



TÜBİTAK

SAGE

**TÜBİTAK SAGE
SAVUNMA SANAYİİ ARAŞTIRMA VE GELİŞTİRME ENSTİTÜSÜ**

ENDÜSTRİYEL HİZMETLER KATALOĞU

Misyon

TÜBİTAK SAGE'nin Misyonu; "Savunma Sanayiine, rekabet gücü ve katma değeri yüksek teknoloji, ürün ve hizmetleri Ar-Ge yoluyla sağlamak"tır.

Vizyon

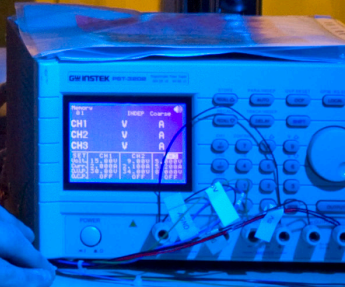
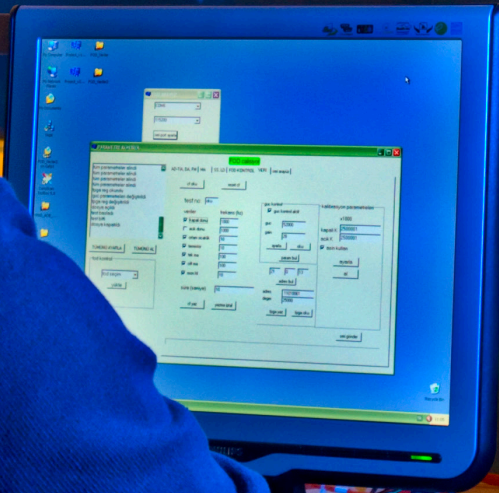
TÜBİTAK SAGE'nin Vizyonu; "Savunma teknolojilerinde Türkiye'yi bağımsız kılmak"tır.

Temel Değerler

TÜBİTAK SAGE kendisine kılavuzluk eden TÜBİTAK'ın temel değerlerini benimsemekte ve kendi temel değerleri olarak kabul etmektedir.







1. ATALETSEL ÖLÇÜM TESTLERİ

Hem askeri hem sivil amaçlı olarak Seyrüsefer ve GÜDÜM Sistemlerinde kullanılan Dönüölçer, İvmeölçer ve Ataletsel Ölçüm Birimi (AÖB) için gerekli performans testleri ve kalibrasyonları Ataletsel Ölçüm Laboratuvarı altyapısında yapılmaktadır. 1994 yılından beri hizmet veren bu altyapıda SAGE'nin bütün GÜDÜMLÜ Mühimmat Projeleri'nde (Hassas GÜDÜM Kitleri, SOM vb.) kullanılan Ataletsel Ölçerler ve Ataletsel Ölçüm Birimleri test edilmektedir. Ayrıca bu altyapıda, endüstriyel hizmetler kapsamında Türkiye'deki birçok firma ile çalışılmıştır. Altyapıda TS EN ISO 9001:2015 kalite yönetim sistemi uygulanmaktadır. Ayrıca Ataletsel Ölçer testleri için kullanılan standartlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

- IEEE Std. 528-2001: Standard for Inertial Sensor Terminology
- IEEE Std. 1293-1998: Standard Specification Format Guide and Test Procedure for Linear Single-Axis, Nongyroscopic Accelerometers
- IEEE Std. 836-2001: Recommended Practice for Precision Centrifuge Testing of Linear Accelerometers
- IEEE Std. 952-1997 (R2002): IEEE Standard Specification Format Guide and Test Procedure for Single-Axis Interferometric Fiber Optic Gyros

A) ATALETSEL ÖLÇÜM BİRİMİ, DÖNÜÖLÇER VE İVMEÖLÇER TESTLERİ

Günümüzde Sivil ve Askeri alanlarda kullanılan seyir sistemlerinde Ataletsel Seyrüsefer Sistemleri kullanılmaktadır. Ataletsel Seyrüsefer Sistemleri'nin başarımını arttırmak için Ataletsel Ölçüm Birimleri'nin (AÖB) ayrıntılı testleri yapılmalıdır. AÖB içerisinde 3 eksenle ivme ve açısal hız bilgisi ölçümünü gerçekleştiren 3 ivmeölçer ve dönüölçer bulunmaktadır. Bu nedenle AÖB testlerinde her dönüölçer ve ivmeölçer ayrı ayrı test edilmektedir. Öncelikle Allan Varyans Testleri yapılarak ölçerlerin genel başarımı incelenir. Daha sonra her dönüölçer ve ivmeölçere ait parametrelerin hesaplanması için kalibrasyon testleri yapılır.

• *Allan Varyans Testleri*

Bu testler durağan durumdaki ivmeölçerler ve dönüölçerlerden, uzun süreli (saatler seviyesinde) veri alınarak gerçekleştirilmektedir. Alınan bu ölçer verilerinin grup ortalamalarının farklarına dayalı işlem sonucunda çizilen grafikten, gürültü kaynaklı değişik hatalar hesaplanır.

Hesaplanan hatalar şunlardır:

- Nicemleme gürültüsü
- Açı ve hız rastgele yürüme
- Sabit kayma kararsızlığı
- Açısal hız ve ivme rastgele yürüme
- Uzun süre gürültüsü

- ***Kalibrasyon Testleri***

Bu testlerle AÖB içinde kullanılan ölçerlerin hata modelleri oluşturulur. Kalibrasyon testleri üç veya iki Eksenli Hareket Benzetimci kullanılarak AÖB'ye yüksek hassasiyetli ivme ve dönü girdileri uygulanarak yapılır. Konum testleri sonucunda ivmeölçerler için sabit kayma, orantı katsayısı ve açı kaymaları değerleri, dönüölçerler için ise sabit kayma değerleri bulunur. Dönü testleri sonucunda dönüölçerlerin orantı katsayıları ve açı kaymaları hesaplanır. Hesaplanan bu katsayılar ile ölçerlere ait parametreleri içeren kalibrasyon matrisi oluşturulur. Bu matris AÖB veya seyrüsefer yazılımlarına girdi olmaktadır. Bu testlerin ardından ayrıntılı olarak farklı sıcaklıklarda kalibrasyon testleri tekrar edilebilir. Böylelikle parametrelerin sıcaklığa bağlı olarak değişimi ve tekrarlanabilirliği test edilir.

AÖB testlerinin yanı sıra, üç ya da tek eksenli ivmeölçerler ve dönüölçerler için testler yapılabilir. Konum testlerinde ivmeölçere $\pm 1g$ aralığında yerçekimi ivmesi bileşenleri uygulanmaktadır. Bunun yanında, santrifüj testleri ile ise yüksek ivme değerleri altında orantı katsayısı ve orantı katsayısı doğrusalığı ivmeölçer ölçme aralığı boyunca hesaplanır.

- ***Test Numunesi Özellikleri ve Teslim Şartları***

Test edilecek Ataletsel Ölçüm Biriminin test edileceği uygun cihaz seçildikten sonra uygun test düzeneğinin kurulması gerekmektedir. Bu test düzeneği, AÖB'nin cihazın içine yerleşimini sağlayacak mekanik arayüzü, ölçer verilerinin bilgisayara slipringler üzerinden veya başka bir yolla aktarılmasını sağlayacak elektriksel arayüzü ve/veya gerekli yazılımı içermektedir. Gerekli test düzeneği kurulduktan sonra ölçere uygun test planı hazırlanıp ölçümler yapılır. Yapılan testler Test Sonuç Raporu ile raporlanmaktadır.

Ataletsel Ölçer Testlerinde Kullanılan Temel Cihazlar ve Teknik Özellikleri

- İki Eksenli Hareket Benzetimci (Teknik Özellikler)

Konum Çözünürlüğü	0.00001°
Konum Doğruluğu	< 2 yay-saniye
Açısal Hız Çözünürlüğü	0.0001 °/s
Açısal Hız Kararlılığı	$\pm 0.0002\%$ < 400 °/s $\pm 0.0005\%$ < 1000 °/s
En Yüksek Hız	1000 °/s (iç eksen) 400 °/s (dış eksen)
En Yüksek İvme	2700 °/s ² (iç eksen) 260 °/s ² (dış eksen)
Test Edilebilir Yük Ağırlığı	40 kg (Nominal) 120 kg (En Fazla)
Sıcaklık Kontrolü	-50 °C ila +90 °C



- Üç Eksenli Hareket Benzetimci (Teknik Özellikler)

Konum Çözünürlüğü	0.00001°
Konum Doğruluğu	< 1 yay-saniye
Açısal Hız Çözünürlüğü	0.00001 °/s
Açısal Hız Kararlılığı	0.0001 %
En Yüksek Hız	1000 °/s (iç eksen) 750 °/s (orta eksen) 500 °/s (dış eksen)
En Yüksek İvme	1660 °/s ² (iç eksen) 590 °/s ² (orta eksen) 660 °/s ² (dış eksen)
Sıcaklık Kontrolü	-55 °C ila +85 °C

www.sage.tubitak.gov.tr



- İndeks Tablası (Teknik Özellikler)

Konum Doğruluğu	0.25 yay-saniye
Tekrarlanabilirliği	0.05 yay-saniye
Konum Kararlılığı	0.025 yay-saniye
Ortogonalite	2 yay-saniye
Konum Çözünürlüğü	1°
Test Edilebilir Yük Ağırlığı	5 kg
Yükseklik x En x Çap	2620 x 1755 x 1219 mm
Cihaz Ağırlığı	155 kg

- Santrifüj Cihazı (Teknik Özellikler)

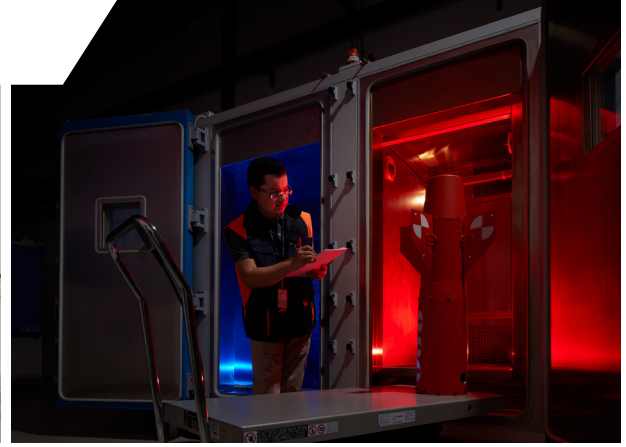
Konum Çözünürlüğü	0.00001°
Konum Doğruluğu	< 1 yay-saniye
Açısal Hız Çözünürlüğü	0.00001 °/s
Açısal Hız Kararlılığı	0.0001 %
En Yüksek Açısal Hız	4000 °/s
Doğrusal İvme Aralığı	0.5-200 g
Test Edilebilir Yük Ağırlığı	10 kg
Test Odası Sıcaklık Aralığı	-60 °C ila +125 °C



2. ÇEVRE ŞARTLARI TESTLERİ

Çevresel testler, askeri ve sivil amaçlı kullanılan alt sistem ve sistemlerin ömür döngüleri boyunca maruz kalabilecekleri çevre koşullarına karşı olan dayanım ve performanslarını incelemek amacıyla gerçekleştirilmektedir. TÜBİTAK SAGE Çevre Şartları Altyapısı (ÇŞA), TS EN ISO/IEC 17025 standardına göre 2012 yılında Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından akredite edilmiştir. Altyapının akreditasyon kapsamı ve sertifikasına www.turkak.org.tr web adresinden erişilebilir.





A) DÜŞÜK BASINÇ TESTİ

Düşük Basınç (İrtifa) Testi; test edilen numunenin düşük basınç ortamına dayanıklılığı ve/veya düşük basınçta çalışabildiğini ve/veya ani basınç değişimlerine dayanıklılığı belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Test kabineye yerleştirilen numuneye, gerçek kullanım koşullarında karşılaşılabileceği basınç koşulları uygulanır. Test sırasında ve/veya sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Düşük basınç kabinlerinin teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-810F/G Metot 500'e uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

B) YÜKSEK/DÜŞÜK SICAKLIK TESTLERİ

Yüksek ve Düşük Sıcaklık Testleri, yüksek ve düşük sıcaklık koşullarında numunenin güvenilirliğini, bütünlüğünü ve performansını belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Test kabineye yerleştirilen numune, gerçek kullanım ve/veya depolama koşullarında karşılaşılabileceği uygun yüksek veya düşük sıcaklık koşullarında uygun süre ile bekletilir. Test sırasında ve/veya sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. İklimlendirme kabinlerinin teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-810F/G Metot 501 ve Metot 502'ye uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

C) SICAKLIK ŞOKU TESTİ

Sıcaklık Şoku Testi, test numunesinin, bulunduğu ortamdaki ani sıcaklık değişimlerine (>10°C/dk), fiziksel bir hasar veya işletim performansında azalma ile karşılaşmadan dayanıklılığını belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Test kabineye yerleştirilen numuneye, gerçek kullanım koşullarında

karşılaşabileceği sıcaklık şoku koşulları uygulanır. Test sırasında ve/veya sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır. Varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. İklimlendirme kabinlerinin teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-810F/G Metot 503'e uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

D) GÜNEŞ IŞIMASI TESTİ

Güneş Işımaları Testi, test numunesi üzerinde güneş ışınları kaynaklı ısınma ve aktinik (ışık kaynaklı bozunum) etkilerin belirlenebilmesi amacıyla yapılmaktadır. Test kabineye yerleştirilen numuneye, gerçek kullanım koşullarında karşılaşılabileceği güneş ışınları koşulları uygulanır. Test sırasında ve/veya sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Güneş Işınları kabineye teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir.

E) YAĞMUR TESTİ



Yağmur Testi, test numunesinin yağmur, su spreyi veya damlayan suya maruz kalması durumunda;

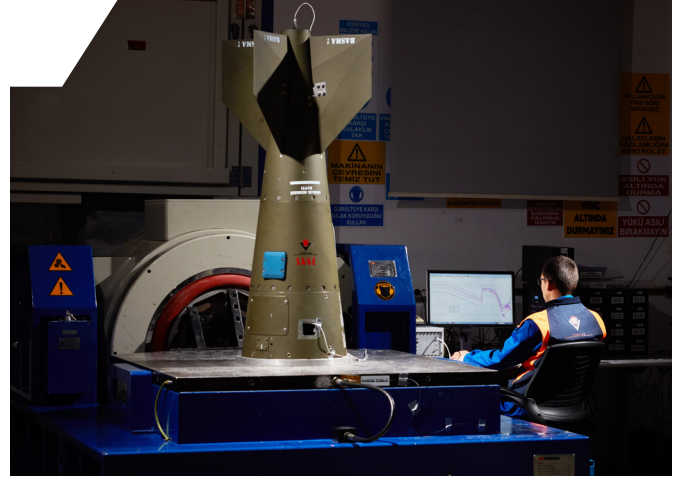
- Koruyucu kaplama, kutu ve sızdırmazlık elemanlarının suyun test numunesine girişini engellemedeki etkinliğini
- Test numunesinin suya maruz kaldığı sırada ve sonrasında performans gereksinimlerini ne ölçüde karşıladığını
- Test numunesinde yağmurdan kaynaklanan her türlü bozulmayı
- Test numunesindeki her türlü su tahliye sisteminin performansını

- Test numunesine paketlenme tarafından sağlanan korumanın etkinliğini belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Test kabineye yerleştirilen numuneye gerçek kullanım koşullarında karşılaşılabileceği yağmur koşulları uygulanır. Test sırasında ve/veya sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Yağmurlama kabinlerinin teknik özelliklerinin uygun ol-duğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-810F/G Metot 506'ya uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

F) NEM TESTİ

Nem Testi, nemli ve sıcak ortamın test numunesi dayanımı üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Test kabineye yerleştirilen numune, gerçek kullanım ve/veya depolama koşullarında karşılaşılabileceği nem koşullarına uygun şartlarda, uygun süre ile bekletilir. Test sırasında ve/veya sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. İklimlendirme kabinlerinin teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-810F/G Metot 507'ye uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.





