

T.C.
MİLLÎ SAVUNMA BAKANLIĞI
5'İNCİ ANA BAKIM FABRİKA MÜDÜRLÜĞÜ
ANKARA

**TERMOGRAFI TAHRİBATSIZ MUAYENE SİSTEMİ
TEKNİK ŞARTNAMESİ**

ŞARTNAME NO:
5ABFM-C-18

TARİH _____ :
2021

1. Bu onaylı teknik şartname, yayım tarihinden itibaren yürürlüğe girer.
2. Bu onaylı teknik şartnamenin yürürlükten kaldırılma tarihi^[1] : **31 Aralık 2026**
3. Bu onaylı teknik şartname üzerinde değişiklik yapılamaz.
4. Bu onaylı teknik şartname, kapak dâhil toplam 8 sayfadan ibarettir.

^[1] Bu tarihten önce ihalesine çıkılmış veya sözleşmesi imzalanmış dosyalarda, “yürürlükten kaldırma tarihi” hükmü uygulanmayacaktır.

1. KONU

Bu teknik şartname Milli Savunma Bakanlığı ihtiyacı için satın alınacak **Termografi Tahribatsız Muayene Sistemi** teknik özelliklerini, denetim ve muayene metotlarını ve ilgili diğer hususları konu alır.

2. GENEL HUSUSLAR

2.1. Kısaltmalar

- 2.1.1. FPA: Sıralı Odak Düzlemi (Focal Plane Array)
- 2.1.2. Ge: Germanyum
- 2.1.3. IR: Kızıl Ötesi (Infrared)
- 2.1.4. MCT: Civa-Kadmiyum-Tellürid
- 2.1.5. mK: mili Kelvin
- 2.1.6. MWIR: Orta Dalga Boyu Kızıl Ötesi (Middle Wavelength Infrared)
- 2.1.7. Sistem: Termografi Tahribatsız Muayene Sistemi

2.2. Tanımlar

2.2.1. Düzensizlik Düzeltmesi (Non-Uniformity Correction): Ortam değişikçe meydana gelen küçük dedektör sapmasını ayarlar. Temel olarak, kameranın kendi ısısı, sıcaklık okumalarına müdahale edebilir. Doğruluğu artırmak için kamera, IR radyasyonunu kendi optiğinden ölçer ve ardından görüntüyü bu okumalara göre ayarlar. Bu özellik, her piksel için kazanımı ve ofseti ayarlayarak daha yüksek kaliteli ve daha doğru bir görüntü üretir.

2.2.2. Kamera/Lens Açıklığı: Diyaframın dış kısmı ile diyafram açıklığı arasındaki mesafedir. “F/değer” şeklinde ifade edilir. Bu değer ne kadar düşük olursa (F/2.5 gibi), yani diyafram açıklığı ne kadar çok olursa kamera/lens o kadar çok ışık alır.

2.2.3. Kızıl Ötesi (Infrared): Elektromanyetik ışınımın bir türü olup, kırmızı görünür ışığın en uzun dalga boyuna sahip rengidir.

2.2.4. Stirling Soğutucu: Kapalı tip bir soğutma çevrimidir.

2.2.5. Termografi: Temassız yöntemlerle termal görüntüleme cihazları kullanarak bilgi edinme ve analiz yapmayı sağlayan bir bilim dalıdır. Kızılötesi ışınımı algılayıp kaydeden ve termal görüntüye dönüştüren elektronik optik cihazlar kullanılmaktadır.

2.2.6. Kilitlemeli Termografi Tekniğı (Lock-In Thermography): İncelenen nesnenin yüzeyine periyodik bir giriş enerji dalgasının (termal yayıcı, ultrason, mikrodalga, girdap akımı, flaş lambası) uygulanarak nesnenin yüzeyinde ortaya çıkan yerel sıcaklıkların analiz edilmesidir.

2.3. Kullanım Şartı

2.3.1. Sistem ve alt üniteleri, tahribatsız muayene kapsamında, malzemelerin içyapılarındaki süreksizliklerin ve içyapı özelliklerinin, termografi yöntemiyle seyyar olarak yerinde tespit edilmesinde kullanılacaktır.

