GÜVEN VEREN TEKNOLOJİ

SAYI 114 / EKİM 2022

aselsan DERGİ

ISSN 1300-2473

ASELSAN A.Ş. Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfının bir kuruluşudur.

GÖKYÜZÜNDE GÜVEN

ASELSAN AVİYONİK SİSTEMLERİ İLE GÜÇLÜ VE GÜVENLİ UFUKLARA

Birliktelik

Birliktelik değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Her durumda birlikte sorumluluk üstleniriz.
- Birbirimizle her durumda dayanışma içinde oluruz.
- Ortamda bulunmayanın hakkını koruruz.
- Ekip amaçları için birbirimizi cesaretlendiririz.
- İş sonuçlarına katkı sağladığını düşündüğümüz davranışları takdir ederiz.
- Bölümler arası iş süreçlerinin uyumu için bilgiyi ve deneyimi paylaşır, iş birliği yaparız.
- Farklılıklara saygı gösterir, farklılıklardan sinerji yaratırız.

Güven

Güven değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Söylediğimizi yapar, yaptığımızı söyleriz.
- Açık, net ve şeffaf iletişim kurarız.
- Verdiğimiz sözleri tutarız.
- İşleri zamanında ve tam olarak teslim ederiz.
- Hatayı kimin yaptığına değil, sorunun çözümüne odaklanırız.

Gelişim

Gelişim değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Sürekli öğrenir ve kişisel gelişimimizin sorumluluğunu alırız.
- Potansiyelimizi zorlayıcı hedeflerle keşfeder ve geliştiririz.
- Gelişim için geri bildirim alırız ve yapıcı geri bildirim veririz.
- İç ve dış paydaşlarımızın gelişimine katkı sağlarız.

Mükemmellik

Mükemmellik değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Süreçlere uygun çalışır, süreçlerin etkinliğini sürekli izler ve iyileştirme önerileri sunarız.
- Kaynaklarımızı verimli kullanırız.
- Daha iyisi için bir işin nasıl yapılmayacağını değil nasıl yapılabileceğini konuşuruz.
- İşimizin izlenebilir, tekrar edilebilir olmasını sağlarız.
- Paydaşlarımızın ihtiyaç ve beklentilerini doğru analiz ve tespit eder, karşılıklı teyit ederiz.

Yenilik

Yenilik değerimizin ASELSAN kültüründeki karşılığı:

- Rutini sorgular, yeni fikirler üretir, yaratıcı çözümler deneriz.
- Değişim ihtiyacını anlar, destekler ve değişime öncülük ederiz.
- Hata yapmaktan korkmayız ve hataları bir öğrenme fırsatı olarak görürüz.
- Bireylerin farklı fikirlerini ifade etmelerini destekleriz.
- Dünyadaki yenilikçi yaklaşımları takip eder, proaktif bir anlayışla işlerimize yansıtırız.

GÜCÜMÜZ DEĞERLERİMİZ

aselsan

AVİYONİK TEKNOLOJİLERİYLE ÇOK DAHA YÜKSEKLERE

Prof. Dr. Haluk GÖRGÜN
Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdür

Dünya tarihinde uçakla yapılan ilk uçuş denemesi, 1903 yılında gerçekleşti. Wright Kardeşler tarafından yapılan üç saniyelik uçuşta yerden sadece iki metre yüksekte otuz altı metrelik bir mesafe kat edildi. Bu tarihi uçuştan günümüze kadar geçen süre içerisinde havacılık alanında çığır açıcı gelişmeler yaşadık. Yirminci yüzyılın başında, sadece birkaç metre yükselebilen insanoğlu bugün, geliştirdiği sistemlerle birlikte uzayın derinliklerine ulaşabilmektedir. Geldiğimiz noktada havacılık ve uzay teknolojileri ülkelerin gurur kaynağı, prestiji; ekonomik, stratejik ve politik gücü olmuştur. Modern teknoloji ve havacılık arasında oluşan yakın ilişkiyle her ikisi de birbirine paralel şekilde gelişmeye devam etmektedir.

Havacılık ve uzay alanında gelişen modern teknolojilerin en önemlisi hiç şüphesiz aviyonik sistemlerdir. Havacılık elektroniği anlamına gelen aviyonik; uçak, uzay araçları, füzeler ve uydu gibi hava araçlarının tüm elektronik sistemlerini kapsamaktadır. Haberleşme sistemleri, navigasyon, görev kontrol panelleri, göstergeler ve sensörler gibi uçan bir cismin üzerinde hangi elektronik sistem varsa aviyonik sistemin bir parçası olarak kabul edilmektedir.

Ülke olarak, ihtiyaç ve tedarik makamlarımızla etkin iş birliği içinde aviyonik sistemlerimizde özellikle son otuz yıl içinde çok önemli başarılara imza attık. ASELSAN'da da bugün geldiğimiz noktada, ulusal ve uluslararası arenada tüm havacılık paydaşlarımızın ve platform üreticilerinin ihtiyaçlarını etkin ve modern aviyonik sistemlerle karşılayabilecek durumdayız.

Ülkemizde aviyonik alanında, Savunma Sanayii Başkanlığımızın liderliğinde ve ASELSAN'ın deneyimli iş gücü, bilgi birikimi ve altyapısı ve tüm paydaşlarımızın katılımıyla tasarım, üretim ve modernizasyon çalışmalarımıza devam ediyoruz. Bugüne kadar, TUSAŞ ve BAYKAR gibi milli platform üreticilerimiz başta olmak üzere, yurt içi ve yurt dışındaki müşterilerimizin yirmi farklı tipte beş yüzün üzerinde hava aracı için aviyonik sistem geliştirme ve platform modernizasyon faaliyetlerini başarıyla gerçekleştirmiş durumdayız. Uluslararası alanda, dünya devi platform üreticisi firmaların çözüm ortağı olarak çalışmaktayız.