G) TUZ SİSİ TESTİ

Tuz Sisi Testi, test numunelerinin koruyucu kaplamalarının ve işlenmiş yüzeylerinin etkinliğini tespit etmek ve tuz birikintilerinin test numunesinin fiziksel ve elektriksel özelliklerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Test kabinine yerleştirilen numune, tuz sisi ortamına maruz bırakılır. Test sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Tuz Sisi kabinlerinin teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-810F/G Metot 509'a uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

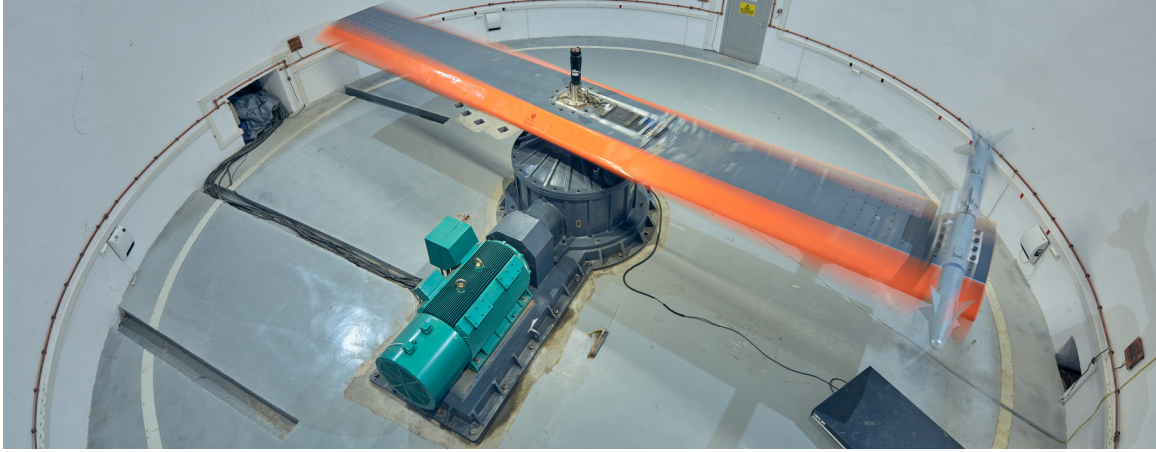
H) KUM VE TOZ TESTİ

Kum ve Toz Testi, kumlu ve tozlu ortamlarda depolanan ve/veya kullanılan numunelerin bu koşullar altındaki bütünlüğünü ve performansını incelemek amacıyla yapılmaktadır. Test kabinine yerleştirilen numuneye gerçek depolama ve/veya kullanım koşullarında karşılaşılabileceği kum ve toz koşulları uygulanır. Test sırasında ve/veya sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Kum/Toz kabininin teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir.

I) İVME TESTİ

İvme Testi, platform hızlanmalarından, yavaşlamalarından ve manevralarından kaynaklı ortaya çıkabilecek kararlı haldeki eylemsizlik yüklerine karşı malzeme güvenilirliğinin, bütünlüğünün ve performansının nasıl etkilendiğini belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Test cihazına yerleştirilen

numune, yapısal/işlevsel/çarpışma koşullarında karşılaşılabileceği ivme koşullarında uygun süre ile bekletilir. Test sırasında ve/veya sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. İvmelendirme cihazının teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-810F/G Metot 513'e uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.



J) TİTREŞİM, ŞOK, GEMİ GÜVERTESİ EKİPMANLARI MEKANİK TİTREŞİM TESTLERİ

Titreşim, Şok ve Gemi Güvertesi Ekipmanları Mekanik Titreşim Testleri, test numunesinin ömür döngüsünde maruz kalabileceği titreşim veya şok kaynaklı yüklemelerin malzeme güvenilirliğini, bütünlüğünü ve performansını nasıl etkilendiğini belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Dayanım şartları ve yükler, askeri/sivil standartlar ya da ilgili test numunesinin gerçek veya gerçeğe en yakın çalışma koşulları altında veri toplama sonucunda elde edilen bilgiler kullanılarak belirlenir. Laboratuvar ortamında sarsıcılar, titreşim/şok test cihazı kontrolcüsü, ivmeölçerler ve gerekli ise portatif şartlandırma kabini kullanılarak testler gerçekleştirilir. Test sırasında ve/veya sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır. Varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Titreşim/Şok test cihazlarının teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-810F/G (Metot 514, Metot 516, Metot 528), MIL-STD-167-1/A (Tip 1)'e uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

K) BUZLANMA/DONDURUCU YAĞMUR TESTLERİ

Buzlanma/Dondurucu Yağmur Testi, buzlanma kaynaklı test numunesinin işlevsel performansının belirlenebilmesi amacıyla yapılmaktadır. Test kabinine yerleştirilen numuneye, gerçek kullanım koşullarında karşılaşılabileceği buzlanma koşulları uygulanır. Test sırasında ve/veya sonun-

da numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Buzlanma/Donma kabininin teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle AECTP 500 Category 508 Leaflet 2 ve IEC 61000-4-2 Part 4-2'ye uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

L) ELEKTROSTATİK BOŞALMA TESTİ



Elektrostatik Boşalma Testi, test numunesinin personel kaynaklı elektrostatik boşalmaya maruz kalması halinde bütünlüğünü ve performansını incelemek amacıyla yapılmaktadır. Test numunesine, gerçek kullanım koşullarında karşılaşılabileceği elektrostatik boşalma koşulları uygulanır. Test sırasında ve/veya sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır. Varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Elektrostatik Boşalma (ESB) cihazının teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle AECTP 500 Category 508 Leaflet 2 ve IEC 61000-4-2 Part 4-2'ye uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

M) HİDROSTATİK BASINÇ TESTİ

Hidrostatik Basınç Testi, basınçlı kapların yüksek basınca karşı olan dayanımlarının belirlenebilmesi amacıyla yapılmaktadır. Numunenin içerisine belli bir süre boyunca tanımlı basınç uygulanır. Test sonunda numunenin fiziksel incelemesi yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Test cihazı kabiliyetlerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir.

N) YAPISAL BÜTÜNLÜK VE SIZDIRMAZLIK TESTİ

Yapısal Bütünlük ve Sızdırmazlık Testleri, taşıma kutularının içerisinde oluşabilecek pozitif ve

negatif basınç koşullarının yapısal bütünlüğe olan etkisini belirlemek ve sızdırmazlık gereksinimlerini karşıladığını doğrulamak amacıyla yapılmaktadır. Numunenin içerisi, tanımlı pozitif ve negatif basınç değerlerine getirilir. Sızdırmazlık testinde basınçlandırma işlemi sonunda belli bir zamandaki sızıntı miktarı ölçülür. Test sonunda numunenin fiziksel incelemesi yapılır. Varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Yapısal Bütünlük ve Sızdırmazlık Testleri teknik kabiliyetlerin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-648D/E'ye uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

O) MOBİL YÜKSEK/DÜŞÜK SICAKLIK TESTLERİ

Mobil Yüksek ve Düşük Sıcaklık Testleri, kullanım ortamında numunenin yüksek ve düşük sıcaklık koşullarında performansını belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Test kabineye yerleştirilen veya ayrı bir yalıtımlı kabinde bulunan numune, gerçek kullanım koşullarında karşılaşılabileceği yüksek veya düşük sıcaklık koşullarında uygun süre ile bekletilir. İlgili koşullarda şartlandırılmış numune kabinde çıkarılarak işlevsellik kontrolü yapılır. İklimlendirme kabinlerinin teknik özelliklerinin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak testler gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-810F/G Metot 501 ve Metot 502'ye uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

P) İSTİF TESTİ

İstif Testi, taşıma kutularının üst üste istiflenmesi veya numunenin üzerine farklı yüklemeler yapılması koşullarındaki yapısal bütünlüğünün belirlenebilmesi amacıyla yapılmaktadır. Numunenin üzerine testin başarımlı gereksinimi kapsamında gerekli yük konularak tanımlı bir süre bekletilir. İlgili bekletmenin belli sıcaklık ve bağıl nem koşullarında yapılmasının istenilmesi durumunda uygun bir iklimlendirme kabini içerisinde test gerçekleştirilir. Test sonunda numunenin fiziksel incelemesi yapılır, varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. İstif Testi teknik kabiliyetlerin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-648D/E'ye uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

R) ŞOK (DÜŞÜRME) TESTİ

Düşürme Testi, nakliye, kullanım ve tezgah üstü işlemler sırasında oluşabilecek düşme durumları karşısında test numunesinin yapısal bütünlük, emniyet ve performansı açısından incelenebilmesi amacıyla yapılmaktadır. Numune, nakliye, kullanım ve tezgah üstü işlem koşullarında karşılaşılabileceği mesafelerden düşürülür. Test sonunda numunenin fiziksel incelemesi ve işlevsellik kontrolü yapılır. Varsa ortaya çıkan hatalar kayıt edilir. Düşürme Testi teknik kabiliyetlerin uygun olduğu her tür askeri ve sivil standarda uygun olarak gerçekleştirilebilmektedir. Özellikle MIL-STD-810F/G Metot 516 ve MIL-STD-648D/E'ye uygun olarak çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

3. KALİTE KONTROL VE KARAKTERİZASYON TESTLERİ

Kalite Kontrol ve Karakterizasyon testleri askeri ve sivil amaçlı kullanılan malzemelerin/ürünlerin bazı fiziksel, kimyasal, mekanik ve işlevsel özelliklerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmektedir.

A) TAHRİBATSIZ KALİTE KONTROL LABORATUVARI

Tahribatsız Kalite Kontrol Laboratuvarı Altyapısı 2004 yılında kurulmuş olup, Kalite Kontrol Birimi altında hizmet vermektedir. Tahribatsız Muayene Altyapısında EN ISO 9712'ye göre sertifikalandırılmış 4 mühendis ve 2 teknisyen çalışmaktadır. Altyapıda tahribatsız muayene yöntemleri olarak radyografik, ultrasonik, manyetik parçacık, sıvı penetrant ve gözle muayene testleri yapılabilmektedir. Bu yöntemlerde kullanılan cihazlar ve cihazların kapasiteleri ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir;

- *Radyografik Test Yetenekleri*

- o *X-Işını Sistemi (Y. Access 100 X-Işını Sistemi)*

Sistem 450 kilovolt kapasitesinde minifokus tüpe ve 14 bitlik flat panel dedektöre sahiptir. Yaklaşık 4.5x9 metrekare alan içerisinde hareket kabiliyetine sahiptir.



Cihaz için özel olarak ürettirilen numune tezgahı sayesinde, 1000 mm çapa ve 8000 mm boya kadar olan numunelere X-Işını testleri yapılabilmektedir.

- o **X-Işını Tomografi Sistemi (Y.CT Modüler X-Işını Sistemi)**

Sistem 225 kilovolt kapasitesinde mikrofokus tüpe, 450 kilovolt kapasitesinde minifokus tüpe ve 16 bitlik flat panel dedektöre sahiptir. İki ve üç boyutlu çekim yapabilen bu cihazda 320 mm çapa, 500 mm uzunluğa ve 50 kg ağırlığa kadar görüntü alınabilmektedir. Bu cihaz için nüfuziyet sınırı 65 mm çelik eşdeğeri kalınlıktır. Tomografi çekilebilen parçalarda hata analizi, kalınlık analizi, boyutsal ölçüm ve gerçek durum-nominal durum karşılaştırması yapılabilmektedir.



- **Elektronik Kartlar İçin X-Işını Sistemleri**

- o **Y. Cougar SMT X-Işını Sistemi**

Sistem 160 kilovolt kapasitesinde mikrofokus tüpe ve 14 bitlik flat panel dedektöre sahiptir. Elektronik kartların ve bileşenlerin incelenmesinde kullanılmaktadır.

o Y. Cheetah SMT X-ışını Sistemi

Sistem 160 kilovolt kapasitesinde mikrofokus tüpe ve 16 bitlik flat panel dedektöre sahiptir. Elektronik kartların ve bileşenlerin incelenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca bu sistem ile laminografi ve tomografi uygulamaları yapılabilmektedir.



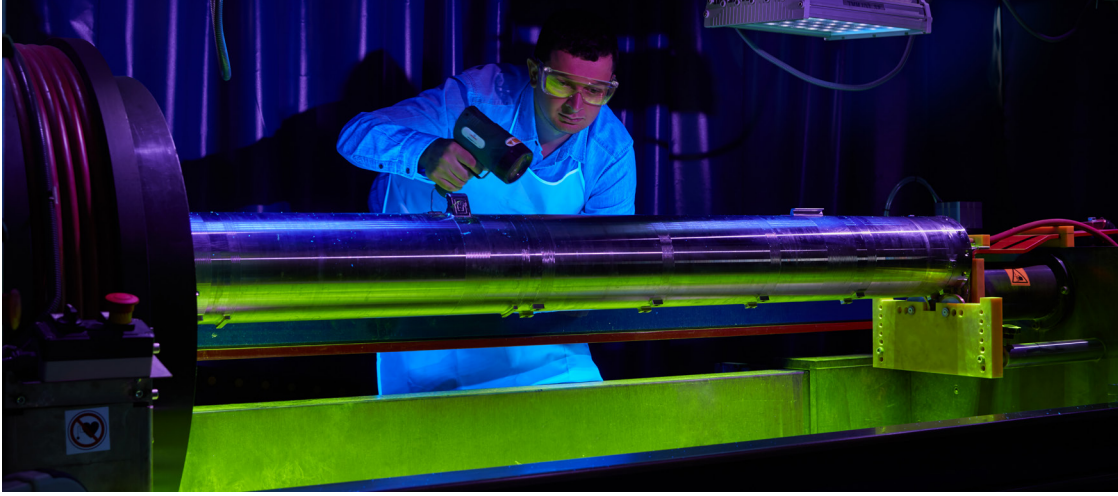
• Ultrasonik Test Yetenekleri

Ultrasonik muayene yöntemi ile iç hataların tespiti yapılabilmektedir. Özellikle radyografik muayene yöntemi ile tespit edilemeyen iç hataların tespiti için kullanılmaktadır. Altyapıda iki adet konvansiyonel (EPOCH 4PLUS, GE USM GO) ve 1 adet phased array ultrason cihazı (Olympus OmniScan MX2) bulunmaktadır.



- **Manyetik Parçacık Test Yetenekleri**

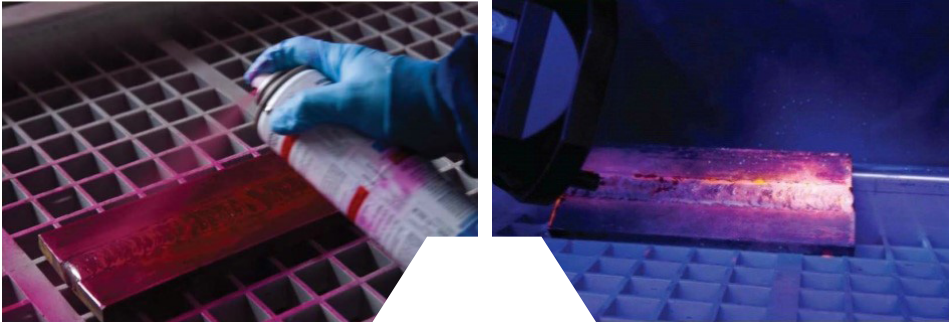
Ferromanyetik malzemelerin yüzey ve yüzey altı süreksizliklerinin kontrolü için kullanılmaktadır. Gün ışığında veya UV ışık altında test yapılabilmektedir. Altyapımızda çalışma voltajı AC 230V ve frekansı 50Hz olan 1 adet AC&DC el magneti 1 adet AC el magneti ve 1 adet MP 2500 AC_FWDC Magnetik Parçacık Çatlak Kontrol Cihazı bulunmaktadır.