3. İSTEK VE ÖZELLİKLER

3.1. Genel İstekler

3.1.1. Sistemde ve sisteme ait donanımlarda, alt maddelerde belirtilen kusurlar bulunmayacaktır.

3.1.1.1. Kırık,

3.1.1.2. Çatlak,

3.1.1.3. Boya hatası (boya dökülmesi, kabarması, akması),

- 3.1.1.4. Paslanma,
- 3.1.1.5. Elektriksel hata (Tel kopması, devre eksikliği).
- 3.1.2. Sistem ile birlikte yerli sistem için Türkçe, yabancı menşeli sistem için ise Türkçe, İngilizce ve orijinal lisanda hazırlanmış alt maddelerde yer alan dokümanlar basılı, CD veya USB bellek ortamında, **ihale dokümanında** belirtilen miktarda verilecektir.
- 3.1.2.1. Kullanma kılavuzu,
- 3.1.2.2. Bakım ve onarım kılavuzu,
- 3.1.2.3. Parça katalogları.
- 3.1.3. Sistem üzerinde, alt maddelerde yazılı bilgiler olacaktır.
- 3.1.3.1. Marka ve modeli,
- 3.1.3.2. İmal tarihi,
- 3.1.3.3. İmalatçı adresi,
- 3.1.3.4. Seri numarası,
- 3.1.3.5. Çalışma voltajı ve amperi.
- 3.1.4. Kontrol bilgisayarında bulunan yazılımı içeren CD ve/veya USB bellek verilecektir.
- 3.1.5. Eğitimle ilgili hususlar **ihale dokümanında** belirtildiği gibi olacaktır.
- 3.1.6. Kalite güvence ve ürün kalite belgelerine ilişkin hususlar yürürlükte olan TSK Mal Alımları Kalite Güvence Hizmetleri Yönergesinde yer alan esaslar dâhilinde, **ihale dokümanında** belirtildiği gibi olacaktır.
- 3.1.7. Kodlandırma işlemi yürürlükte olan MSB Millî Kodlandırma Hizmetleri Yönergesi esaslarına göre yapılacaktır.
- 3.2. Teknik İstekler**
- 3.2.1. Sistem alt maddelerde belirtilen ünitelerden oluşacaktır.
- 3.2.1.1. IR kamera,
- 3.2.1.2. Kontrol bilgisayarı,
- 3.2.1.3. Yazılım,
- 3.2.1.4. Halojen lamba kontrol ünitesi.
- 3.2.2. Sistem, kilitlemeli termografi tekniği (Lock-In Thermography) ile çalışacaktır.
- 3.2.3. **IR Kamera**
- 3.2.3.1. MCT FPA detektöre sahip olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.2. Piksel çözünürlüğü en az 640x512 piksel olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.3. Piksel aralığı en fazla 15 µm olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.4. Spektral aralığı en az 3,7µm ile 4,8µm aralığında olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.5. Analog-dijital dönüştürme çözünürlüğü en az 14 bit olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.6. Kamera açıklığı en az F/4.0 olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.

- 3.2.3.7. 25 °C ortam sıcaklığında tipik performans sinyal görüntü oranı en az 22 mK olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.8. Görüntüleme hızı 640x512 piksel çözünürlükte en az 115 Hz, 320x256 piksel çözünürlükte en az 390 Hz olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.9. Entegrasyon süresi ayarlanabilir olacaktır.
- 3.2.3.10. Sıcaklık görüntüleme en az +5°C ile +150 °C aralığında olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.11. Sıcaklık okuma doğruluğu +10 °C ile +100 °C aralığında $\pm 1^\circ\text{C}$, diğer sıcaklıklarda $\pm \% 1$ doğruluk ile okuma yapabilecektir. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.12. Soğutmalı tip olacaktır ve soğutucu tipi Stirling soğutucu olacaktır.
- 3.2.3.13. Optikler hariç ağırlığı en fazla 5,5 kg olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.14. Çalışma gerilimi $220 \pm \%10$ VAC veya 24 VDC olacaktır.
- 3.2.3.15. Çalışma sıcaklığı en az 0 °C ile +40 °C aralığında olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.16. Depolama sıcaklığı en az -20 °C ile +50 °C aralığında olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.17. Odak boyutu en az 25 μm ve spektral aralığı en az 3 μm ile 5 μm olan MWIR lens olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.18. Lens en az 250 mm odak mesafesinde ileriye doğru manuel olarak odaklanabilir olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.19. Lens açıklığı en az F/2.5 olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.20. IR Kamera ile birlikte en az alt maddelerde belirtilen aksesuarlar verilecektir.
- 3.2.3.20.1. 1 adet en az 1 mm kalınlığa ve $\% 70$ geçirme özelliğine sahip Ge filtre (Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.),
- 3.2.3.20.2. En az 1 adet en az 25,4 mm çapında filtre tutucu,
- 3.2.3.20.3. En az 1 adet tripod,
- 3.2.3.20.3.1. Yüksekliği en az 43 cm ile 188 cm aralığında ayarlanabilecektir.
- 3.2.3.20.3.2. Alüminyum malzemeden yapılmış olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.20.4. Özellikleri alt maddelerde belirtilen en az 1 adet tripod dişli kafası,
- 3.2.3.20.4.1. 360° panoramik dönebilecektir. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.20.4.2. En az -30° ile +90° açı aralığında yanal hareket edecektir. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.20.4.3. Alüminyum malzemeden yapılmış olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.3.20.5. En az 1 adet IR Kamera için taşıma çantası,
- 3.2.3.20.6. En az 2 adet tripod çantası,
- 3.2.3.20.7. En az 1 adet harici güç kaynağı bağlantısı.
- 3.2.4. **Kontrol Bilgisayarı**
- 3.2.4.1. Yazılımın yükleneceği kontrol bilgisayarı dizüstü bilgisayar olacaktır.