ASELSAN, aviyonik sistemleri tasarlamak, geliştirmek ve üretmekle kalmamış; aynı zamanda aviyonik entegratör olarak bu sistemleri sabit kanatlı, döner kanatlı ve insansız hava platformlarına entegre etmektedir. ASELSAN'da yürütülen programlarda, özgün aviyonik mimariler oluşturulmuş, aviyonik sistemler üzerinde çalışan tüm yazılımlar da ASELSAN tarafından milli mühendislik gücüyle geliştirilmiştir.

Dünya genelinde gerçekleşen savunma ve havacılık harcamaları ve hazırlanan pazar analizleri incelendiğinde, aviyonik sistemlere ayrılan bütçelerin pastadan önemli bir payı almaya devam ettiğini görüyoruz.

Son yıllarda ülkemizin karşı karşıya kaldığı kısıtlama ve ambargolar, milli ve bağımsız teknolojilere sahip olunmasının önemini bir kez daha gösteriyor. Milli Teknoloji Hamlesi doğrultusunda, hali hazırda yetişmiş insan kaynağının ve altyapının doğru yönlendirilmesi ve iş birliğinin pekiştirilmesi daha da önem kazanıyor. Tüm kurumlarımız ve paydaşlarımız ile birlikte bu ortak hedefe uygun çalışmalar yürüteceğimize inanıyoruz.

ASELSAN Dergimizin bu sayısında uzay ve havacılığın en önemli konusu olan aviyonik alanındaki yol haritamızı, sistemleri, global gelişmeleri ve geleceğin aviyonik dünyasını keşfedeceksiniz.

Bir sonraki sayımızda görüşmek üzere.

aselsan DERGİ

ISSN 1300-2473
YIL: 35, EKİM 2022, SAYI: 114

ASELSAN Elektronik San. ve Tic. A.Ş.
Adına Yayın Sahibi
Prof. Dr. Haluk GÖRGÜN

Genel Yayın Yönetmeni
Prof. Dr. Hakan KARATAŞ

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
İbrahim BİLEKLİ

Yayın Kurulu
Hande BALCI
Esra DOĞU
Esra ERKAN
Gülru SELÇUK FİLİZ
Bahar GİRGİNER
Berkan KARAKURT
Serkan KEKEÇ
Cansın MISIRLI
Fuat Taner ÖZDEMİR
Murat SELÇUK
Cemil SEYİS
İbrahim TEKİN
Aybeniz YİĞİT

Haber Merkezi
Cengizhan ÇATAL
Simge SADAK

Fotoğraf
Evren BARIŞIK
İbrahim ÖZTÜRK

Kapak Fotoğrafı
AA/Aytaç Ünal

Dağıtım
Osman ARDOĞAN

Tasarım
EDİTORYAL Tasarım Ltd. Şti.
Bağlar Caddesi, No: 14
Kağıthane Ofispark, C2 Blok Zemin Kat
Kağıthane 34406, İstanbul
www.editoryal.com.tr

Yayın Tarihi
Sayı 114 - 17 Ekim 2022

Yayın İdare Adresi
ASELSAN A.Ş.
Mehmet Akif Ersoy Mahallesi
İstiklal Marşı Caddesi, No: 16
Yenimahalle 06200, Ankara

Baskı Cilt
17 Ekim 2022 / 09:00
BAŞAK MATBAACILIK TANITIM HİZMETLERİ İTHALAT İHRACAT A.Ş.
Macun Mah. Anadolu Bulv. Meka Plaza 5/7
Yenimahalle / ANKARA – 0312 397 16 17
Matbaa Sertifika No: 51529

Yayının Türü
Yerel Süreli Yayın

Dergide yayımlanan yazılardan, kaynak adı gösterilerek alıntı yapılabilir. Dergide yayımlanan yazılar yazarların kişisel görüşüdür. ASELSAN A.Ş.'yi sorumlu kılmaz. ASELSAN Dergisi, Basın Ahlak Yasasına uymayı taahhüt eder.

ASELSAN A.Ş.
Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme
Vakfının bir kuruluşudur.

MODERNİZASYON
S/**050**

MMU KASKA ENTEGRE KUMANDA SİSTEMİ
S/**058**

AVİYONİK YAZILIM
S/**090**

İÇİNDEKİLER

TARİHÇE

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE AVİYONİK 004

ASELSAN MİLLİ AVİYONİK SİSTEMLERİ 014

SİSTEM GELİŞTİRME , ENTEGRASYON VE MODERNİZASYON

ASELSAN MİLLİ AVİYONİK SİSTEMLERİ 036
SİSTEM GELİŞTİRME, ENTEGRASYON, MODERNİZASYON 038
MODERNİZASYON 050

AVİYONİK ÜRÜN GELİŞTİRME PROJELERİ

YENİ NESİL AVİYONİK MODÜLER MİMARİLER 054
MİLLİ MUHARİP UÇAK KASKA ENTEGRE KUMANDA SİSTEMİ 058
MİNYATÜR OLED EKRAN GELİŞTİRİLMESİ PROJESİ 062
DİĞER ÜRÜN GELİŞTİRME PROJELERİ 064