Bu cihaz ile 2500 mm boya ve 500 mm çapa kadar olan tüm ferromanyetik malzemelerin yüzey ve yüzey altı süreksizliklerinin kontrolü yapılabilmektedir.

- **Sıvı Penetrant Test Yetenekleri**

Bu muayene yöntemi yüzeye açık süreksizliklerin tespiti için kullanılmaktadır. Bu testin yapılabilmesi için testin yapılacağı yüzeyin temiz (yağ, kir vb. tüm harici unsurlardan temizlenmiş olması gerekmektedir) ve kaplamasız olması gerekmektedir. Gün ışığında veya UV ışık altında test yapılabilmektedir.



- **Gözle Muayene Test Yetenekleri**

Bu muayene yöntemi ile eğitim almış sertifikalı personel yüzey hatalarını inceleyip değerlendirilmektedir. Bu yöntemde aydınlatma ve ölçüm aletleri kullanılmaktadır. (fener, kumpas, mercek vb.) Ayrıca, ulaşılması zor bölgelerin incelenmesi ve bazı ölçümlerin yapılabilmesi için 6 mm çapında ve 2 metre boyunda hareket kontrollü fiberoptik kablosu olan videoskop cihazı (GE Mentor Visual IQ VideoProbe) kullanılmaktadır.



B) MALZEME KALİTE KONTROL LABORATUVARI

Savunma sanayinde kullanılan parçaların tasarım ve çalışma şartları için tanımlanan gereksinimleri sağlamasında parçanın üretildiği malzemenin de teknik gereksinimleri sağlaması önemlidir. Başlangıç malzemesinin gereksinimleri sağlayıp sağlamadığı ise malzemenin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi ile kontrol edilir. Mekanik özellikler kısaca üzerine yük uygulanan bir malzemenin şekil değişikliğine ve kırılmaya (kopma) gösterdiği direnç olarak tanımlanabilir. Malzeme Kalite Kontrol Laboratuvarında, üzerine yük uygulanan çeşitli malzemelerin elastik modül, akma mukavemeti, çekme mukavemeti, elastik ve plastik bölgedeki uzama değerleri gibi özellikleri deneysel metodlardan elde edilen veriler sayesinde hesaplanır.

- **Statik Çekme Basma Test Yetenekleri**

Altyapı bünyesinde 2 adet Instron marka 5982 model zemin oturumlu statik test sistemi mevcuttur. Cihazlarda 1 kN, 10kN, 100kN olmak üzere kullanılan çeşitli yük hücreleri mevcut olup, test gereksinimine göre düşük yüklerde kopan elastomerlerden, cihazın üst sınırında kırılma gösteren malzemelere kadar geniş bir yelpazede testler gerçekleştirilmektedir. Testlerin yapılmasında kullanılan tutucu, uzatma, adaptör vb. temel aparat ve uzama ölçerler (video ekstansometre ve mekanik uzama ölçer) altyapı envanterinde mevcuttur.

Cihaza ait bazı özellikler aşağıda verilmiştir.

- 1 kN, 10 kN, 100 kN kapasiteli yük hücreleri ile geniş bir yelpazede test imkanı sağlar.
- İklimlendirme Kabini -75°C ile +180°C sıcaklık aralığında çalışmaya imkan tanır.
- 8 mm ve 16 mm odak uzunluğuna sahip Video - ekstansometre ve 25/50 mm geçç uzunluğuna sahip dinamik ekstansometre kullanımı ile daha güvenilir test sonuçları elde edilir.



- **Yorulma (Fatigue) Test**

Yorulma (İNG. Fatigue) yapısal parçalarda sürekli değişen dinamik yük altında ortaya çıkan ve zamana bağlı bir kırılma türüdür. Bu etkiye maruz kalan en bilindik örnekler, köprü, uçak ve hareketli makine parçaları olarak verilebilir. Yorulmaya maruz kalan yapılarda kırılma, tekrar eden dinamik gerilimin önce küçük bir çatlak ile başlayıp, sonrasında bu çatlağın zamanla ilerlemesi ve yapının bütünlüğünü kaybetmesi ile ortaya çıkar. Önceden uyarı vermeyen ve ani bir şekilde ortaya çıkan bu durum literatürde katastrofobik bir olgu olarak ele alınır.

Malzeme Kalite Kontrol Laboratuvarı'nda kurulu olan Instron marka E10000 tipi yorulma test cihazı ile farklı çeşitte pek çok malzeme ve bileşene hem dinamik hem de statik test yapılabilmektedir. Cihaza ait bazı özellikler aşağıda verilmiştir.

- a) Yağsız çalışan lineer motor teknolojisi sayesinde temiz test ortamı sağlar.
- b) Teknik koşullar (Kuvvet-Deplasman) elverdiği düzeyde 100 Hz frekans değerine kadar test yapmaya imkan tanır.
- c) Cihazın ± 10 kN lineer dinamik yük kapasitesi ve ± 100 Nm dinamik tork kapasitesi vardır.





- ***İklimlendirme Kabini***

Test numunelerinin test gereksinimlerinin belirttiği koşullarda şartlandırılması iklimlendirme kabinleri sayesinde yapılmaktadır. Laboratuvarda 4 adet iklimlendirme kabini olup, bunlardan 3 tanesi test cihazı ile entegre çalışıp, diğeri bağımsızdır. İklimlendirme kabinlerinde ulaşılan test sıcaklıkları -75 °C ile +180 °C aralığındadır.

- ***Rockwell Sertlik Ölçümü***

Metalik malzemelere ve özellikler ısı işlem görmüş malzemelere uygulanan testlerden birisi de Rockwell Sertlik ölçümüdür. Sertlik ölçümü metalik malzemelerdeki çekme mukavemeti, aşınma direnci, süneklik, tokluk ve malzemelerin diğeri fiziksel özellikleri hakkında bilgi veren temel bir testtir. Kalite kontrol ve malzeme seçimi konularında sıklıkla kullanılan bir ölçüm yöntemidir.

- ***Shore Sertlik Ölçümü (Durometre)***

Plastik, elastomer, polimer türü malzemelerin sertlik ölçümlerinde kullanılan yöntemlerden bir tanesi Shore sertlik ölçümüdür. Cihazda uygulanan yük ve ölçüm ucunun çeşitli varyasyonları kullanılarak A, B, C, D, DO, E, M, O, OO, OOO, OOO-S, R skalalarında ölçümler gerçekleştirilir. Tipik bir durometre aşağıdaki fotoğrafta verilmiştir.

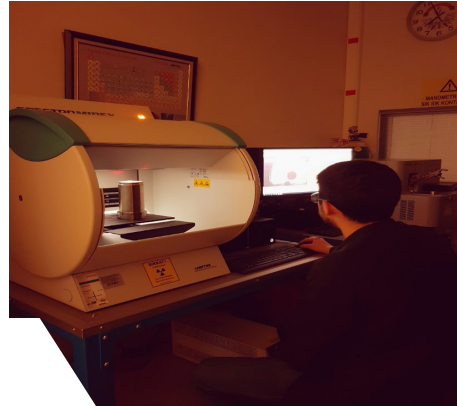
- **Optik Emisyon Spektral Analizi**

Metalik malzemelerin kimyasal kompozisyonunun belirlenmesinde argon gazı ortamında çalışan Optik Emisyon Spektral Analiz Cihazı kullanılmaktadır. Düşük enerji seviyesinden, yüksek enerji seviyesine uyarılan elektronların, enerjilerini kaybettikten sonra eski yerine dönerken oluşturduğu spektrumun incelenmesi yöntemine dayalı olan analizler, aşağıda gösterilen Spektral Analiz Cihazı ile yapılmaktadır.



- **X-Işını Floresans (XRF) Analizi**

Bir X-Işını kaynağından incelenecek numune üzerine X-Işını (Primary X-Rays) gönderildiğinde, numuneye çarpan ışınlar atom çekirdeğine en yakın orbitalden elektronları yörüngelerinden dışarı fırlatır. Daha dış orbitallerde bulunan elektronların boşalan yeri doldururken kararlı hale gelmek için yaydıkları ikincil X-Işını (Secondary X-Rays) her element için karakteristik bir özellik taşır ve bu özelliğe sahip enerji seviyesindeki ışınlar karakteristik X-Işını adı ile anılır. Bu ışınların bir dedektörde toplanıp sonrasında analiz edilmesiyle, numunenin kimyasal içeriği belirlenir. XRF analizinin periyodik tabloda tanımlı elementler içinde Na-U arasında geniş bir ölçüm aralığı vardır.

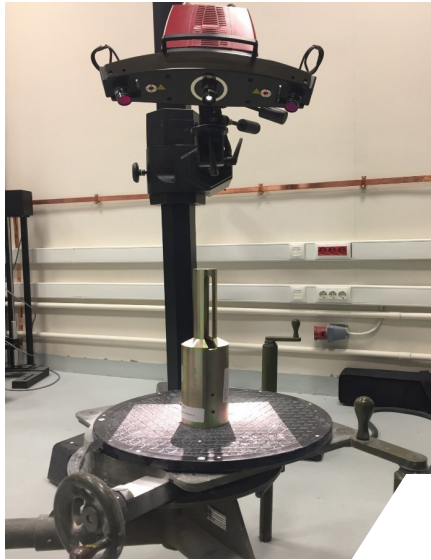
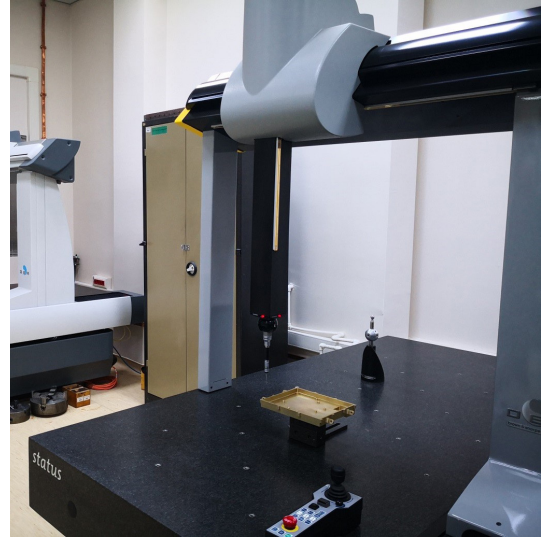


C) BOYUTSAL KALİTE KONTROL LABORATUVARI

Boyutsal Kalite Kontrol Laboratuvarında projeler kapsamında üretilen parçaların ve üst bütünlerin ham malzeme halinden bitmiş son ürüne kadar olan süreçlerde boyutsal kalite kontrol faaliyetleri yürütülmektedir. Özellikle hassas ölçümler için boyutsal kalite kontrol çalışmaları kontrollü laboratuvar ortamı şartlarında yapılmaktadır.

Boyutsal Kalite Kontrol kapsamında karmaşık parçaların ölçümleri CMM (Koordinat Ölçme Cihazı), Optik Tarama ve Profil Projeksiyon cihazları ile yapılmaktadır. Ayrıca ağırlık merkezi, atalet momenti (eylemsizlik), ultrasonik kalınlık, kaplama ve boya kalınlığı ölçümleri, yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, diş kontrolleri ve konvansiyonel kalite kontrol cihazları ile ölçümler yapılmaktadır.

CMM cihazlarının ölçüm hacmi 700x1000x700mm ve 900x1500x800mm'dir. Cihazlarda Pc-Dmis CAD++ yazılımı kullanılmaktadır. Boyutsal ölçüm çalışmaları için gerekli olan prob, uzatma, aparat gibi bileşenler altyapıda mevcuttur. Boyutsal Kalite Kontrol Laboratuvarında ATOS II, AICON Smart Scan, Breuckmann OPTO-TOP optik tarama ve AICON DPI Pro (Fotogrametri) sistemleri bulunmaktadır. Cihazlarda GOM Inspect Professional, Geomagic Control X yazılımları kullanılmaktadır.



Mekanik bileşenlerin ve mühimmatların ağırlık merkezi ve eylemsizlik momenti ölçümleri SPACE ve INERTIA eylemsizlik momenti ölçüm cihazları ile 1500 kg kapasiteye kadar yapılmaktadır. Malzemelerin yüzey pürüzlülük değerleri (yüzey kalitesi) tespitinde MITUTOYO yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılır. OLYMPUS ultrasonik kalınlık ölçüm cihazı ile malzemelerin kalınlıkları ölçülmektedir.



D) KİMYASAL KALİTE KONTROL LABORATUVARI

Kimyasal Kalite Kontrol Laboratuvarı, TUBİTAK SAGE'de Kalite Kontrol Birimi altında faaliyet gösteren ve enstitü bünyesinde kullanılan/üretilen yakıt, patlayıcı, piroteknik, yalıtım, kompozit ve farklı tipte polimerik malzemelerin karakterizasyon ve kalite kontrol test ihtiyaçlarını karşılayan bir altyapıdır. 2008 yılından bu yana Endüstriyel Hizmetler kapsamında enstitü dışından gelen talepler için de test ve analiz hizmetleri verilmektedir.

Kimyasal Kalite Kontrol Laboratuvarı'nda 2 araştırmacı ve 3 teknisten ile çalışmalar yürütülmektedir. Aşağıda laboratuvarımızda bulunan cihazlar ve bu cihazlar ile gerçekleştirilen çalışmalar hakkında bilgiler verilmektedir.

- **Dinamik Mekanik Analiz Cihazı(DMA)**

DMA, malzemelerin ısı ve frekans özelliklerinin değiştirilerek mekanik özelliklerinin belirlenmesi için kullanılan bir cihazdır. Film, katı polimer, köpük, kompozit gibi malzemeler ile çalışılmaktadır. DMA cihazı ile camı geçiş sıcaklığı (T_g) belirlenmekte ve uygun aparatlar (klemp) ile malzemelerin viskoelastik özellikleri incelenmektedir. Sıklıkla DMA cihazı ile birlikte tek ya da çift destekli (İNG. single-dual cantilever) , 3-noktadan bükme (3-point bending), basma, çekme ve film başlıklar kullanılmaktadır. Cihaz özellikleri içinde mevcutta bulunan klemp verilmektedir. DMA cihazı ile ayrıca zaman-sıcaklık süperpozisyon (TTS) analizleri de gerçekleştirilmektedir. Bu analizler ile malzemeler hakkında yaşlanma/ömür bilgisi alınmaktadır. Aşağıda TTS çalışması yapılamayan durumlar özetlenmiştir. Başvuru öncesi bu bilgiler ışığında değerlendirme yapılmalıdır.

TTS çalışması yapılmayacak durumlar şunlardır:

- a) Kristal yapıda numuneler. Çalışılacak sıcaklık aralığında kısmi erimenin olduğu durumlar
- b) Numunenin yapısının sıcaklık ile değişmesi
- c) Numunenin blok kopolimer olması
- d) Numunenin farklı yapıda polimerlerden oluşmuş olması
- e) Polimerde konfigürasyonel değişimler haricinde farklı viskoelastik mekanizmalar oluşması (ör: yan-grup hareketleri)

- **Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografi (HPLC) Analizi**

Yüksek performanslı sıvı kromatografi, yüksek hassasiyette ve milyonda bir ya da milyarda bir derişim seviyesindeki içerik tayinleri için kullanılmaktadır. HPLC analiz ile nitel ya da nicel analizler yapmak mümkündür. Her iki yöntem için de cihazın referans bir kimyasal kullanılarak kalibrasyonunun yapılması gerekmektedir. İstenilen içerik tayinin yapılabilmesi için HPLC cihazı konfigürasyonunda bulunan kolon ve dedektörlerin uygunluğu ve verilen numunenin kolon iyi uyumluluğu kontrol edilmelidir.



