebilir.
- 5.2. Bilesimdeki onemli farkliliklar tespit edilebilir.
- 5.3. Ozellikle lazer kaynak gibi mikro olcekli kaynak muayeneleri icin cok onemlidir.
- 5.4. Malzeme sinirlamalari cok azdir.
- 5.5. Gizli alanların veya mudehale yapilmadan incelenmesi istenen (kalip veya dokum gibi) malzemeler icin onemlidir.
- 5.6. Numune hazirlama gerekliligi cok azdir veya hic gerektirmez.
- 5.7. Kalici ve net test kaydi elde edilir.
- 5.8. Ince/dar ic kanal veya kucuk ic dis gibi hassas ve bolunmeden incelenmesi imkansiz olan, veya bolunmeye izin vermeyecek kadar kucuk olan numuneler icin en onemli muayene yontemidir.

DEZAVANTAJLAR

- 5.9. Guvenlik kurallarına yeterince dikkat edilmedigi takdirde operatorler ve yakindaki diger personel icin tehlikelidir.
- 5.10. Pahalı tahribatsiz muayene yontemlerinden biridir.
- 5.11. Muayene sureci genellikle yavastir.

and, when used in a safe and controlled manner, brings significant benefits to society.

- 4.3. Radiographic testing offers a number of advantages over other NDT methods, however, one of its major disadvantages is the health risk associated with the radiation.
- 4.4. HSF monitors the X-ray machine and its around 24/7 using two independent detectors. One detector is 30cm away from the machine, and the other is 100cm away.
- 4.5. X-ray security data is collected in the following categories:
- ✓ CPM,
 - ✓ $\mu\text{Sv/h}$ (mSv/h),
 - ✓ mR/h,
 - ✓ CPS

5. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

ADVANTAGES

- 5.1. Both surface and internal discontinuities can be detected.
- 5.2. Significant differences in composition can be detected.
- 5.3. It is very important, especially for micro-scale welding inspections such as laser welding.
- 5.4. Material limitations are minimal.
- 5.5. It is important for materials where hidden areas or non-invasive inspection is required (such as molds or castings).
- 5.6. Very little or no part preparation is required before inspection.
- 5.7. Permanent and clear test records are obtained.
- 5.8. This is the most important inspection method for delicate specimens such as thin/narrow internal canals or small internal teeth, which are impossible to inspect without cutting, or are too small to allow for cutting.

DISADVANTAGES

- 5.9. Hazardous to operators and other nearby personnel, if not paying enough attention to the security rules.
- 5.10. One of the expensive NDT inspection methods.
- 5.11. The inspection process is generally slow.