AVİYONİK SİSTEMLERDE TEKNOLOJİK GELİŞİM

AVİYONİK SİSTEMLERDE MALZEME YÖNETİMİ VE TEKRAR KULLANILABİLİRLİK 070
AVİYONİK GÖRÜNTÜLEME BİRİMLERİ DONANIM TASARIM ÇALIŞMALARI 074
AVİYONİK SİSTEMLERDE ÖZEL ENTEGRELERİN KULLANIMI 076
EMNİYET KRİTİK AVİYONİK DONANIM TASARIMI 080
AVİYONİK YAZILIM GELİŞTİRME 090
AVİYONİK SİBER GÜVENLİK 100
AVİYONİK BİRİMLERİN MEKANİK TASARIM SÜRECİ 106
KASKA ENTEGRE GÖSTERGE SİSTEMLERİ İÇİN MEKANİK ANALİZ SÜREÇLERİ 108
AVİYONİK BİRİMLERDE MEKANİK YORULMA ANALİZİ VE TEST SÜREÇLERİ 112
ATALETSEL SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ YAPISAL GEREKSİNİMLERİ, YAKLAŞIMLARI VE ÖRNEKLER 116
AVİYONİK SİSTEM DONANIMLARININ ISIL YÖNETİMİNDE YENİLİKÇİ BİR ÇÖZÜM: DÜZ OLUKLU ISI BORUSU ENTEGRE SOĞUTMA PLAKASI 120
AVİYONİK SİSTEMLERDE ENDÜSTRİYEL TASARIM VE KULLANICI ARAYÜZÜ ÇALIŞMALARI 122
HAVA PLATFORMLARI İÇİN ASELSAN NAVİGASYON SİSTEMLERİ 130
HAVA PLATFORMLARI İÇİN ALTERNATİF NAVİGASYON DESTEK SİSTEMLERİ 138
KÜRESEL UYDU SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ (GNSS) 144
YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI 152
ARTIRILMIŞ, SANAL VE KARMA GERÇEKLİK TEKNOLOJİLERİ 162
EKRAN TEKNOLOJİLERİ 170

UÇUŞA ELVERİŞLİLİK VE SERTİFİKASYON

UÇUŞA ELVERİŞLİLİK VE SERTİFİKASYON 174
AVİYONİK VE SİLAH SİSTEMLERİ TASARIM SÜRECİNDE SİSTEM EMNİYET DEĞERLENDİRMELERİNİN ÖNEMİ 180

TEST VE DOĞRULAMA FAALİYETLERİ

OTOMATİK GÖRSEL DOĞRULAMA 186
AVİYONİK YAZILIM DOĞRULAMA ALTYAPISI 188
AVİYONİK KART/BİRİM DOĞRULAMA 194
AVİYONİK SİSTEM DOĞRULAMA 196

ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK FAALİYETLERİ

ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK 198

KALİTE FAALİYETLERİ

KALİTE YÖNETİMİ 202

GÜNCEL HABERLER

TEKNOFEST'E MİLLİ TEKNOLOJİ DAMGASI 206
DOKUZUNCU HAVA VE AVİYONİK SİSTEMLERİ SEMİNERİ ASELSAN'IN ANA SPONSORLUĞUNDA GERÇEKLEŞTİRİLDİ 210
YENİ T-129 ATAK HELİKOPTERİ ENVANTERDE 211
AKINCI'DAN LGK-82 İLE BAŞARILI ATIŞ 211
ASELSAN DÜNYA DEVLERİ ARASINDA İLK 50'DE 212
UV TABANLI FÜZE İKAZ SİSTEMLERİ ARTIK TAMAMEN YERLİ 213
HİSAR GÖREVDE 214
ŞAHİN ENVANTERE GİRDİ 215
M60T TANKLARINA MİLLİ DOKUNUŞ 216

İstikbal Go

Uçmak... Kimilerine göre heyecan, kimilerine göre özgürlük, kimilerine göre tutku. İnsanlık tarihi kadar eski bir heves. İnsanoğlu var olduğu günden itibaren bu duygu için birçok deneme yapmış, ilk yol göstericileri de kuşlar olmuştur. Kanat takıp uçma denemesi yaptığımız ilk günden, modern aviyonik sistemler ile donatılmış hava araçlarını ürettiğimiz günümüze kadar hangi aşamalar yaşandığını kısaca özetleyelim.

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE AVİYONİK

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE AVİYONİK

Nuran AYDOĞAN

YİRMİNCİ YÜZYIL ÖNCESİ

Yapılan ilk kanatlı alete ornithopter adı verilmiştir. Basit bir ornithopter ağır, hantal, tekerlekli ve kanatları olan bir araçtı. Zarif değildi. Estetik bakımından birçok problemi vardı. Ağır olması yerden kalkmasını zorlaştırıyordu.

Dokuzuncu yüzyılda Cordobalı Abbas İbn Firnas ilk uçan planörü yapmıştır. On beşinci yüzyıldan günümüze ulaşan çizimlerinde gördüğümüz, ilk planörün ve helikopter teknolojisinin temelini oluşturan hava vidası tasarımlarının Leonardo da Vinci tarafından yapılmış olduğudur. On yedinci yüzyılda Türk bilim adamı Lagari Hasan Çelebi, kendi tasarladığı ve büyük bir kafes ile ona bağlı konik biçimli ve içi barut dolu haznesi olan bir füze (roket) yardımıyla kendisini havaya fırlatmıştır. Uçuş, Osmanlı padişahı IV. Murad'ın kızının doğum günü kutlamalarında yapılmıştır. Uçuşun yaklaşık yirmi saniye sürdüğü ve yine yaklaşık üç yüz metre yüksekliğe ulaşıldığı tahmin edilmektedir (Evliya Çelebi'nin Seyahatnamesinde geçmektedir). 1638 yılında Hezarfen Ahmet Çelebi, kuşlardan esinlenerek tasarladığı bir çift kanatla Boğaziçi üzerinde uçmuştur. Boğazın Avrupa yakasındaki Galata Kulesinden uçuşuna başlayıp, süzülerek, üç kilometrelik bir mesafeyi kat edip Boğazın Asya yakasına inmiştir. (Evliya Çelebi'nin Seyahatnamesinde geçmektedir.)