- **Isıl Analizler**

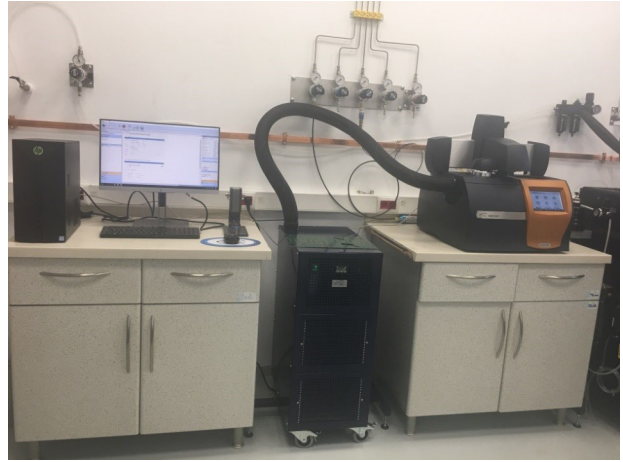
- o **Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) Cihazı**

DSC cihazı ile malzemenin sıcaklığa bağlı fiziksel ve molekül yapısındaki değişimlerin incelendiği analizler gerçekleştirilir. Camı geçiş sıcaklığı (Tg), erime sıcaklığı (Tm), kristallenme sıcaklığı (Tc), bozunma sıcaklığı (Td), ısı kararlılık ve oksitlenme kararlılığı, ısı kapasitesi (Cp) ve küreleşme zamanı gibi özellikler bu cihaz ile çalışılmaktadır. Analizler azot, argon ya da oksijen ortamında gerçekleştirilmektedir.

Çalışma öncesinde numunenin bozunma sıcaklığı termogravimetrik analiz cihazında belirlenir ve bu sıcaklığın altında kalınacak şekilde analizler gerçekleştirilir. Numunenin yanma sırasındaki ve sonrasındaki davranışı, cihaz haznesine ve cihaza verebileceği zararlar göz önünde bulundurularak DSC analizinin yapılıp yapılamayacağını belirlenmektedir.

- o **Termogravimetrik Analiz (TGA) Cihazı**

Malzemelerin sıcaklığa karşı ağırlık değişimlerinin incelenmesi için kullanılan bir cihazdır. Termogravimetrik Analiz Cihazı (TGA) kullanılarak belli bir sıcaklıkta belli bir süre bekletilerek ya da farklı tarama hızlarında ısıtma-soğutma uygulanarak malzemelerin ağırlık değişimleri ve bozunma sıcaklıkları incelenmektedir. Cihazın modeline bağlı olarak çalışma aralığı oda sıcaklığı ile 1000 ya da 1500°C arasında seçilebilir. Bu analizler sırasında analiz ihtiyacına göre farklı ortam gazları (oksijen, azot, argon vb.) kullanılabilir. Malzemeye uygun kinetik modeller kullanılarak istenilen kinetik hesaplamalar ve yaşlanma profilleri çıkarılabilir. İki ya da üç malzemenin birbirleri ile uyumlu olup olmadıkları analiz edilebilir. Kimyasal Kalite Kontrol Laboratuvarı'nda dikey fırın (RT-1000°C) ve yatay fırınlı (RT-1500°C) olmak üzere iki adet cihaz bulunmaktadır. Yatay fırınlı cihaz ile eş zamanlı olarak DTA analizi de yapılabilir.



o FTIR Analiz Cihazı

“Fourier” Dönüşümlü Kızılötesi Spektrometre Cihazı (FTIR) ile malzemelerin kimyasal bağları hakkında bilgi edinilmektedir. Malzemelerin moleküler bağ karakterizasyonu, fonksiyonel grupların tespiti, malzeme karşılaştırmaları, malzeme yapısındaki bağların durumları ve malzemedeki yapısal farklılıkların tespiti için kullanılmaktadır. Laboratuvarımızda bulunan FTIR cihazı 400-4000 cm^{-1} aralığında çalışmakta ve elmas-ATR (Attenuated Total Reflectance) ve Ge-ATR modülleri bulunmaktadır. Bu modüller ile KBR peletlerine ihtiyaç duyulmadan malzemelerin doğrudan FTIR analizi yapılabilmektedir.



o Nem Analizleri

Malzemelerin içeriğindeki nem miktarı analizleri için referans bir metod olan Karl Fischer Titrasyonu kullanılmaktadır. Nem analizi, yüksek su ihtiva eden (%5 ve üzeri) malzemeler için titrimetrik (hacimsel) olarak; milyonda bir (ppm) seviyesinde az nem içeren malzemeler için (1 ppm- %5) kulometrik olarak gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca, bu cihazlara takılabilen oto örnekleiyici ve 280 °C'ye çıkabilen fırın ünitesi ile katı haldeki malzemelerin nem analizleri de hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

- **Yoğunluk Ölçümleri**

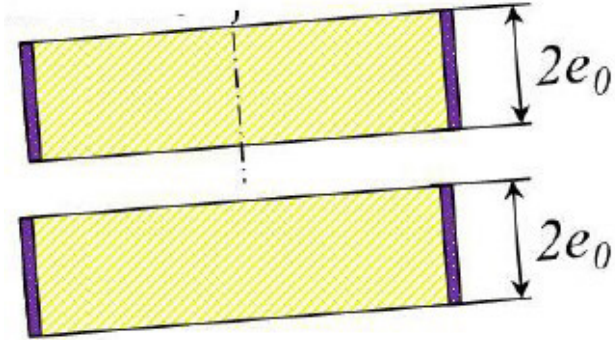
Laboratuvarımızda gaz piknometresi (Helyum Piknometresi) ile katı haldeki ve numune kabına zarar vermeyecek jel yapıdaki malzemelerin gerçek yoğunluk (İNG. true density) ölçümleri yapılmaktadır. Ayrıca toz yapıdaki malzemeler için vurma yoğunluğu (İNG. tap density) ve sıkıştırılmış yoğunluk (İNG. bulk density) ölçümleri de gerçekleştirilmektedir.

- **Stojan Vessel Yanma Hızı Test Cihazı**

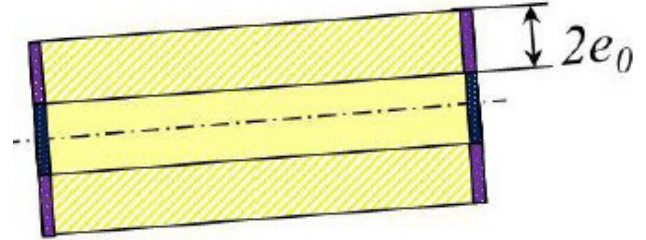
Katı yakıtların yanma hızlarının belirlenmesi için kullanılan bir cihazdır. Strand Burner Prensibi ile çalışan yanma cihazlarının aksine; belirli bir sıcaklıkta şartlandırılan yakıtların zamana karşı tüm basınç değerlerinde veri toplayarak 0-500 bar arasındaki yanma hızlarının hesaplanmasına olanak sağlamaktadır. SV yanma hızı cihazı aynı zamanda kapalı bomba gibi kullanılarak 0-500 bar arasında yanma esnasında oluşan basınç değerinin ölçülmesine de olanak sağlamaktadır. Test numuneleri aynı zamanda -70°C ile +180°C aralığında şartlandırılarak teste tabi tutulmaktadır. Oda sıcaklığı altında şartlandırılan numuneler için ayrıca X-Ray analizi istenmekte ve bu analiz sonrasında numunede deformasyon görülmezse teste devam edilmektedir. İş güvenliği sebebiyle test başvurusundan önce test numunelerin özellikleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmesi ve SV cihazı ile güvenli çalışılıp çalışılmayacağına dair altyapımızca değerlendirme yapılması zorunludur. Bu değerlendirme sonrasında test işlemlerine başlanmaktadır. Test sırasında numune kaynaklı oluşacak her türlü tahribatin karşılanması testi talep eden firmanın sorumluluğunda olmalıdır. Aşağıda katı yakıt numunelerinin istenilen test boyutları verilmiştir.

Disk tipi numunede kalınlık (e_0) 10 mm \pm 5 mm ve uzunluk 60 mm \pm 20 mm olmalıdır.

Tüp tipi numunede kalınlık (e_0) 10 mm \pm 5 mm ve çap 30 mm \pm 10 mm ve uzunluk $< 10x$ (çap-2x kalınlık) olmalıdır.



Disk Şeklinde Numune



Tüp Şeklinde Numune



- **Kalorifik Değer Test Cihazı (Oksijen Bombası)**
Enerjik malzemelerin yanma sonunda açığa çıkardığı enerji miktarının belirlenmesi için kullanılan bir cihazdır. Kalorimetre cihazı, kapalı bomba sisteminin sabit ağırlıkta ve sıcaklıkta saf su içeren bir su haznesi içinde elektrik ile ateşlenmesi ile numunenin yanmasını sağlamakta ve cal/g ya da j/g cinsinden yanma sonunda çıkan enerji değerini vermektedir. Testler azot, argon ya da oksijen ortamında gerçekleştirilmektedir. Oksijen ortamının kullanılacağı durumlarda laboratuvar iş güvenliği açısından ön değerlendirme yapacaktır.



- **Darbe Hassasiyeti Testi**

Enerjik malzemelerin darbe hassasiyetinin belirlenmesi amacıyla yapılır. BAM metodu uygulanmaktadır. Darbe hassasiyeti testi, maddenin reaksiyon vermemesi, bozunması veya patlaması ile sonuçlanmaktadır. Verilen standartlara göre belirlenmiş yükseklikten(en fazla 100 cm), belirlenmiş ağırlıklar (1,2 ve 5 kg) numune üzerine düşürülür ve numunenin tepkisi gözlemlenir. Numunede alev, duman görülmesi veya üstteki silindir kaldırıldığında darbe test aparatı üzerinde kül tortusu gözlenmesi durumunda bozunma kararı verilir. Test için uygulanan metoda göre 6 atıştan birinde pozitif reaksiyonun görüldüğü (1/6 metodu) ya da enerjik malzemenin %50 olasılıkla pozitif reaksiyon verdiği enerji noktası test sonucu olarak raporlanmaktadır.



- **Sürtünme Hassasiyeti Testi**

Enerjik malzemelerin sürtünmeye karşı duyarlılıklarının belirlenmesi amacıyla yapılır. BAM metodu ile yapılan sürtünme testi, maddenin reaksiyon vermemesi, bozunması veya patlaması ile sonuçlanmaktadır. Test edilen maddenin renginde ve kokusunda değişiklik bozunma olarak değerlendirilir. Test sırasında görülen kıvılcım, alev, duman ya da duyulan çıtırtı ise pozitif reaksiyon olarak değerlendirilir. Test için uygulanan metoda göre 6 denemeden birinde pozitif reaksiyonun görüldüğü (1/6 metodu) ya da enerjik malzemenin %50 olasılıkla pozitif reaksiyon verdiği enerji noktası test sonucu olarak raporlanmaktadır.



- **Isıl İletkenlik Katsayısı Belirleme Cihazı**

Polimer, köpük ya da seramik yapıdaki malzemelerin ısı iletkenlik katsayıları -70°C ile $+180^{\circ}\text{C}$ sıcaklık aralığında belirlenebilmektedir. Ölçümün yapılabilmesi için numune boyutunun en az 5 mm kalınlığında ve 2,5 cm çapında olması gerekmektedir.



o UV-VIS Spektrofotometre

UV-VIS spektrofotometre cihazı, ultraviyole ve görünür bölgelerde çalışan nitel ve nicel sonuç veren analitik bir cihazdır. UV-VIS bölgelerde ışının moleküllerce absorplanması yoluyla içerik tayini yapmaktadır. İçerik tayinin yapılabilmesi için kalibrasyon eğrisine ihtiyaç duyulmaktadır.

o Viskozite Cihazı

Kinematik viskozite cihazı akışkanların yer çekimi altında ne kadar hızda hareket ettiğini ölçmektedir.

E) Elektronik Kalite Kontrol Laboratuvarı

Elektronik Kalite Kontrol Laboratuvarında 3 mühendis ve 5 teknisyen çalışmaktadır. Altyapıda kalite kontrol muayene yöntemleri olarak *dizgi öncesi ve dizgi sonrası baskı devre kartların, bileşenlerin ve lehimleme işçiliğinin kalite kontrolleri, kablaj testleri, akrilik kaplama kontrolleri ve elektrostatik boşalma testleri* yapılabilmektedir. Bu yöntemlerde kullanılan cihazlar ve cihazların kapasiteleri ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

• *Lehim Dolgusu ve Bileşen Hasarı Kontrolü*

Bileşen var mı / yok mu, yön bilgisi doğru mu / yanlış mı kontrolü yapıldıktan sonra, IPC-610 standardının Sınıf 3 gereksinimlerine göre, lehim dolgusu ve bileşen hasarı gibi özellikler görsel olarak kontrol edilir. Görsel muayenede, masa üstü büyüteç, stereo mikroskop, HD yüksek çözünürlüklü kamera ve AOİ (Optik İnceleme Cihazı) gibi A/G/A ve sistemlerinden faydalanılır.

• *Stereo Mikroskop*

Elektronik Kalite Kontrol Altyapısı'nda 3 farklı mikroskop tipi vardır ve bunlar "40X", "90X" ve "200X" büyütme kapasitelerine sahiptir. "90X" büyütme kapasitesine sahip mikroskop, görüntüyü kendi eksenini etrafında 360° çevirebilme ve tepeden 36° açıyla görüntüleyebilme özelliğine de sahiptir.

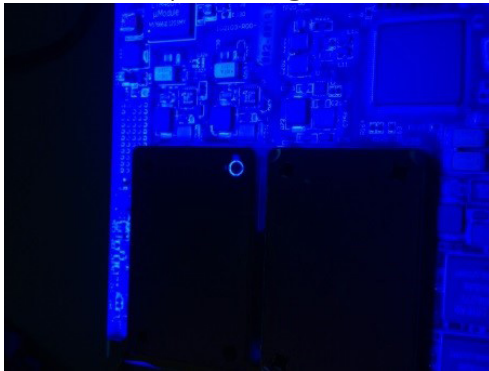
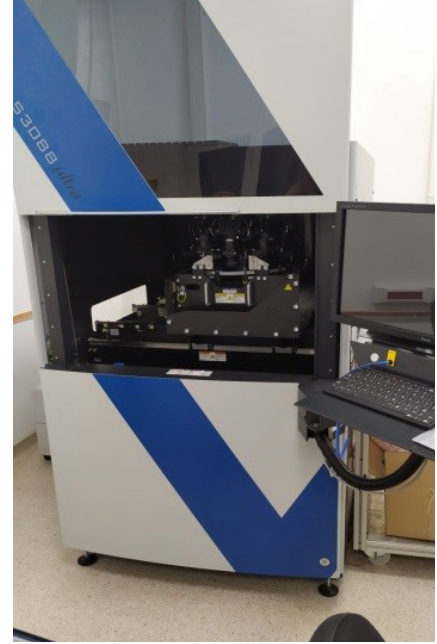


- **AOI (Optik İnceleme Cihazı)**

AOI cihazı ile muayene yapabilmek için kartın şematığı, gerber data bilgileri kullanılarak oluşturulmalı ve program yazılmalıdır. Kartın şematik bilgisi cihaza tanımlandıktan sonra elektronik bileşenlerin tiplerine göre boyutsal özellikler, lehim dolgusu, yön bilgisi gibi muayene kriterleri tek tek tanımlanır. Tanımlanmış bilgiler ve program, cihazın veri tabanına kayıt edilir ve aynı tip kart muayenesi yapıldığında ilgili program kullanılarak hızlı bir şekilde muayene yapılabilir. Tespit Edilebilir Bileşen Hata Tipleri; Kayıp, kayık, eğik, hatalı yöne sahip, dikilmemiş, kalkık, ters, yanlış, hasarlı bileşenler gibi hata tiplerini tespit edebilme özelliğine sahiptir. Lehim Hata Tipleri; Krem lehim, dalga lehim veya elle lehimleme için; kısa devre, kılcal kısa devre, lehimsiz, az veya fazla lehimli, kısmi lehimleme, uygunsuz lehim topları gibi hata tiplerini tespit edebilme özelliğine sahiptir. AOI cihazı ile kart muayene yapılabilmesi için kartın ya panelli bir şekilde gelmesi ya da kart kenarından en yakın bileşen pedine kadar en az 5 mm mesafe olması gereklidir.