- 3.2.4.2. İşlemcisi 64 bit olacaktır.
- 3.2.4.3. İşlemcisi en az 6 çekirdekli olacaktır.
- 3.2.4.4. Grafik kartı en az 4 GB GDDR5 olacaktır.
- 3.2.4.5. Ekranı en az 15,6 inç boyutunda ve en az 1920x1080 çözünürlükte olacaktır.
- 3.2.4.6. En az 32 GB DDR4 en az 2400 MHz RAM olacaktır.
- 3.2.4.7. En az 1 TB kapasiteli sabit disk (SSD) olacaktır.
- 3.2.4.8. Kontrol bilgisayarı ile birlikte en az alt maddelerde belirtilen aksesuarlar verilecektir.
- 3.2.4.8.1. 1 adet en az 1 TB kapasiteli harici bellek,
- 3.2.4.8.2. 1 adet kablosuz mouse,
- 3.2.4.8.3. 1 adet taşıma çantası.
- 3.2.5. **Yazılım**
- 3.2.5.1. Kontrol bilgisayarı üzerinde bulunan yazılım aktif ve pasif termografiye uygun olarak dizayn edilmiş olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.5.2. Elde edilen termografi görüntülerini kaydedebilmeye, analiz edebilmeye ve sonradan işleyebilme özelliği olacaktır.
- 3.2.5.3. Canlı görüntüleri kontrol bilgisayarında gösterme özelliği olacaktır.
- 3.2.5.4. Görüntüler ve ölçümler çoklu pencereler üzerinde aynı anda görüntülenebilir olacaktır.
- 3.2.5.5. Düzensizlik düzeltmesi (Non-uniformity correction) bulunacaktır.
- 3.2.5.6. IR Kamera ile ilgili ayarlar (hız, entegrasyon süresi, lens, kalibrasyon, alım penceresi boyutu) seçilebilir olacaktır.
- 3.2.5.7. Ortam ile ilgili değerler (ortam sıcaklığı, emisivite, arkaplan sıcaklığı) girilebilir olacaktır.
- 3.2.5.8. Ölçüm değerleri, en az *.bmp, *.jpg, *.tif, *.png ve ascii formatlarında dışarıya aktarılabilir olacaktır.
- 3.2.5.9. Görüntü dizileri, video formatında (*.avi) olarak dışarıya aktarılabilir özellikte olacaktır.
- 3.2.5.10. Görüntü, farklı renklerde gösterecektir.
- 3.2.5.11. Arka plan çıkartma ve arka plan normalizasyon aritmetik işlemler yapacaktır.
- 3.2.5.12. Otomatik, tam dinamik ve manuel sayısal giriş şeklinde ölçülendirme fonksiyonları olacaktır.
- 3.2.5.13. Eş sıcaklık eğrileri tanımlanacak ve gösterilecektir.
- 3.2.5.14. İlgilenilen bölgeler, çizgi, noktalar, poligonlar, daireler ve dikdörtgenler şeklinde tanımlanabilir olacaktır.
- 3.2.5.15. İlgilenilen bölgeler kombine edilerek daha kompleks alanlar tanımlanacaktır.
- 3.2.5.16. İlgilenilen bölgeler kaydedilebilecek ve geri çağırılacaktır.
- 3.2.5.17. Yazılımda görüntü filtreleme araçları bulunacaktır.
- 3.2.5.18. Koordinat sistemi kalibrasyonu manuel ve/veya otomatik olarak yapılacaktır.
- 3.2.5.19. Koordinat sisteminin perspektif düzeltmesi yapılabilir özellikte olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.5.20. Eşzamanlı senkronize görüntü alma özelliği olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.