İNSANLI İLK UÇUŞLAR

İnsanlı uçuşların 1900'lerin başında uçak ile başladığı sanılsa da insanlar yaklaşık iki yüz senedir uçuyorlardı. Kabul edilen ilk insanlı uçuş 1783 yılında Paris'te gerçekleşmiştir. Jean-François Pilâtre de Rozier ve Francois d'Arlandes, Montgolfier Kardeşler tarafından tasarlanmış bir sıcak hava balonu kullanarak sekiz kilometre yol almışlardır. Balon, odun ateşi ile ısıtılarak kumanda edilmiş, rüzgârın yönüne göre hareket etmiştir. Balonculuk, on sekizinci yüzyılın sonlarına doğru çok yaygın bir uğraş haline gelmiş ve insanoğlu ile atmosfer arasındaki ilişkinin keşfedilmesini sağlamıştır. Kontrol edilebilen ve yönlendirilebilen havadan hafif ilk uçuşun Henri Giffard tarafından buharlı motoru olan bir hava taşıtı 1852 yılında yirmi dört kilometre uçularak yapıldığına inanılmaktadır. Kayda değer başka bir gelişme ise 1884 yılında, Charles Renard ve Arthur Krebs'in Fransız Ordusuna ait elektrik motorlu bir zeplin olan La France (Fransa) ile ilk tam olarak kumanda edilebilen serbest uçuşu yapmaları olmuştur. Tüm bu denemeler havacılık tarihi için önemli başarılar olsa da kumanda edilebilen uçuşların sıradan hale gelmesi ancak, içten yanmalı motorların keşfedilmesi ile mümkün olmuştur.

20. YÜZYIL: HAVACILIĞIN ŞAHLANIŞI

Samuel Pierpont Langley, gökbilim alanındaki başarılı kariyerinin ardından, günümüzdeki adıyla Pittsburg Üniversitesinde aerodinamik alanında önemli araştırmalar yapmış ve 1891 yılında çalışmalarını Aerodinamik Deneyler adıyla yayınlayarak, ilk tasarımlarını üretmeye başlamıştır. 1896'da Aerodrome No. 5 adını verdiği 40 km/s hızda, birincisi 1.000 metre, ikincisi 700 metre olmak üzere iki

Leonardo da Vinci'nin ornithopterinin (planör) kanatları ve hava vidası tasarımı (helikopterin temeli)

kere uçarak ilk başarılı havadan ağır uçuşu gerçekleştirmiştir. Sonrasında benzer bir model olan Aerodrome N. 6 ile yaklaşık 1.460 metre uçmayı başarmıştır. Langley insan taşımaya uygun gerçek boyutta bir hava aracı tasarlayabilmek için hükümetten aldığı mali destek ile Aerodrome A olarak bilinen modelin büyütülmüş ölçekteki şeklini inşa etmek amacıyla 1901'de iki kere uçup daha sonra da 1903'te daha güçlü bir motorla uçacak olan Çeyrek Ölçülü Aerodrome dediği daha küçük bir tasarımı geliştirmeye başlamıştır. Langley'in yardımcısı Charles M. Manly 950 dev/dk'da 52 bg (39 kW) güce ulaşan su soğutmalı beş silindirli bir yıldız motor tasarlamıştır. Ancak tasarladığı taşıtın çok kırılgan olması onu hayal kırıklığına uğratmıştır. 1903'te yaptığı her iki denemede de hava taşıtları kalktıktan çok kısa bir süre sonra suya çakılmıştır.

Böylece daha fazla finans bulamayınca Lagley'in çalışmaları sonlanmıştır. Sadece birkaç hafta sonra Wright Kardeşlerin adına yakışır tasarımı Flyer (Uçucu) başarıyla uçmuştur.

WRIGHT KARDEŞLER VE ÖNCÜ UÇUŞLAR

Daha önce yaptıkları sayısız başarısız planör uçuşu denemesi sonrasında Wright Kardeşler, sıkı ve titiz çalışmalarının sonucunu 1902 yılında yaptıkları planör uçuşu ile almışlardır. Modellerini denemek için bir rüzgâr tüneli inşa etmeleri ve gerçek boyuttaki modellerinin test uçuşlarını yapmaları sadece doğru çalışan bir hava taşıtı imal etmelerini sağlamamış, aynı zamanda tüm bu çalışmaları uçak mühendisliğinin de gelişmesine önayak olmuştur.

Wright Kardeşlerin tasarım takımı hem güçlendirilmiş (motor vs. ile) hem de kontrol edilebilir olan tasarımların sorunları üzerinde ciddi anlamda çalışan ilk tasarım takımı olmuştur. Wright Kardeşler, havadan ağır ilk kontrol edilebilir ve motorlu uçuşu 17 Aralık 1903'te Kuzey Karolina Kill Devil Hills'te yapmıştır. Bu uçuş, kayıt altına alınan ilk uçuş olma unvanını da taşımaktadır.