- **Konformal Kaplama Görsel Muayene Esasları**

Elektriksel testleri tamamlanmış, elektronik kart donanımlarını, çevresel şartlardan korumak için konformal kaplama uygulanır. Uygulan konformal kaplamanın kalite kontrolü gerçekleştirilirken mor ışık altında kaplamanın homojenliğine, hava kabarcıklarına, dalgalanmalara ve gerekli yerlerde akrilik kaplamanın olup olmadığına bakılır.



- **Kablajların Kalite Kontrol Esasları**

Üretimi tamamlanan kablajların, IPC-620 standardının Sınıf 3 kriterlerine ve ilgili kaynak belgedeki gereksinimlere göre elektriksel test ve görsel muayene işlemleri yapılır.

Elektriksel test adımı;

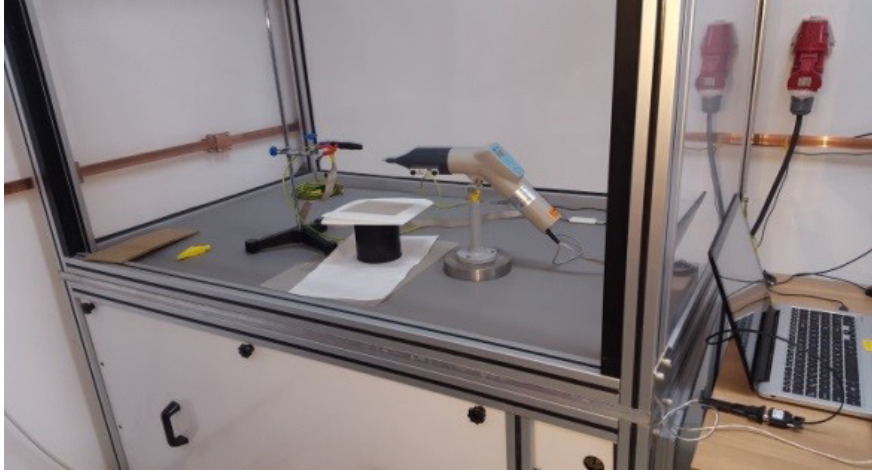
- İletkenlik testi
- Kısa devre
- Yalıtım
- HiPot testleri

yapılabilmektedir. Elektriksel testler için 32 port girişi olan ve 1500 VDC gerilim verebilen bir cihazla testler yürütülmektedir.



Görsel muayene adımı, kablajın konektör hasarı, pin hasarı, makaron/kablo kılıf hasarı, konektörün kablo çıkış yönü gibi özelliklere bakılır.

- **Elektrostatik Boşalma Testi**



ESB Cihazı : 330/500/5000 MOhm, 2kV-25kV test gerilim aralığı. "Air" ve "Contact" ile pozitif ve negatif "discharge" kapasitesiyle bilgisayar ile veya manuel olarak çalışabilmektedir.

4. RÜZGAR TÜNELİ TESTİ

Uçak, helikopter, mühimmat, paraşüt, İHA gibi hava aracı ile otomobil, kamyon, otobüs ve motosiklet gibi kara taşıtlarının aerodinamik özelliklerinin incelenmesi, hava akımının yüksek binalara ve köprü gibi yapılara etkisinin bulunması, çanak anten, siren ve paratoner gibi cisimlerin hava ile etkileşimlerinin belirlenmesi ve fırtına ortamında dayanımlarının incelenmesi gibi pek çok deney rüzgâr tünellerinde gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla 1946-1950 yılları arasında kurulumu tamamlanan ve 1993 yılından itibaren TÜBİTAK SAGE tarafından düzenli olarak bakım, onarım ve yetenek artırımı faaliyetleri gerçekleştirilen Ankara Rüzgâr Tüneli (ART) düşük ses altı hızlarda çalışan, kapalı devre, yatay döngülü, atmosferik ve kapalı test odasına sahip bir rüzgâr tüneldir. Türkiye'nin ilk rüzgâr tüneli olma özelliğine sahip ART'nin kurulduğu dönemde Balkanlar dâhil yakın coğrafyada herhangi bir benzeri yoktu.



Test odası genişliği 3.05 m, yüksekliği 2.44 m ve uzunluğu 6.10 metredir. Tünel döngüsü betonarme olup test odası ahşaptır. Test odası içinde blokaj olmadığı durumda 80 m/s (288 km/saat) üzerinde hıza ulaşabilmektedir. Tünelin sahip olduğu aksel türbülans seviyesi %0.15, toplam türbülans seviyesi %0.62'dir. ART'de deneyi yapılacak cismin kendisi veya ölçekli modeli deneyin yapıldığı test odasına monte edilmekte, istenen hızda rüzgâr verilmekte, model istenen açığa getirilerek dış balans veya iç balans sistemleri yardımıyla modele etkiyen aerodinamik kuvvetler ölçülmekte ve akımın incelenmesi için çeşitli tekniklerle akım görüntüleme testleri gerçekleştirilebilmektedir. Günümüze kadar ART savunma sanayii şirketleri olan ASELSAN, ROKETSAN, TUSAŞ ve TÜBİTAK SAGE başta olmak üzere üniversiteler ve sivil sektör firmaları tarafından aktif olarak kullanılmıştır. Ayrıca 2000 yılında ART düşük hızlı rüzgâr tünellerinin tasarımı, işletimi, bakımı ve fiziksel ölçüm ile enstrümantasyonu gibi konular hakkındaki sorunların görüşülmesi ve fikir alışverişinde bulunulması amacıyla kurulmuş dünya çapında bir organizasyon olan Subsonic Aerodynamic Testing Association (SATA) üyeliğine hak kazanmıştır. ART'de havacılık başta olmak üzere otomotiv, şehircilik ve çevresel testler ile sivil uygulamalarda farklı kategorilerde çok sayıda test gerçekleştirilmiştir.

Yetenekler

- Dış balans sistemi
- İç balans sistemi (3 adet)
- Dış balans sistemine entegre ve Sting tipi iç balanslar ile uyumlu çalışan Model Hareketlendirme Sistemi (MHS)
- Sabit Sıcak Tel Anemometresi (İNG. Constant Temperature Anemometer(CTA))
- Yüzey Üstü Basınç Ölçümü
- Yapısal Dayanım Testleri
- İplikçik, Duman ve Yağ Akım Görüntüleme Testleri

ART'de bulunan 0.025° yüksek pozisyonlama hassasiyetine sahip model hareketlendirme sistemi sayesinde -20° ile +50° hücum açısı aralığında ve -30° ile +30° yana kayma açısı aralığında hızlı ve hassas bir şekilde kuvvet ölçümü yapılması mümkün olmaktadır. 64 kanallı basınç ölçer ile yüzey üstü basınç dağılımı tespit edilebilmekte, bunun yanı sıra iplikçilik, duman ve yağ ile akım görüntüleme gerçekleştirilerek akış yapısı belirlenebilmektedir. Ayrıca CTA sıcak tel anemometresi kapsamında 3 adet 3 eksenli sıcak tel probu kullanılarak tünelde türbülans seviyesi ölçümü hassas bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir.

5. KALİBRASYON



TÜBİTAK SAGE Kalibrasyon Laboratuvarı 2004 yılında TÜBİTAK SAGE bünyesinde hizmet vermesi amacıyla kurulmuş ve 2011 yılında TS EN ISO/IEC 17025 kapsamında TÜRKAK tarafından akredite edilmiştir. Altyapının akreditasyon kapsamı ve sertifikasına www.turkak.org.tr web adresinden erişilebilir. TÜBİTAK SAGE Kalibrasyon Laboratuvarı kurulduğu günden itibaren gelişime önem vermiş, kalibrasyonları güncel ulusal ve/veya uluslararası standartlara göre teknik mükemmellik ve yüksek kalite ile gerçekleştirmeyi kendisine hedef belirlemiştir.

Kalibrasyon

Belirtilmiş şartlar altında ölçme cihazları veya ölçme sisteminin gösterdiği değerler veya ölçü veya referans malzemelerin temsil ettiği değerler ile standartlar tarafından gerçekleştirilen, bunlara karşılık gelen değerler arasındaki ilişkiyi oluşturan işlemler dizisidir.

A) SICAKLIK KALİBRASYONU

Laboratuvarında, -90 °C'den 1100 °C'e kadar olan sıcaklık aralığını kapsayan Sayısal Göstergeli Termometrelerin, Isılçiftlerin ve Direnç Termometrelerinin Uluslararası Sıcaklık Ölçeği - 1990 (ITS-90)'a dayanarak karşılaştırmalı kalibrasyonu yapılmaktadır. Bunlara ek olarak, Sıcaklık Kontrollü Hacimlerde Sıcaklık ve Nem Dağılımının Tespiti ve Kül Fırını kalibrasyonları da laboratuvar tarafından yapılmaktadır.

Uygulamalar

Laboratuvarın verdiği hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmiştir.

KALİBRASYON YAPILAN ÜRÜNLER	SINIR DEĞERLERİ
Isıl Çift	Sıcaklık Kalibrasyonu -90 °C - 1100 °C
Platin Direnç Termometresi	Sıcaklık Kalibrasyonu -90 °C - 420 °C
Göstergeli Sıcaklık Ölçer	Sıcaklık Kalibrasyonu -90 °C - 1100 °C
Sıvılı Cam Termometre	Sıcaklık Kalibrasyonu -80 °C - 420 °C
Sıcaklık Kontrollü Hacimlerde Sıcaklık Dağılımının Tespiti	Sıcaklık Kalibrasyonu -60 °C - 200 °C
Sıcaklık Kontrollü Hacimlerde Nem Dağılımının Tespiti	Nem Kalibrasyonu 23 °C'de 20%RH - 95 %RH 30 °C'de 95%RH 60 °C'de 95%RH
Kül Fırını	Sıcaklık Kalibrasyonu 250 °C - 1350 °C

B) NEM KALİBRASYONU

Laboratuvarında, aynı şartlara maruz bırakılan ve izlenebilirliği akredite kuruluşlar tarafından sağlanmış referanslar ile Sıcaklık ve Nem Ölçerlerin karşılaştırmalı kalibrasyonu yapılmaktadır.



Uygulamalar

Laboratuvarın verdiği hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmiştir.

KALİBRASYON YAPILAN ÜRÜNLER	SINIR DEĞERLERİ
Sıcaklık ve Nem Ölçer	15 °C - 35 °C 20 %rh - 90 %rh

C) BOYUTSAL KALİBRASYONU

Laboratuvarda; kumpas, mikrometre, mihengir ve komparatör saati kalibrasyonu akredite kuruluşlar tarafından izlenebilirliği sağlanmış referanslar yardımıyla yapılmaktadır.



Uygulamalar

Laboratuvarın verdiği hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmiştir.

#	KALİBRASYON YAPILAN ÜRÜNLER	SINIR DEĞERLERİ
1.	Mikrometre	$0 \leq L \leq 300$ mm (Bölüntü Değeri: 0,001 mm) $300 \leq L \leq 500$ mm (Bölüntü Değeri: 0,01 mm)
2.	Kumpas	$0 \leq L \leq 1000$ mm (Bölüntü Değeri: 0,01 mm /0,02 mm /0,05 mm)
3.	Kompratör Saati	$0 \leq L \leq 100$ mm (Bölüntü Değeri: 0,001 mm)
4.	Mihengir	$0 \leq L \leq 1000$ mm (Bölüntü Değeri: 0,01 mm /0,02 mm /0,05 mm)

D) TERAZİ KALİBRASYONU

Terazilerin kalibrasyonu, OIML-R111'e göre üretilmiş ve akredite kuruluş tarafından izlenebilirliği sağlanmış kütleler yardımıyla yapılmaktadır.



KALİBRASYON YAPILAN ÜRÜNLER	SINIR DEĞERLERİ
Terazi	$1 \text{ mg} \leq m \leq 20 \text{ kg}$ (E2 sınıfı ağırlıklar ile) $10 \text{ kg} \leq m \leq 50 \text{ kg}$ (F1 sınıfı ağırlıklar ile) $10 \text{ kg} \leq m \leq 100 \text{ kg}$ (F2 sınıfı ağırlıklar ile) $5 \text{ kg} \leq m \leq 200 \text{ kg}$ (M1 sınıfı ağırlıklar ile)

E) MALZEME TEST MAKİNASI KALİBRASYONU

Kuvvet Kalibrasyonu, değerleri kesin olarak bilinen kuvvetlerin yükü taşıyan elemana uygulanması ve kuvvet ölçme cihazının ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilen gösterge veya sehim ölçme sisteminde verilerin kaydedilmesi yoluyla yapılır.

Uygulamalar

Laboratuvarın verdiği hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmiştir.

KALİBRASYON YAPILAN ÜRÜNLER	SINIR DEĞERLERİ
Kuvvet Ölçüm Sistemleri	20 N ≤ F ≤ 100 kN (0,5 sınıfı yük Hücresi ile Çekme) 20 N ≤ F ≤ 1000 kN (0,5 sınıfı yük Hücresi ile Basma)

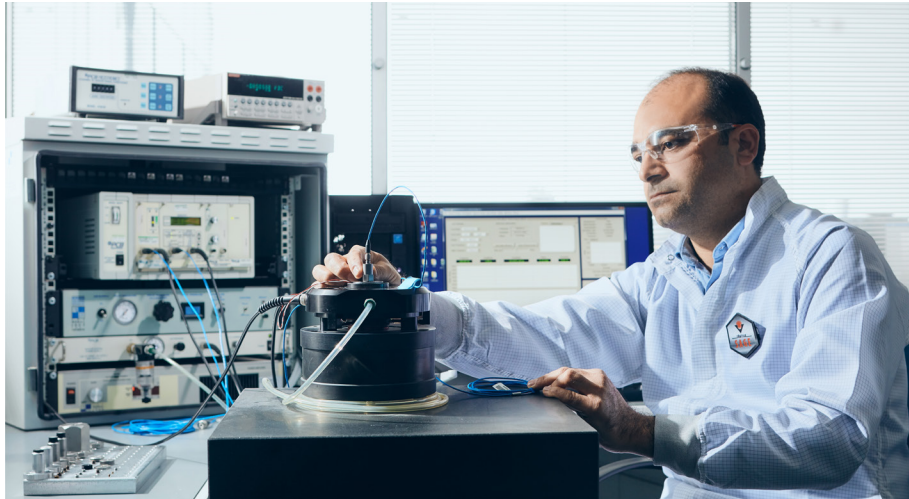
F) İVMEÖLÇER KALİBRASYONU

Referans ivmeölçer ile hassasiyeti belirlenecek olan ivmeölçer sırt-sırtta (back to back) bağlanarak aynı ivme seviyesine maruz kalırlar. Referans ivme ölçerle test ivme ölçerin karşılaştırılması yoluyla kalibrasyon yapılmaktadır.

Uygulamalar

Laboratuvarın verdiği hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmiştir.