- 3.2.5.21. Yazılımda raporlama özelliği olacaktır.
- 3.2.6. **Halojen Lamba Kontrol Ünitesi**
- 3.2.6.1. Çıkış gücü en az 3,6 kW olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.6.2. Çalışma gerilimi $220 \pm \%10$ VAC olacaktır.
- 3.2.6.3. Çalışma frekansı 50 Hz ile 60 Hz aralığında olacaktır.
- 3.2.6.4. Bilgisayar bağlantısı Ethernet ve/veya USB şeklinde olacaktır.
- 3.2.6.5. En az 2 adet halojen lambayı çalıştıracaktır.
- 3.2.6.6. Kasası alüminyum malzemedan yapılmış olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.6.7. Ağırlığı en fazla 2 kg olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.6.8. En fazla 110x110x260 mm ebadında olacaktır.
- 3.2.6.9. Çalışma sıcaklığı en az $+50^{\circ}\text{C}$ ile $+40^{\circ}\text{C}$ aralığında olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.6.10. Halojen lambaların çalışma sıcaklığı en az 0°C ile $+30^{\circ}\text{C}$ aralığında olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.6.11. En az alt maddelerde belirtilen aksesuarlar verilecektir.
- 3.2.6.11.1. Özellikleri alt maddelerde belirtilen en az 2 adet reflektörlü halojen lamba,
- 3.2.6.11.1.1. En az 2 kW gücünde olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.6.11.1.2. Fanlı olacaktır.
- 3.2.6.11.1.3. Güvenlik camı olacaktır.
- 3.2.6.11.1.4. Sıcaklık korumalı olacaktır.
- 3.2.6.11.1.5. Kasası alüminyum malzemedan yapılmış olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt erilecektir.
- 3.2.6.11.2. En az 6 adet halojen lamba ampülü,
- 3.2.6.11.3. Özellikleri alt maddelerde belirtilen en az 1 adet tripod,
- 3.2.6.11.3.1. Yüksekliği en az 124 cm ile 315 cm aralığında ayarlanabilecektir.
- 3.2.6.11.3.2. Alüminyum malzemedan yapılmış olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.6.11.4. Özellikleri alt maddelerde belirtilen en az 2 adet T çubuk,
- 3.2.6.11.4.1. En az 2 adet halojen lambanın tripod üzerine monte edilecek özellikte olacaktır.
- 3.2.6.11.4.2. En az 65 cm uzunluğunda olacaktır.
- 3.2.6.11.4.3. Alüminyum malzemedan yapılmış olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.2.6.11.5. En az 2 adet en az 120 cm uzunluğunda tripod çantası,
- 3.2.6.11.6. Özellikleri alt maddelerde belirtilen en az 1 adet halojen lamba taşıma çantası.
- 3.2.6.11.6.1. En az 2 adet halojen lamba taşıyacaktır.
- 3.2.6.11.6.2. Plastikten yapılmış olacaktır. Bu husus yüklenici tarafından taahhüt edilecektir.
- 3.3. **Ambalajlama ve Etiketleme İstekleri**
- 3.3.1. Ambalajlama ve etiketleme ile ilgili hususlar, **ihale dokümanında** belirtildiği gibi olacaktır.

4. DENETİM VE MUAYENELER İÇİN NUMUNE ALMA

- 4.1. Denetim ve muayeneler için numune alma işlemi, yürürlükte olan TSK Mal Alımları Denetim, Muayene ve Kabul İşlemleri Yönergesi esaslarına göre yapılacaktır.
- 4.2. Satın alınacak her sistem, donanım ve aksesuarları ile birlikte denetim ve muayeneye tabi tutulacaktır.

5. DENETİM VE MUAYENE

- 5.1. Denetim ve muayeneler, yürürlükte olan TSK Mal Alımları Denetim, Muayene ve Kabul İşlemleri Yönergesi esaslarına göre yapılacaktır.
- 5.2. Yüklenici tarafından karşılanan ve muayenelerde kullanılacak tüm cihaz ve ölçü aletlerinin kalibrasyonlarının yapıldığına dair kalibrasyonu yapan akredite firma/kurum veya kuruluşun verdiği muayene esnasında geçerliliği bulunan belge/sertifika muayeneler esnasında Muayene ve Kabul Komisyonuna ibraz edilecektir.
- 5.3. Teknik şartnamede yer alan yüklenici tarafından yazılı olarak taahhüt edilecek hususlar üretici firma dokümanına dayanılarak yazılı olarak taahhüt edilecektir. Taahhüde atıf yapılan doküman, üretici firma veya yetkili temsilcisi/satıcısı firma tarafından onaylanmış (imzalı) ve taahhüde ek yapılmış olacaktır. Bu taahhüt, yüklenici tarafından yazılı olarak muayene esnasında Muayene ve Kabul Komisyonuna verilecektir.

6. YARARLANILAN KAYNAKLAR

- 6.1. Üretici ürün katalogları.

7. EKLER

- 7.1. Yoktur.

HAZIRLAYAN MAKAM

HAZIRLAYANLAR

Emine KAÇAR
Mak.Müh.
Tek.Şart.Hzl.Ks.

Hatice ÖZİPEK
İşçi Müh.
Tah.Mua.Ks.

UYGUNDUR.

Müh.Bnb.M.SÜZENER

Dr. Can CANDAN
Müh. Alb.
Tek.ve Prj. Ynt. Md.