1900'lü yılların başı, öncü pek çok uçuşa da sahne olmuştur. 14 Ağustos 1901'de, Gustave Whitehead güçlendirilmiş bir taşıt ile uçtuğunu rapor etmiştir. 31 Mart 1903'te Yeni Zelanda'da, Richard Pearse ve South Canterbury çiftçisi

bir tek kanat üretip bunu defalarca başarılı bir şekilde uçurmuşlardır. Wright Kardeşler, 1905 yılında Ohio Dayton'da arkadaşlarını, komşularını ve gazetecileri çağırarak daha birçok (seksenin üzerinde) halka açık uçuş gerçekleştirmiştir. 14 Mayıs 1908'de Wright Kardeşler ilk iki kişilik uçuşu Charlie Furnas'ı yolcu alarak yapmışlardır. Orville, Virginia'daki Fort Myer'de, iki kişilik uçağını askeri olarak test ederken uçak çakılmış ve bunun neticesinde Thomas Selfridge motorlu bir uçuşta ölen ilk insan olmuştur. 22 Ekim 1909'da Raymonde de Laroche, havadan ağır motorlu bir uçağı kullanan ve pilotluk lisansı alan ilk kadın olmuştur.

İLK ASKERİ KULLANIM

Uçaklar neredeyse icat edilir edilmez askeri hizmete de dahil edilmiştir. Uçaklar askeri amaçla ilk kez İtalya Krallığı Trablusgarp Savaşında (1911-1912) Libya'da bombalama ve keşif amacıyla kullanılmıştır. Tarihte düşürülen ilk savaş uçağı da bu savaşta Osmanlı askerlerinin tüfek atışıyla düşürülmüştür.

Uçakların, saldırı, savunma ve keşif amaçlı olarak gerçek anlamda kullanıldığı ilk savaş Birinci Dünya Savaşı olmuştur. Birinci Dünya Savaşında İtilaf Devletleri ve İttifak Devletlerinin her ikisi de uçakları yoğunlukla keşif ve bombardıman amacıyla kulanmış, havacılar modern çağın savaşan şövalyeleri olarak görülmüşlerdir.

ALTIN ÇAĞ

Birinci Dünya Savaşı ve İkinci Dünya Savaşı arasında geçen yıllar uçak teknolojisinde büyük gelişmelere sahne olmuştur. Bu dönemde uçaklar neredeyse tamamen alüminyumdan üretilmeye başlamış, motor teknolojisinde de yaşanan gelişmelere paralel olarak uçakların hızı ve mesafesi artmıştır.

Pilotlar, İkinci Dünya Savaşından sonra yeni edindikleri kabiliyetleri göstermek için pek çok gösteri uçuşuna katılmış, yine pek çok hava gösterisi ve yarışı düzenlenmiştir. Bu tür yarışlar hem motor alanında hem de gövde tasarımı alanında büyük gelişmelere yol açmış, pilotları hep daha hızlı olmaya teşvik etmiştir. Yarışçı pilotların en ünlüsü Amelia Earhart, Atlantik Okyanusu ve İngiliz Kanalını geçen ilk kadın olma rekoruna da sahip olmuştur.

İkinci Dünya Savaşı, hava taşıtlarının gelişimi ve üretimlerinde çok büyük adımlara sahne olmuş ve dünya ilk uzun mesafeli bombardıman uçağı ile ilk jet avcı uçağına tanıklık etmiştir. İkinci Dünya Savaşının devam ettiği 1940-1945 yılları arasında Amerika'da yüz altmış binin üzerinde uçak üretilmiştir. 1945'ten sonra devam eden Soğuk Savaş döneminde, askeri alanda elde edilen uçak endüstrisi gelişmeleri ticari taşımacılık alanına sıçramış, eski askeri uçakları kullanarak insan ve eşya taşımacılığı başlamıştır. Birkaç yıl içinde, Kuzey Amerika, Avrupa ve dünyanın diğer bölgelerini kapsayan uçuşlar yapan birçok şirket kurulmuştur.

1950'ler askeri havacılık tarihinde yeni bir çağ olarak yazılacaktı. Sovyetler Birliği, Kuzey Amerika ve Avrupa'ya nükleer silahlar taşıyacak kadar uzun mesafeli uçuşlar yapabilecek bombardıman uçaklarını geliştirdiğinde, batı ülkeleri bu uçakları, hedeflerine ulaşmadan önce yakalayıp yok edecek engelleyici uçakları geliştirmek durumunda kaldılar. 1961 yılında, gökyüzü insanlı uçuş için artık bir sınır oluşturmaktan çıktı ve Yuri Gagarin dünyadan ayrılıp, yüz sekiz dakikalık bir yörünge uçuşunu tamamladı. Bu aşama, 1957 yılında Sputnik 1'in Sovyetler Birliği tarafından uzaya fırlatılmasıyla başlayan uzay yarışını hızlandırdı. ABD ve SSCB arasındaki bu uzay yarışı, insanoğlunun 1969 yılında Aya inmesiyle insanlı uçuşun doruk noktasına ulaşmasına neden oldu.

Yine 1969 yılında Boeing firması hava taşımacılığının geleceğini yansıtan Boeing 747 tasarımıyla dikkatleri üzerine çekti. Bu uçak günümüzde bile inşa edilmiş en büyük uçaklardan biri olarak her yıl milyonlarca yolcu taşımaya devam etmektedir. Ticari havacılık, İngiliz Havayollarının 1976 yılında Concorde uçağıyla ses üstü Atlantik uçuşu sağlamasıyla daha da büyük bir gelişme gösterdi.