KALİBRASYON YAPILAN ÜRÜNLER	SINIR DEĞERLERİ
İvme ölçer (Yük Hassasiyeti)	0,98 m/s ² ≤ ivme ≤ 98 m/s ² (10 Hz - 10 kHz)
İvme ölçer (Gerilim Hassasiyeti)	0,98 m/s ² ≤ ivme ≤ 98 m/s ² (10 Hz - 10 kHz)
Şok ivme ölçer	196 m/s ² ≤ ivme ≤ 98.000 m/s ²
Titreşim uyarıcı	0,98 m/s ² (160 Hz)



G) BASINÇ KALİBRASYONU

Laboratuvarda basınç ölçüm aletlerinin izlenebilirliği akredite kuruluşlar tarafından sağlanmış referanslarla -0,9 bar ile 1000 bar arasında statik olarak yapılmaktadır. 0 ile 5000 bar arasında da dinamik olarak karşılaştırmalı kalibrasyonu yapılmaktadır.



Uygulamalar

Laboratuvarın verdiği hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmiştir.

KALİBRASYON YAPILAN ÜRÜNLER	SINIR DEĞERLERİ
Bağıl Basınç Analog ve Sayısal Göstergeli Manometreler, Basınç Kalibratörü, Basınç Transducer, Basınç Transmitter, Fark Basıncı Ölçer	$-0,95 \leq p \leq 0,015$ bar $0,7 \leq p \leq 35$ bar $35 < p \leq 140$ bar $1 \leq p \leq 200$ bar $200 < p \leq 1000$ bar
Mutlak Basınç Analog ve Sayısal Göstergeli Manometreler, Basınç Kalibratörü, Basınç Transducer, Basınç Transmitter, Fark Basıncı Ölçer	$-0,95 \leq p \leq 0,015$ bar $0,7 \leq p \leq 35$ bar $35 < p \leq 140$ bar $1 \leq p \leq 200$ bar $200 < p \leq 1000$ bar
Dinamik Basınç Ölçer	$20 < p \leq 5000$ bar

H) ELEKTRİKSEL KALİBRASYON

Laboratuvarda elektriksel cihazların kalibrasyonu, akredite kuruluşlar tarafından izlenebilirliği sağlanmış referans cihazların yardımıyla yapılmaktadır.



Uygulamalar

Laboratuvarın verdiği hizmetler ve çalışma alanları aşağıda özetlenmiştir.

KALİBRASYON YAPILAN ÜRÜNLER	SINIR DEĞERLERİ
Analog Multimetre Dijital Multimetre Pens Multimetre	DC/AC Akım Ölçme ve Uygulama : 20 A DC/AC Voltaj Ölçme ve Uygulama : 1000V Direnç Ölçme : 20 G Ω Direnç Uygulama : 300M Ω
Veri Toplama	DC/AC Akım Ölçme ve Uygulama : 20 A DC/AC Voltaj Ölçme ve Uygulama : 1000V Direnç Ölçme : 20 G Ω Direnç Uygulama : 300M Ω
Güç Kaynağı	20A/1000V
Osiloskop	1 GHz'e kadar
Sinyal Şartlandırıcı	DC/ICP/Charge/IEPE Tipi Sinyal Şartlandırıcısının GAIN Tespiti

6. MALZEME TEST VE ANALİZLERİ

Malzeme Test ve Analizleri Altyapısı 2003 yılında, uzay ve havacılık sanayiinde kritik öneme haiz malzeme ve teknolojilerin, milli imkanlarla Ar-Ge faaliyetlerinin ve prototip üretimlerinin yapılması amacıyla kurulmuştur. Özellikle, yurtdışından tedarik edilemeyen, kritik olarak sınıflandırılan malzeme, bileşen ve özel işlemlerin yurtiçi olanakları ile yüzde yüz yerli ve milli olarak geliştirilmesi ana hedef olarak belirlenmiş ve bu hedef kapsamında birçok başarılı yerli ve milli ürün geliştirilmiştir. Altyapımız, yetenek ve kabiliyetleri dahilinde SAGE'de yürütülen projelerin yanında, başta ülkemizin önde gelen savunma sanayii, uzay ve havacılık kuruluşlarına olmak üzere araştırma enstitülerine ve üniversitelere Ar-Ge faaliyeti, üretim ve endüstriyel hizmet desteği vermektedir. Kurulduğu günden itibaren sürekli gelişen cihaz olanaklarına sahip olan altyapımız, yurtiçinde benzeri olmayan cihazları ile SAGE dışından gelen tüm ihtiyaçları en hızlı şekilde karşılayabilmektedir.



Altyapıda ayrıca çeşitli malzemelerin toz metalürjisi, vakum metalürjisi ve ısıtım işlem teknikleri ile üretimi ve şekillendirme çalışmaları yürütölmekte olup, malzemelerin mekanik, kimyasal ve fiziksel test ve analizleri gerçekleştirilmektedir. Altyapımız bünyesinde yer alan laboratuvarlar aşağıda verilmiştir:

- a) Isıtım İşlem Laboratuvarları
- b) Isıtım mekanik Şekillendirme Laboratuvarları
- c) Mekanik Üretim Laboratuvarı
- d) Seramik Laboratuvarı
- e) Metalografi Laboratuvarı
- f) Toz Metalürjisi Laboratuvarı
- g) Kaplama Teknolojileri Laboratuvarı
- h) Anten Teknolojileri Laboratuvarı
- i) Sensör Teknolojileri Laboratuvarı
- j) Elektromanyetik Laboratuvarı
- k) Fiziksel ve Mekanik Test Laboratuvarı
- l) Karakterizasyon Laboratuvarları

Ayrıca, Altyapımızda çeşitli endüstriyel kuruluşlara, üniversitelere ve kamu kuruluşlarına aşağıda belirtilen malzeme test ve analiz hizmetleri verilmektedir:

A) YÜKSEK SICAKLIK DİLATOMETRE TESTİ

Isıtım genişleme katsayısı ölçüm testleri TÜBİTAK SAGE altyapısında bulunan yüksek sıcaklık dilatometre cihazı ile yapılmaktadır. Dilatometre cihazı dikey numune yükleme şekline sahip olup, -150 °C ila 1750 °C arasında tüm metalik ve seramik malzemelerin ısıtım genişleme katsayısı ölçümlerini yapabilmektedir. Cihaz çıktı olarak numune boyunun sıcaklık ile değişimini vermektedir. Bu bilgiler ışığında malzemelerin ısıtım genişleme katsayısı hesaplanmaktadır.

ASTM E228 standardı göz önünde bulundurularak ölçümler gerçekleştirilmektedir. Cihaz için standart numune, ø6mmx20mm olan silindirik numune veya bu ölçüleri geçmeyen kare şeklinde numunedir. Patlayıcı içeren malzemelere test yapılmamaktadır.

B) KARBON SÜLFÜR BELİRLEME TESTLERİ

Karbon (C) ve Sülfür (S) belirleme testleri yakma metoduna uygun olarak gerçekleştirilir. Testte numune oksijen atmosferi altında yakılır ve numunedeki karbon ve sülfür ayrı ayrı yalıtılarak uygun yöntemlerle ölçülür.

C) HİDROJEN (H), NİTROJEN (N) VE OKSİJEN (O) BELİRLEME TESTLERİ

Hidrojen (H), nitrojen (N) ve oksijen (O) belirleme testleri soy gaz ergitme yöntemine uygun olarak gerçekleştirilir. Testte numune helyum gaz atmosferi altında ergitilir ve numunedeki hidrojen (H), nitrojen (N) ve oksijen (O) ayrı ayrı yalıtılarak uygun yöntemlerle ölçülür.

C) MAKRO VE MİKRO YAPI İNCELEMESİ

Makro incelemede, parça içinde bulunan tane kenarları, kirlilik ve istenmeyen oluşumlar gözlenir ve bunların boyutları ölçülebilir. Mikro incelemede ise malzemenin yapısı incelenerek mekanik özellikleri, malzemenin daha önce gördüğü işlemler ve üretim metodu ile ilgili çıkarımda bulunulur.

D) TANE BOYU ÖLÇÜM TESTİ

Sıvı içerisinde dağılmış katılar ve emülsiyonlar, kuru toz ve toz kütleleri numunelerinin tane boyu dağılımını ölçmek için kullanılır.

E) KAPLAMA KALINLIĞI ÖLÇÜM TESTİ

Kaplama kalınlığı testi malzemelerin üzerindeki metalik kaplamaların kalınlığının tespit edilmesi için yapılmaktadır. Test numunesi X-Işını Florasans Analiz Cihazının içerisine kaplama yüzeyi açıkta olacak şekilde yerleştirilir. Önceden kodlanmış kütüphaneden kaplama ve malzemenin türü seçilir. X-Işını malzemeye gönderilir geri sıçamaya göre malzeme üzerindeki kaplama kalınlığı miktarı tespit edilir

F) MAKRO VE MİKRO SERTLİK ANALİZİ

Sertlik testi malzemenin dayanıklılığını, mukavemetini ve aşınma dayanımı hakkında bilgi verir ve bu malzemenin ısıl işleme ihtiyacı olup olmadığını belirlemede veya ısıl işlemin doğruluğunu kontrol etmekte kullanılır. Sertlik özel boyutlandırılmış uçların malzemeye batırılarak, ucun girdiği derinlik yardımı ile hesaplanır.

7. YER TESTLERİ FAALİYETLERİ

Yer testleri, askeri ve sivil alanda kullanılan sistemler veya bu sistemlere ait alt bileşenlerin ilgili standartlar doğrultusunda performanslarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmektedir. Yer Testleri Birimi, bu faaliyetleri gerçekleştirebilmek amacıyla kendi içerisinde farklı disiplinlerde çalışmaktadır. Bu disiplinler; Enerjik Ürünler Testleri Altyapısı, Roket Motoru Testleri Altyapısı, Deniz Testleri Altyapısı ve EOD Altyapısı olmak üzere 4 farklı altyapı bünyesinde faaliyetlerini gerçekleştirmektedir.

A) HARP BAŞLIĞI ARENA TESTİ

Bu testin amacı, harp başlıklarının yüksek sıcaklık, düşük sıcaklık ve/veya ortam sıcaklığı şartlarındaki etkinliklerinin doğrulanması ve raporlanmasıdır. Testler sırasında aşağıda belirtilen ölçüm hizmetleri verilmektedir.

- Ateşleme anının görüntülenmesi (Hızlı Kamera, Drone Kamera, Aksiyon Kamera, vb.)
- Patlama basıncının ölçülmesi
- Şok dalgası ortalama hızının ölçülmesi
- Parçacık hızının ve etkinliğinin ölçülmesi
- Delme etkinliğinin belirlenmesi
- Anlık meteorolojik değerlerin ölçülmesi
- Patlama sıcaklığının ölçülmesi





B) DUYARSIZ MÜHİMMAT TESTLERİ

Mühimmatın yaşam döngüsü boyunca karşılaşılabileceği tehditlerin benzetimi amacıyla, aşağıda belirtilen duyarsız mühimmat testleri icra edilmektedir. Bu testler ile mühimmatın duyarsızlık seviyesi belirlenmektedir.

- *Hızlı Isıtma Testi*

Bu test, yangın tehdidine maruz kalan mühimmatın duyarsızlık seviyesini belirlemek amacıyla yapılmaktadır.



- **Mermi Çarpması Testi**

Bu test, 12.7 mm zırh delici mermi tehdidine maruz kalan mühimmatın duyarsızlık seviyesini belirlemek amacıyla yapılmaktadır.



- **Sempatik Reaksiyon Testi**

Sempatik Reaksiyon Testi, bir mühimmatın yakınına yerleştirilen diğer bir mühimmatın infilak ettirilmesi nedeni ile vereceği tepkinin belirlenmesi amacıyla yapılır.

- **Yavaş Isıtma Testi**

Bu test, yavaşça ısınan bir sıcaklık kaynağına maruz bırakılan mühimmatın duyarsızlık seviyesini belirlemek amacıyla yapılmaktadır.



C) EOD HİZMETİ

EOD (İNG. Explosive Ordnance Disposal) uzmanlarımız tarafından sağlanan hizmetler aşağıda verilmiştir.

- Mühimmatların ateşlenmesi ve imha edilmesi
- Test isterleri kapsamında ateşleme zincirinin hazırlanması
- Gereken durumlarda mühimmatın emniyete alınması

D) PATLAYICI KARAKTERİZASYON TESTLERİ

Geliştirme ve doğrulama çalışmaları kapsamında, patlayıcı karakterizasyonun belirlenmesi amacıyla aşağıda belirtilen hizmetler verilmektedir.

- Yansıma basıncının ölçülmesi
- Kapalı alan patlama sıcaklığı ölçülmesi
- İnfilak hızının ölçülmesi
- Şok hassasiyetinin ölçülmesi (STANAG 4488)
- Darbe yoğunluğunun hesaplanması

www.sage.tubitak.gov.tr



*Kapalı Alan Patlayıcı
Karakterizasyon Testi*



*Kapalı Alan Patlayıcı
Karakterizasyon Test Odası*



*Kapalı Alan Patlayıcı
Karakterizasyon Test Düzeneği*



İnfilak Hızı Ölçüm Testi

E) BALİSTİK ATIŞ TESTİ

Hareketli veya sabit bir platformdan atılan mühimmatın (topçu mühimmatı, füze, roket, vb.) platformdan ayrılması ile başlayıp yörünge hareketinin tamamlamasına kadar geçen süre boyunca toplanan uçuş verileri aşağıda verilmiştir.

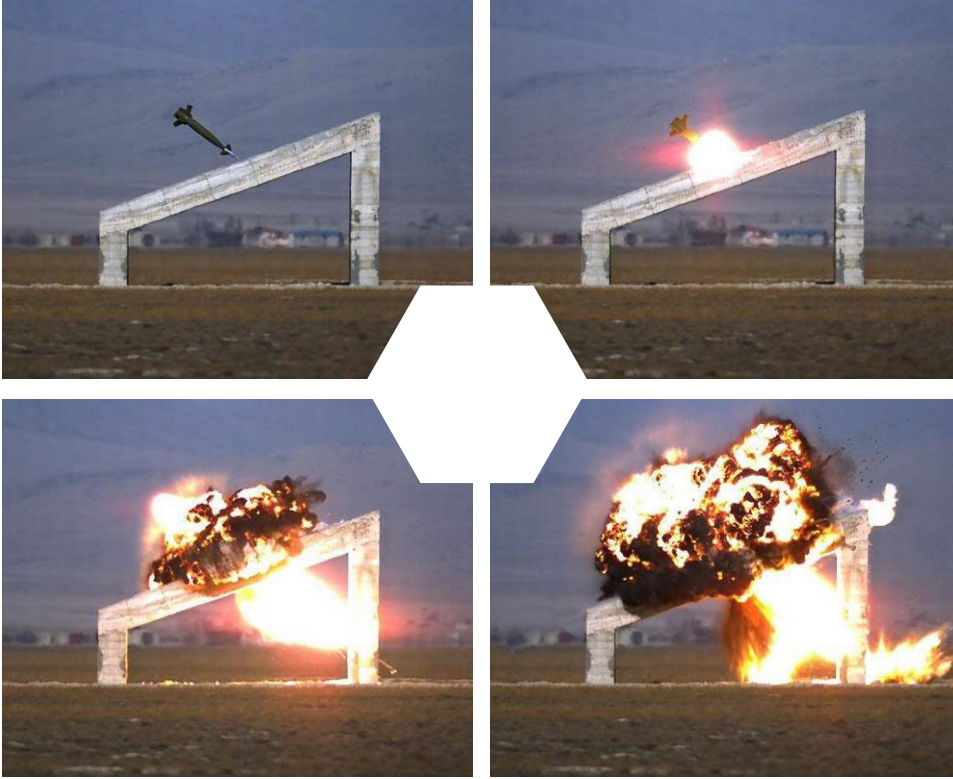
- Orta/Yüksek irtifa meteorolojik verileri
- Mühimmatın ilk hız ölçümü
- Mühimmata ait yörünge takip parametreleri
- Vuruş noktasının hassas koordinatı
- Platformdan ayrılış anının hızlı kamera ile görüntülenmesi



F) UÇAKTAN ATIŞ TESTİ

Uçaktan kara ve deniz platformlarına gerçekleştirilen atışlarda, hareketli ve sabit hedefler hazırlanarak farklı görüntüleme cihazları ile vuruş anına ait görüntüler elde edilmektedir. Bu atışlarda vuruş noktası hassas GPS koordinat ölçümü gerçekleştirilmektedir. Ek olarak, vuruş hızı ve vuruş açısı bilgileri çıkarılabilmektedir. Kullanılan görüntüleme cihazları aşağıda verilmiştir.

- Hızlı Kamera
- Video Kamera
- Aksiyon Kamera
- Drone Kamera (3000 fps'ye (İNG. frame per second) kadar)
- 360° Kamera



Hızlı Kamera Ekran Görüntüleri – I



Hızlı Kamera Ekran Görüntüsü – II

G) ROKET MOTORU STATİK ATEŞLEME TESTİ

Bu testin amacı, katı yakıtlı roket motorlarının ateşleme esnasındaki performansını belirlemektir. TÜBİTAK SAGE Roket Motoru Test Rampasında, 50 ila 600 mm çaplarda ve 3 metreye kadar uzunluğa sahip katı yakıtlı roket motorları, -60 °C ila + 100 °C arasındaki ortam koşullarında şartlandırılıp test edilebilmektedir. İlgili testler aynı zamanda su altı platformlarda da gerçekleştirilmektedir. Testlerde aşağıda verilen ölçümler ve görüntüleme faaliyetleri yapılabilmektedir.

- a) Roket Motoru İç Basıncı
- b) Eksenel ve Yanal Kuvvet
- c) Roket Motoru Yüzey Sıcaklığı
- d) Titreşim ve Şok
- e) Gerinim
- f) Ateşleme Akımı
- g) Yüksek Hızlı Kamera
- h) Video Kamera
- i) Drone Kamera
- j) 360° Kamera



H) SU ALTI PATLATMA TESTİ

Bu testin amacı, patlayıcıların su ortamındaki etkinliklerinin doğrulanması ve raporlanmasıdır. Testler sırasında patlayıcılar belirli derinliklere konumlandırılarak aşağıda belirtilen ölçüm hizmetleri verilmektedir.

- a) Patlama basıncının ölçülmesi
- b) Şok dalgası ortalama hızının ölçülmesi
- c) Su altında ve su üstünde bulunan platform üzerinden şok, gerinim, ivme vb. ölçümlerinin gerçekleştirilmesi
- d) Uygun ateşleme zincirinin hazırlanması



I) UÇAK ALTI EMI/EMC TESTİ

Bu testin amacı; uçak üzerine entegrasyonu gerçekleştirilen mühimmatın veya sistemin, uçak ile arasında oluşabilecek elektromanyetik etkileşimlerinin MIL-STD-464C standardına göre incelenmesi ve raporlanmasıdır.

8. PLATFORM ENTEGRASYON VE SERTİFİKASYON HİZMETLERİ

Platform entegrasyon kapsamında talep edilen sistemlerin ilgili platform ile entegrasyon çalışmalarının her aşaması için hizmet verilebilmektedir. Yük sertifikasyonu ve uçuş testleri kapsamında veri toplama faaliyetlerinin ve görüntüleme faaliyetlerinin planlaması ve icrası yapılmaktadır.

- a) Uçak üzeri dahili/harici sistemlerin, alt sistemlerin ve yüklerin entegrasyonu
- b) Harici yük sertifikasyonu
- c) Uçuş Test Hizmetleri
 - 1) Test tasarımı, planlaması
 - 2) Ölçümlendirme tasarımı
 - 3) Veri toplama sistemleri
 - 4) Telemetri sistemleri
 - 5) Uçuş sonlandırma sistemleri
 - 6) Görüntüleme
 - 7) Uçaktan ayrılma için hızlı kamera görüntülemeleri
 - 8) Kokpit ve istasyona yüklü pod ile görüntü alma ve gerçek zamanlı yere aktarma
- d) Deniz üstü ve deniz altı platformlarına entegrasyon test hizmetleri
- e) Kamyon ve fırlatma araçlarına entegrasyon test hizmetleri

Yerde titreşim testi (Ground Vibration Test) ve Çırpıntı (Flutter) test kampanyaları için test tasarım, analiz ve test uçuşları için tüm süreç için hizmet verilmektedir.

A) UÇUŞ TESTLERİ KOORDİNASYON ALTYAPISI (UTKA)

Milli mühimmat geliştirme projelerinin, Eskişehir 1'inci Hava Bakım Fabrika Müdürlüğü'ne bağlı Teknoloji Silah Sistemleri Geliştirme Başkanlığı ve 1'inci Üs Komutanlığına bağlı 401'inci Test Filo Komutanlığı ile birlikte yapılan Uçuş Sertifikasyon/Entegrasyon Testlerini birlikte icra etmek üzere faaliyetlerini sürdürmektedir.

- a) Askeri standartlarda (MIL HDBK 1763) sertifikasyon testleri kapsamında;
- b) Uçak/Sistem Entegrasyon Laboratuvarı (SEL), Yer ve Uçuş Testleri
- c) HYS 101 Mekanik Uyumluluk Testi
- d) HYS 102 İşlev Testi
- e) HYS 110 Güvenli Ayrılma/Jettison Testleri
- f) HYS 120 Yer Titreşim Testleri (Ground Vibration Tests (GVT))

- g) HYS 154 EMI ve IMC Testleri
- h) HYS 210 ırpıntı Testi (Flutter)
- i) HYS 200'lü Uçuş Testleri
- j) Uçak Mux-Bus verilerinin toplanması
- k) Uçak Hızlı Kamera Podu (CDART-1 / CDART-2) ve Harici (Gövde Altı) Hızlı Kamera hizmetleri verilmektedir.

HYS 210 ırpıntı (Flutter) Testleri için tüm test planlaması, uçak ölçümlendirme, ırpıntı tahrik sistemi entegrasyonu, telemetri çözümleri ile tüm kampanya kapsamı için hizmet verilmektedir. TÜBİTAK SAGE 2013 yılında ilk ırpıntı Test kampanyasını SOM füzesi ve KGK mühimmatının F-16 sertifikasyonu kapsamında başarıyla icra etmiştir. Devam eden yıllarda HGK ailesi ve GÖKTUĞ projeleri kapsamında ırpıntı Test kampanyaları düzenlenmiş ve edinilen tecrübe her test ile daha da artmaktadır. Analizler sonucu yapılan ırpıntı ve LSO kestirimlerinin başarımlar seviyesi üst düzeydedir.



CDART-1, CDART-2 podları, gövde üzeri ve sabit kanopi bölgelerine yerleştirilmiş hızlı kameralar ile F-16 uçağından yapılacak atış testlerinde ayrılma görüntüleri elde edilmektedir. Ayrılma ve hareket analizleri için alınan görüntüler işlenerek, CFD ve Rüzgar Tüneli Test sonuçları ile karşılaştırılmak üzere, 6 serbestlik derecesinde hareket analizleri gerçekleştirilmektedir.



CDART-2 Görüntüleme ve Veri Toplama Podu

B) TELEMETRİ ALTYAPISI

GÖZCÜ ve Mobil Telemetri Sistemi (MTS) olmak üzere iki adet sistem bulunmaktadır. Uçuş ve atış testleri kapsamında gerçek zamanlı veri analiz ihtiyacı ve atış mühimmatından veri toplama işlemleri için telemetri altyapısı yoğun olarak kullanılmaktadır. Altyapıda bulunan telsizler ile atıcı uçaklar ile iletişim kurularak testler icra edilmektedir. Telemetri sisteminin kullanıldığı başlıca testler aşağıda belirtilmiştir.

- a) Atış testleri (telemetri ve uçuş sonlandırma sistemi)
- b) Güvenli ayrılma (Jettison) testleri
- c) Gerçek zamanlı veri analizi gereksinimi bulunan esir taşıma testleri
 - 1) Çırpıntı (İNG. Flutter) testleri
 - 2) Algoritma doğrulama testleri
 - 3) Fonksiyon doğrulama esir taşıma testleri

Mobil Telemetri Sistemi, Altyapı kapsamında aşağıdaki hizmetler verilmektedir:

- a) Testler için belirlenen ihtiyaçlara uygun olarak ölçümlendirilmiş mühimmatların test verisinin

anlık gözlemlenmesi ve kaydedilmesi

b) 1.2 m çaplı mobil uydu anteni ile bulunduğu bölgeden gerçek zamanlı test verilerini, video görüntülerini 40Mbps kapasiteye kadar TÜBİTAK SAGE'ye aktarabilmesi



BARTIN/AMASRA



AKSARAY/EKECEK



Mobil Telemetri Sistemi

GÖZCÜ Sistemi

Sistem, GÖZCÜ 1 ve GÖZCÜ 2 ünitelerinden oluşmaktadır. Altyapı kapsamında aşağıdaki hizmetler verilmektedir:

a) Altyapı özelliklerine uygun ölçümlendirilmiş mühimmatların uçuş testlerinin gerçekleştirilmesi

- b) Uçuş testlerinde LOS (line of sight) sağlanabildiği sürece 450 km'ye kadar veri sağlıklı veri alınabilmesi
- c) S band antenlerin RF ve konum ototakip yeteneği
- d) Alınan verilerin gerçek zamanlı anlamlandırılarak GÖZCÜ 1, GÖZCÜ 2 ve VIP bölümlerine istenilen ekran yapısı ile ulaştırılabilmesi ve aynı zamanda bu 3 bölüm arasında intercom sistemi ile iletişimin de sağlanabilmesi
- e) Test süresince test kabinlerinde sesli ve görüntülü kayıt alınması
- f) Sistemde bulunan güç konteyneri (150 kVA jeneratör ve 80 kVA ups) sayesinde harici enerji ihtiyacı olmadan kullanılabilmesi
- g) Alınan verinin gizlilik ve güvenliğinin sağlanması



GÖZCÜ Telemetri Sistemi

C) MÜHİMMAT TEST EKİPMANLARI ÖLÇÜMLENDİRME

Mühimmat Test Ekipmanları Ölçümlendirme Altyapısı, SAGE Lalahan yerleşkesinde 2016 yılında kurulmuştur. Altyapı kapsamında aşağıdaki hizmetler verilmektedir:

- a) Mühimmat test ekipmanlarının belirlenmesi ve ekipmanların tedarik ve kabul testlerinin yapılması
- b) Mühimmata entegrasyonu
- c) Telemetri ekipmanlarının entegrasyonu
- d) Uçuş sonlandırma sisteminin entegrasyonu
- e) Ölçümlendirme kablajlarının tasarlanması ve entegrasyonu
- f) Proje kapsamında istenen ölçerlerin seçimi, tedariki ve seçilen ölçerlerinin testinin yapılması
- g) Test kalemine kullanılması planlanan ölçerlerin test kalemine entegrasyonu

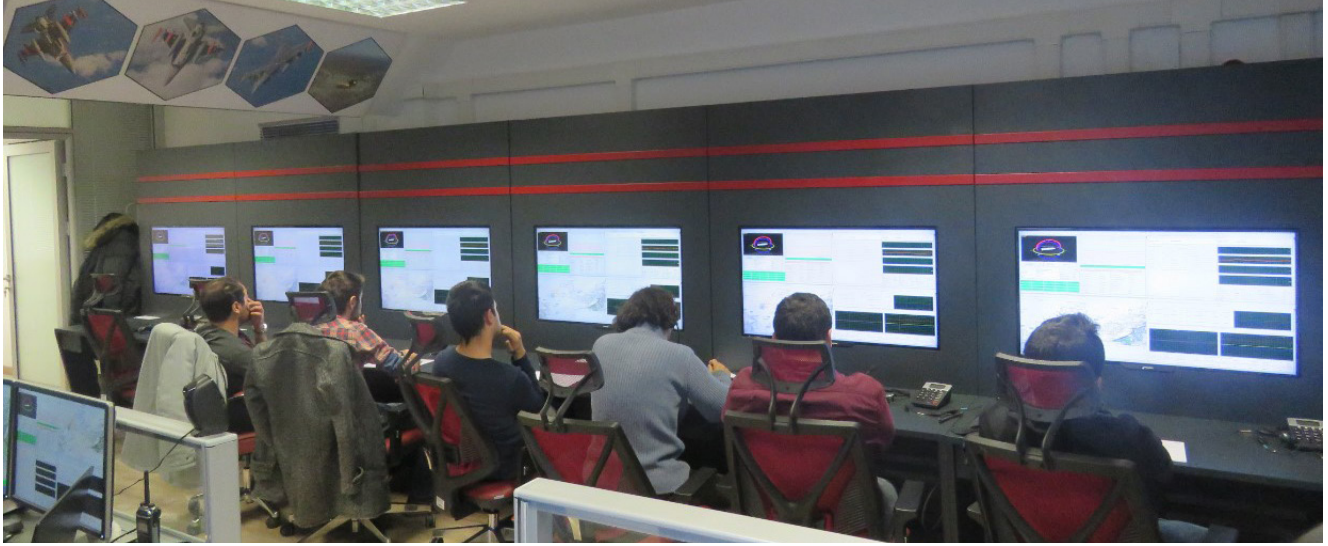


D) UYDU HABERLEŞME VE TEST İZLEME

Testler süresince sahada elde edilen verinin uydu üzerinden SAGE yerleşkesine aktarılması ve testin takip edebilmesi amacıyla 2016 yılında kurulmuştur. Testlerin SAGE yerleşkesindeki Komuta Kontrol Merkezi olarak kullanılmaktadır.

Altyapı kapsamında aşağıda belirtilen hizmetler verilmektedir

- Test alanına gidilmesine gerek kalmadan ilgili test verilerinin alt yapıdan takip edilebilmesi



- Test verilerinin altyapıda bulunan yer istasyonuna depolanması ve bunun sonucunda verilerin hızlı değerlendirilebilmesi
- Uydu üzerinden saha ile telefon iletişimi

Altyapı Özellikleri

- 3.8 metre çapında VSAT Ku Bant Anten
- TURKSAT 4B uydusu ile çalışma
- 40 Mbit'e kadar bant genişliği
- 8 adet 4K monitör ile test takibi

Test bölgelerinde gerçekleştirilen faaliyetlerin planlanan süreler dahilinde tamamlanamadığı koşullarla sıklıkla karşılaşılmaktadır. Meteorolojik engeller, platform ve test kalemi kaynaklı engeller ile karşılaşılmakta ve testler belirli bir süre ertelenmek zorunda kalmaktadır. Ertelemeler sonucunda test bölgesinde bulunan personelin iş gücü ve zaman kayıplarının önüne geçebilmek için, test verisi, uydu yardımı ile SAGE Lalahan Yerleşkesi'ne gerçek zamanlı aktarılmakta ve teste katılan teknik personel, testten kısa bir süre önce altyapıya gelerek teste katılıp, test sonrasında kendi çalışmalarına devam edebilmektedir. Test süresince uydu bağlantısı ile ilgili risklerin önüne geçebilmek için test bölgesinde de yetkili ve karar verebilecek personel bulundurulmaktadır. Test yönetimine ilave olarak üst düzey katılımcıların ve misafirlerin testi takip edebilmeleri sağlanmaktadır.

E) TÜBİTAK SAGE KARAPINAR TEST YERLEŞKESİ (KORU)

MSB KONYA/KARAPINAR ATD Grup Komutanlığı yerleşkesi içerisinde 10000 m² tel örgü ile çevrili alana sahip altyapı, 2018 yılında kurulmuştur.