Yirminci yüzyılın dördüncü çeyreği, ilk üç çeyreğin aksine havacılıktaki gelişmeler açısından daha yavaş geçti. Artık uçuş hızında, mesafelerinde ve teknolojisinde devrimsel gelişmeler olmuyordu. Yüzyılın bu dönemi daha çok havacılık elektroniğindeki temel gelişimlere sahne oldu.

AVİYONİKLER: PİLOTLARIN GERÇEK YARDIMCISI

Aviyonik (avionics) havacılıkta helikopterler, uçaklar, insansız hava araçları, yapay uydular ve uzay araçlarının elektronik sistemlerin ifade etmektedir ve İngilizce havacılık anlamına gelen aviation ile elektronik anlamına gelen electronics kelimelerinden türetilmiştir. Aviyonik sistemler, kokpit içine yerleştirilmiş basit bir kontrol panelinden, pilotun gözünün önüne tüm uçuş ve silah bilgilerini getiren komplike uçuş kaskı sistemlerine kadar çeşitlilik göstermektedir.

1910 yılında Kanadalı J.O.A. McCurdy'nin New York'ta uçağından kablo kullanmadan sinyal göndermesi aviyoniğin başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

F-105 Thunderchief uçağının aviyonikleri dağılmış halde

Bugün kullanılan pek çok modern aviyoniğin geçmişi ve geliştirmesi İkinci Dünya Savaşı dönemindeki çalışmalara dayanmaktadır. Günümüzde etkin bir şekilde kullanılan otopilot sistemleri, İkinci Dünya Savaşı sırasında, bombardıman uçaklarının hassas hedefleri vurabilmesi için yüksek irtifalarda sürekli ve istikrarlı oranda uçması için geliştirilmiştir. 1970'lere kadar uçakların yön bulmasında kullanılan cihazların geliştirilmesi, aviyonik sistemlerde kaydedilen ilk önemli gelişmedir. Özellikle 1976 yılında yer bulma sistemi olan GPS'in (Global Positioning System) geliştirilmesiyle seyrüsefer teknolojisinde çığır açılmış ve havacılık elektroniğinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir.

Dünyada elektronik sistemler yaşanan hızlı gelişim, aviyonik sistemleri de doğrudan etkilemiş, 1980'li yıllarda kullanılan analog aviyonik sistemlerin yerini 2000'li yıllarda digital aviyonik sistemlere bırakmasını sağlamıştır. Aviyonik sistemler, uçak sistemleri ile entegre olmuş, tüm uçuş kontrolü aviyonik sistemler üzerinden yönetilmeye başlamıştır. Bu sayede pilotların iş yükü azami seviyede azalmış, aviyonik sistemler pilotların gerçek yardımcısı konumuna gelmiştir.

Günümüzde aviyonik sistemler, sivil ve askeri araçların en önemli parçası haline gelmiş; seyrüsefer, keşif, haberleşme, uçuş kontrol, motor kontrol ve güç kontrol sistemlerinin gelişmiş aviyonik cihazlar ile kontrol edilmeye başlanması, gerçekleştirilen uçuşların daha da güvenilir hale gelmesini sağlamıştır.

Sivil ulaşımda havacılığın en güvenli ve hızlı ulaşım aracı olarak tercih edilmesi ve sivil uçak filolarının büyümesi, sivil havacılığın da kendi kurallarını ve sistemlerini oluşturmasına ve bir süre sonra askeri alana dahi öncülük etmesine yol açmıştır. Sivil hava ulaşımında en önemli unsur olan güvenli uçuş ihtiyacı aviyonik sektörünün kendi dinamiklerinin de oluşmasını sağlamıştır.

ASELSAN, her türlü hava aracı için anahtar teslimi entegre aviyonik sistemleri, kokpit gösterge sistemleri, görev ve uçuş kontrol bilgisayarları, ataletsel seyrüsefer sistemleri, silah yönetim sistemleri, stabilize elektro-optik görüş ve hedefleme sistemleri, haberleşme sistemleri, elektronik harp ve kendini koruma sistemleri geliştirmekte, hava aracı entegrasyonlarını gerçekleştirmektedir.

ASELSAN MİLLİ AVİYONİK SİSTEMLERİ

ASELSAN, her türlü hava aracı için anahtar teslimi entegre aviyonik sistemleri, kokpit gösterge sistemleri, görev ve uçuş kontrol bilgisayarları, ataletsel seyrüsefer sistemleri, silah yönetim sistemleri, stabilize elektro-optik görüş ve hedefleme sistemleri, haberleşme sistemleri, elektronik harp ve kendini koruma sistemleri geliştirmekte, hava aracı entegrasyonlarını gerçekleştirmektedir.

ASELSAN aviyonik sistemleri, kullanılacakları askeri veya sivil hava platformlarında (sabit kanat, döner kanat ve insansız hava araçları) maruz kalacakları zorlu çevre koşullarında çalışmak üzere tasarlanıp test edilmektedir.

ASELSAN ürün yaşam döngüsü boyunca aviyonik sistemlerinin bakım ve idamesi için gerekli alt malzemelerin temini/yönetimi ve entegre lojistik destek faaliyetlerini yürüterek müşterilerine satış sonrası desteğini de sürdürmektedir.

GÖREV VE UÇUŞ KONTROL BİLGİSAYARLARI

ASELSAN, modern hava platformları için özgün ve en son teknoloji Görev Bilgisayarı çözümleri sunmaktadır. ASELSAN Görev Bilgisayarları aviyonik sistemlerin tek merkezden yönetimini sağlayan, gelişmiş işlem kabiliyeti sayesinde pilota görevin icrasında destek olan, iş yükünü ciddi oranda azaltarak görevin başarılı şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan sistemlerdir.