Altyapı, ATD Grup K.lığı yerleşkesi içerisinde yapılan faaliyetlerde SAGE personeli ve misafirlerin kullanımı için oluşturulmuştur. SAGE Karapınar Test Yerleşkesi (KORU) Altyapısı Endüstriyel Hizmetler kapsamında da hizmet vermektedir.



9. OPTOMEKATRONİK LABORATUVARI

Optomekatronik Laboratuvarı Altyapısı, geliştirilmekte olan Kızılötesi ve Lazer kardanlı ve sabit yapıdaki arayıcıların bütünleme, kontrolcü geliştirme, optik ölçümler ve hesaplamalar, doğrulama ve testleri işlerini icra etmektedir. Altyapı temel olarak aşağıdaki unsurlardan oluşmaktadır:

- Döngüde Donanım Test Sistemi
- Sınıf 1000 Temiz Oda
- Optomekatronik Laboratuvarı



A) DÖNGÜDE DONANIM TEST SİSTEMİ

Döngüde Donanım Test Sistemi geliştirilen arayıcı başlıkların ve algoritmaların gerçek operasyon şartları oluşturularak testlerinin gerçekleştirildiği sistemdir. Test sistemi;

- Beş Eksenli Hareket Benzetimcisi
- Kızılötesi Sahne Oluşturucu ve
- Kızılötesi Sahne Basıcı

olmak üzere üç alt sistemden oluşmaktadır.

TÜBİTAK SAGE'de geliştirilen seyir füzesi ve hava hava füzesi arayıcılarının gereksinimleri nedeniyle bu sistem temin edildiğinden bütün projelerin ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Ayrıca bir dizi modifikasyon ile RF arayıcılar için de uygun hale gelebilmektedir.

B) SINIF 1000 TEMİZ ODA

ABTM Projesi kapsamında 2016 yılında inşasına başlanan temiz oda 2017 yılından beri aktif olarak kullanılmaktadır. Arayıcıların optik ve optomekanik bileşenlerinin hassas bütünlenmesi ve testleri 1000 temizlik sınıfındaki temiz odada gerçekleştirilmektedir. Ayrıca içerisindeki ayrı bir odada temizlik sınıfı 100 sınıfına düşürülerek çok daha hassas işlemler yapılabilmektedir. Temiz oda içerisinde bulunan cihazların/sistemlerin isimleri ve kabiliyetleri aşağıdaki gibidir:

- Kızılötesi Test Sistemleri
- Yüzey Ölçüm Cihazı
- FTIR Tayf Ölçer

C) OPTOMEKATRONİK LABORATUVARI

Mekanik bütünleme, kablaj ve diğer altyapı çalışmalarının gerçekleştirildiği bölümdür. Bu bölümde yer alan cihazların/sistemlerin isimleri ve kabiliyetleri aşağıdaki gibidir:

- Kütle Dengeleme Cihazı
- Ölçüm Kolu
- Temiz Hava Üretici ve Gaz Tankı Dolun Hattı



10. DİĞER TESTLER

A) FLAŞ X-IŞINI SİSTEMİ İLE BALİSTİK OLAYLARI GÖRÜNTÜLENMESİ

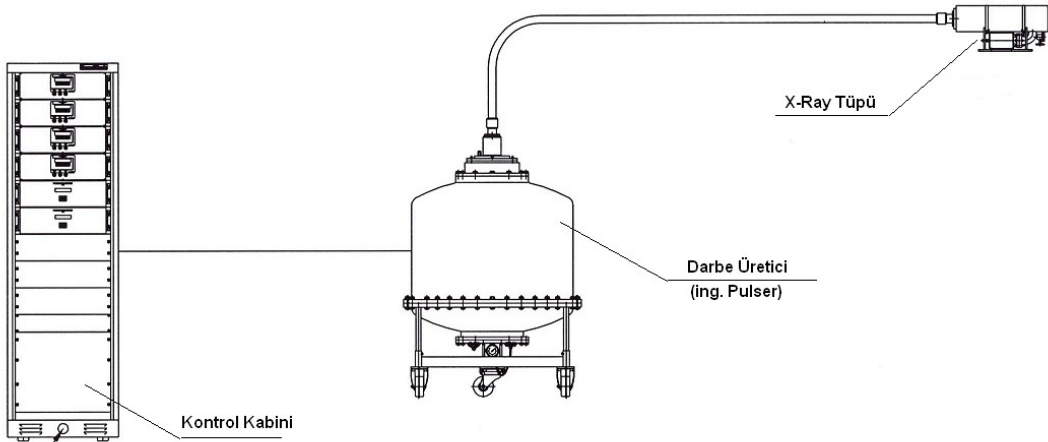
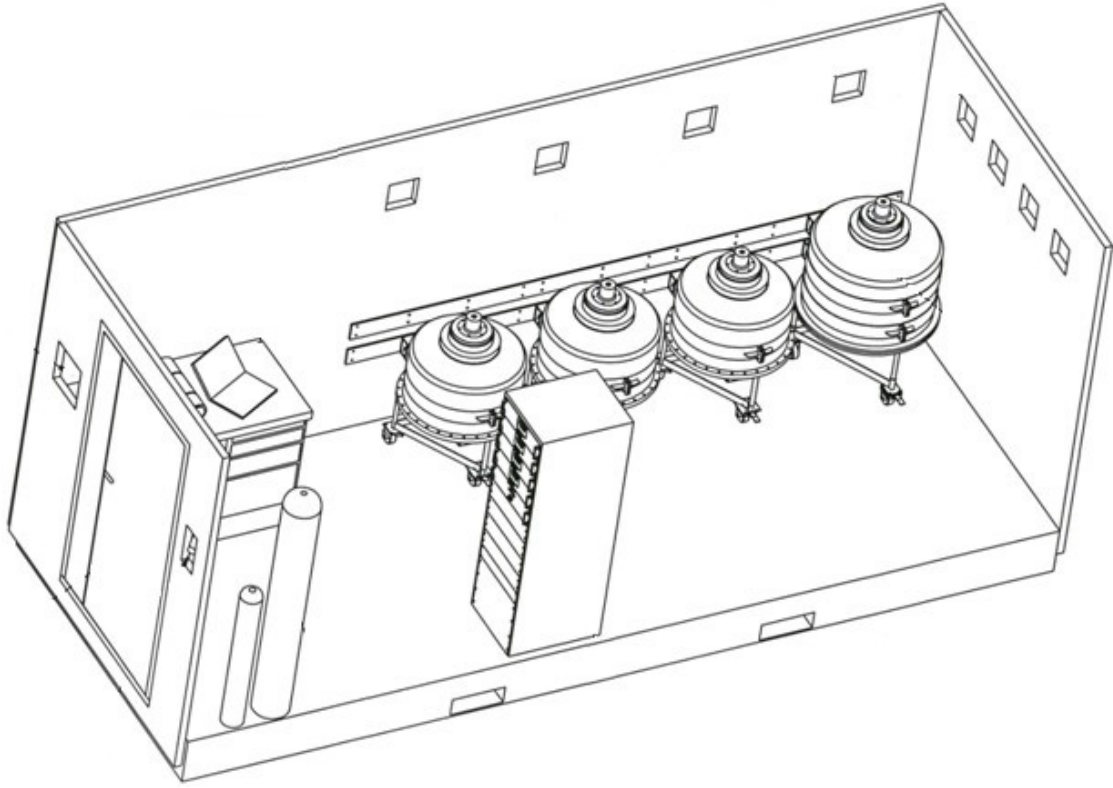
Flaş X-Işını Sistemi, özellikle hedef balistiği alanında olmak üzere, farklı balistik disiplinlerde, normal fotografik tekniklerin kullanımıyla görüntülenemeyen, mikrosaniye mertebesinde gerçekleşen çok hızlı olayların görüntülenmesinde kullanılan bir sistemdir.

Sistemde üretilen yüksek miktarda X-Işını, görüntülenmek istenen yüksek hızlı nesneye birkaç nanosaniye boyunca gönderilmekte ve nesnenin film üzerinde negatif görüntüsü oluşturulmaktadır. Sistemde X-Işını tekniği kullanıldığı için toz bulutu, duman ve ateş içeren balistik test ortamlarında görüntü elde edilebilmektedir. Oluşturulan görüntü anlık olmakla birlikte, birden fazla X-Işını tüpü kullanılarak belirli zaman aralıklarına ait görüntüler elde edilebilmekte ve incelenen olayın akışı tespit edilebilmektedir. TÜBİTAK-SAGE'de mevcut Flaş X-Işını Sistemi bir test sırasında dört ayrı zamana ait toplam altı ayrı görüntü alabilme yeteneğine sahiptir. Bu durum incelenmek istenen olayın farklı zamanlarda farklı açılardan incelenebilmesine olanak sağlamaktadır.

TÜBİTAK-SAGE, Flash X-Işını Altyapısı, mobil olarak tasarlanmış olup, Türkiye'nin değişik test alanlarında hizmet verebilmektedir.

Flaş X-Işını sistemi uygun test düzeneklerinin kurulması ile yüksek hızda gerçekleşen tüm balistik olayların görüntülenmesinde kullanılabilir. Çukur imla jeti ve patlama ile şekillendirilmiş delicilerin oluşumu, delici mühimmatların hedef ile etkileşimleri ve zırh arkası etkinlik incelemeleri, uzay araçları koruma kalkanlarının meteroit çarpmalarına karşı incelenmesi, patlama tepkimeli zırh incelemeleri, çarpma tapaları ve tapa kurulma/güvenlik sistemlerinin testleri Flaş X-Işını sisteminin kullanıldığı alanlara örnek olarak verilebilir.





B) GAZLI TEK AŞAMA PARÇACIK HIZLANDIRMA DÜZENEĞİ

Gazlı Parçacık Hızlandırma Düzenegi, parçacık ve mermi gibi test numunelerinin yüksek hızlı çarpma koşullarının laboratuvar ortamında oluşturulmasını sağlayan test düzenegidir.

Sistemde 12 mm ve 25 mm kalibrede iki namlu bulunmakta ve 23 mm'nin altındaki çapa sığan numuneler için testler yapılabilmektedir.

Bu düzenek ile;

- Yüksek hızlı mermi ve parçacıkların delme etkinliği testleri,
- Yüksek gerinim hızlarındaki malzeme davranışının incelenmesine yönelik testler,
- Taylor Çarpma Testleri ile malzemelerin yüksek gerinim hızlarında davranışının belirlenmesi
- Parçacık ve mermilere karşı, koruyucu kıyafet, emniyet teçhizatı (kurşun geçirmez cam, miğfer, yelek vb.) ve zırh sistemlerinin kabiliyetinin ve performansının belirlenmesi testleri gerçekleştirilebilmektedir.

Testlerin güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için namlunun ucunda bir adet hedef kabini mevcuttur. Hızlandırılan parçacığın hedef ile etkileşimi hızlı kameralar ile görüntülenebilmektedir.



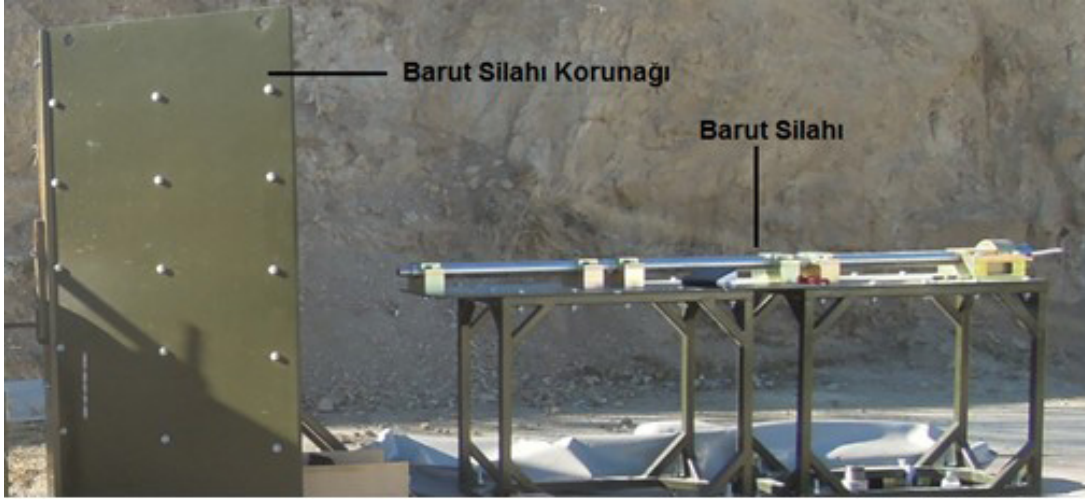
C) 12/25 MM KALİBRELİ BARUT SİLAHI

12/25 mm kalibreli barut silahı, test numunelerini barut yardımıyla yüksek hızlara çıkarmaktadır. Test sisteminde iki farklı çapta namlu bulunmakta ve sistemle çapı yaklaşık 3-23 mm aralığında değişen parçacıkların hızlandırılması gerçekleştirilmektedir.

Bu düzenek ile;

- Yüksek hızlı mermi ve parçacıkların delme etkinliği testleri,
- Yüksek gerinim hızlarındaki malzeme davranışının incelenmesine yönelik testler,
- Parçacık ve mermilere karşı, koruyucu kıyafet, emniyet teçhizatı (kurşun geçirmez cam, miğfer, yelek vb.) ve zırh sistemlerinin kabiliyetinin ve performansının belirlenmesi testleri gerçekleştirilebilmektedir.

- Testlerde hızlandırılan parçacıkların hedef ile etkileşimi hızlı kamera yardımıyla görüntülenebilmektedir.



D) 40 MM KALİBRELİ BARUT SİLAHI

40 mm kalibreli barut silahı ile ağırlığı 100-1300 g arasında değişen ve çapı 40 mm'den küçük parçacıkların barut ile hızlandırılması yapılmaktadır. Düzenegin başlıca teknik özellikleri aşağıdaki gibidir: Bu düzenek ile;

- Parçacık çarpmasının mühimmatta oluşturduğu etki,
- Yüksek hızlı mermi ve parçacıkların delme etkinliği testleri,
- Yüksek gerinim hızlarındaki malzeme davranışının incelenmesine yönelik testler,
- Parçacık ve mermilere karşı koruyucu kıyafet, emniyet teçhizatı (kurşun geçirmez cam, miğfer, yelek vb.) ve zırh sistemlerinin kabiliyetinin ve performansının belirlenmesi testleri gerçekleştirilebilmektedir.

Testlerde hızlandırılan parçacıkların hedef ile etkileşimi hızlı kamera yardımıyla görüntülenebilmektedir.

E) 100 MM MERMİ HIZLANDIRMA DÜZENEGİ

100 mm Mermi Hızlandırma Düzenegi, test numunelerinin barut kullanılarak yüksek hızlara çıkarılmasını sağlamaktadır. Hedef Balistiği disiplini içerisinde düzenek, delme etkisi gösteren mühimmatların küçük ölçekli modellerinin test edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Düzenek 100 mm kalibrede namlu içermekte ve 90 mm'nin altındaki çapa sığan numuneler için testler yapılabilmektedir.

Düzeneğin başlıca teknik özellikleri aşağıdaki gibidir:

- a) Yüksek hızlı mermilerin delme etkinliği testleri,
- b) Delici etkili mühimmatın küçük ölçekli modelleri ile delme etkinliği belirleme testleri,
- c) Yüksek gerinim hızlarındaki malzeme davranışının incelenmesi testleri gerçekleştirilebilmektedir.



F) SPLIT-HOPKINSON BASINÇ BARI

Bu test düzeneği; metal, seramik, polimer ve kompozit malzemelerin yüksek deformasyon hızlarındaki davranışlarının belirlenmesi ve çarpma, patlama gibi yüksek deformasyon içeren koşulların modellenmesinde kullanılan malzeme modeli (Johnson-Cook vb.) parametrelerinin belirlenmesi için kullanılmaktadır.