ASELSAN Görev Bilgisayarları entegre edildikleri hava aracında kullanıcı arayüzü yönetimi, sensör yönetimi, uçuş yönetim sistemi, görev sistemi yönetimi, haberleşme sistemi yönetimi, sayısal harita, sentetik görüntü, arazi engel uyarı sistemi vb. fonksiyonları yerine getirmek üzere tasarlanmıştır. Görev Bilgisayarları hava platformlarında bulunan her türlü aviyonik sistem ile bağlantı kurabilecek şekilde geliştirilmekte olup, ihtiyaç halinde mevcut aviyonikler ile Görev Bilgisayarı arasında haberleşmenin sağlanabilmesi için arayüz birimleri de sistem çözümüne dahil edilebilmektedir.

Görev Bilgisayarları her türlü hava aracı ihtiyacına göre ölçeklendirilebilir, modüler, açık sistem mimarilerine ve güncel havacılık standartlarına uygun olarak tasarlanmaktadır. Açık sistem mimarileri ve modüler yapıları sayesinde, ASELSAN müşterilerine ihtiyaçları karşılayan maliyeti etkin ve hızlı çözümler sunabilmektedir.

Uçuş Kontrol Bilgisayarları, yüksek işlemci gücü ve performansı sayesinde hava platformlarında yer alan algılayıcılardan gelen verileri değerlendiren, uçuş kontrol yüzeylerini kontrol eden ve platform alt sistemleri için ihtiyaç duyulan farklı arayüzleri sağlayan kritik öneme sahip bir sistemdir. Böylece Uçuş Kontrol Bilgisayarları, sabit ve döner kanatlı hava platformlarının uçuşunu kontrol edebilmekte, bu sayede takıldıkları platforma otopilot yeteneği kazandırmaktadır. Platformlara takılan ASELSAN Uçuş Kontrol Bilgisayarları üzerindeki kontrol yazılımları platform üreticisi firmalar tarafından veya ortak katılımla geliştirilmektedir.

GÖSTERGE SİSTEMLERİ

ASELSAN, modern hava platformlarında ihtiyaç duyulan aviyonik sayısal gösterge ve veri girişi için en son teknoloji ile geliştirilmiş çözümleri sunmaktadır. ASELSAN özgün tasarımı yüksek çözünürlüklü ve çok işlevli gösterge sistemleri her türlü döner ve sabit kanatlı platforma entegre edilebilmektedir.

Gösterge sistemleri hava araçlarında ihtiyaç duyulan değişik boyutlardaki ihtiyaçları karşılamak üzere 4"x4", 4"x5", 5"x5", 6"x8", 8"x10" ve 8"x20" gibi farklı boyutlarda tasarlanmıştır. ASELSAN Gösterge Sistemleri hava platformu ihtiyaçlarına göre sadece gösterge veya akıllı gösterge olarak yapılandırılabilmektedir. Akıllı göstergeler hava platformu üzerinde yer alan her türlü aviyonik sistem ile arayüz kurmak üzere geliştirilmiştir. ASELSAN Gösterge Sistemleri entegre edildikleri hava platformunda uçuş yönetim sistemi, görev sistemi yönetimi, haberleşme sistemi yönetimi, sayısal harita, sentetik görüntü, arazi engel uyarı sistemi vb. fonksiyonlara ait gösterim ve veri giriş fonksiyonlarını yerine getirebilmektedir.

Gösterge sistemleri ölçeklendirilebilir, modüler, açık sistem mimarisine ve güncel havacılık standartlarına uygun olarak tasarlanmıştır. Bu sayede, ASELSAN Gösterge Sistemleri müşteri ihtiyaçlarını kısa geliştirme sürelerinde ve maliyet etkin şekilde karşılamaktadır.

Kokpitte yer alan gösterge sistemlerinin yanı sıra taktik taarruz helikopterleri için pilotların görev sahası farkındalığını artıran, gece görüş, video ve semboloji gösterimini yapan, hassas kafa takibi özellikleri ile pilotun kabiliyetlerini artıran vizör yansıtmalı, başa giyilen kaska entegre kumanda sistemleri tasarlanmıştır. Pilotların baş hareketleri takip edilmekte, pilot bakış hattına elektro-optik hedefleme sistemlerinin ve silah sistemlerinin yönlendirilmesi sağlanmaktadır.

GÖREV SİSTEMLERİ

ASELSAN, aviyonik sistem entegrasyonu sırasında gereksinim duyulan veri yükleme birimleri, veri toplama ve işleme birimleri (DCU), sistem arayüz ve sinyal uyumlandırma birimleri, yapısal bütünlük ve kullanım takip sistemleri (HUMS) ve sayısal harita sistemlerine yönelik çözümler sunmaktadır. ASELSAN Görev Sistemleri kullanıcı iş yükünü azaltıp, durumsal farkındalığı artıracak biçimde tasarlanmaktadır.

ASELSAN'ın halihazırda helikopter göstergelerine entegre çalışan ve bu sayede pilotun iş yükünü ciddi oranda azaltan bir HETS (Helikopter Engel Tespit Sistemi) ürünü mevcuttur. Bu pasif sistem, önceden bir veri tabanına kaydedilmiş arazi, engel ve tehdit gibi objelerin helikopterin uçuş sırasındaki durum (konum, yükseklik vb.) bilgisi ile mukayese edilmesi sonucu pilota görsel ve sesli olarak uyarı vermekte, 2-Boyut/3-Boyut sayısal arazi görüntüsü ile zorlu hava şartlarında bile emniyetli uçuş yapabilme imkânı sağlamaktadır.

ATALETSEL SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ

ASELSAN, ataletsel seyrüsefer ve navigasyon sistemleri alanındaki otuz yılı aşan tecrübesiyle Türkiye'nin ilk ve en büyük ataletsel navigasyon sistemleri üreticisi ve entegratörü olarak faaliyetlerini yürütmektedir.

ASELSAN, F-16 uçaklarında kullanılan ataletsel seyrüsefer sistemlerinin üretimine ortak üretim lisans anlaşmaları kapsamında 1988 yılında başlamıştır. Lisans altında üretimle başlayan ve günümüze kadar devam eden süre zarfında, ataletsel navigasyon sistemlerini ve sensörlerini milli imkânlarla ve özgün olarak geliştirerek bu alanda dünyanın sayılı üreticilerinden biri haline gelmiştir. ASELSAN'ın tüm navigasyon algoritmalarını, donanımlarını ve yazılımlarını kendi mühendislik gücüyle geliştirdiği ataletsel navigasyon sistemleri yurt içi ve yurt dışındaki birçok hava, kara ve deniz platformları üzerinde operasyonel koşullar altında faal olarak kullanılmaktadır.

ASELSAN, Navigasyon ve Taktik olmak üzere iki temel performans seviyesinde milli ve özgün ürün ailesine sahiptir. Navigasyon seviye performans hassasiyeti gerektiren platformlar için ANS-500 ve ANS-600, Taktik seviye performans hassasiyeti gerektiren platformlar için ANS-300 ve ANS-400 ürün ailesi geliştirilmiştir. ANS-600 ve ANS-400 ürün ailesinde yer alan sistemler, yine ASELSAN tarafından geliştirilmiş milli ve özgün sensörlere (AÖB Ataletsel Ölçüm Birimi) sahiptir.

SMFD 2
aselsan
SMFD 3
FD/DCP 1
FD/DCP 2
TUHP AVIONIC TEST BENCH
IMAS
ATI
aselsan

aselsan
HAVA NAVİGASYON SİSTEMLERİ
ANKA
HÜRKUŞ
F-16
ANS-600
ANS-511
ANS-510
ANS-313
ADG-210
ATAK
BLACKHAWK
GÖKBEY
www.aselsan.com

Seyrüsefer sistemlerinde, ataletsel sensör verileri ile GPS/odometre/parakete verileri sıkı bağlı kalman filtre mekanizasyonu vasıtasıyla birleştirilerek kullanıcıya sürekli olarak bütünleşik, sadece ataletsel ve sadece GPS navigasyon çözümleri aynı anda sağlanmaktadır. Sistem içerisinde gömülü olarak SAASM, SPS GPS veya multi GNSS alıcıları kullanılabilmektedir. ASELSAN seyrüsefer sistemleri ayrıca harici GPS alıcısı ile de çalışma yeteneğine sahiptir. ASELSAN Seyrüsefer Sistemleri açık bir mimariye ve esnek donanım/yazılım altyapısına sahip olup kullanıldıkları platformlara kolaylıkla entegre edilebilmekte ve farklı destek elemanlarını kullanabilmektedir.

ASELSAN, stabilizasyon, güdüm, navigasyon ve uçuş kontrol uygulamalarının bulunduğu platform ihtiyaçlarına yönelik olarak Ataletsel Ölçüm Birimleri (AÖB) geliştirme, doğrulama, kalibrasyon ve üretim yetkinliğine sahiptir. Bu doğrultuda fiber optik dönölçer teknolojisini kullanan milli ve özgün KILAVUZ ürün ailesini de mevcut yeteneklerine dahil etmiştir.

Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından milli ve özgün Ataletsel Ölçüm Birimi geliştirilmesi amacıyla başlatılan MERCAN Projesinin 2016 yılında başarıyla tamamlanması sonrası ASELSAN, Ataletsel Ölçüm Birimleri için yurt dışına olan bağımlılığın kaldırılmasına yönelik tasarım faaliyetlerine devam etmiştir. Bu amaçla geliştirilen KILAVUZ-11, KILAVUZ-20 ve KILAVUZ-30 Taktik seviye Ataletsel Ölçüm Birimleri, açı değişimi ve hız değişimi bilgisinin yanı sıra dönü hızı ve lineer ivme bilgilerini de yüksek veri hızında kullanıcıya kesintisiz olarak sağlayarak maliyet etkin, kompakt, hafif ve düşük güç tüketimli çözümler sunmaktadır. Navigasyon seviye performans hassasiyeti gerektiren platformlar için KILAVUZ-100 AÖB geliştirilmiştir.

ASELSAN çoklu küresel uydu konumlama sistem teknolojileri alanında da çalışmakta ve özgün ürünler geliştirmektedir. ASELSAN'ın yeni geliştirdiği G-BOX GNSS ürünü GPS, GALILEO, BeiDou ve GLONASS uydu kümeleri ile çalışabilmekte ve takıldığı platforma sürekli olarak konum, hız ve zaman bilgilerini sağlamaktadır.

ASELSAN'ın halihazırda kara, hava ve deniz platformlarına entegre edilmiş üç bin adedin üzerinde ataletsel navigasyon sistemi operasyonel koşullar altında sahada görev yapmaktadır.

SİLAH YÖNETİM SİSTEMLERİ

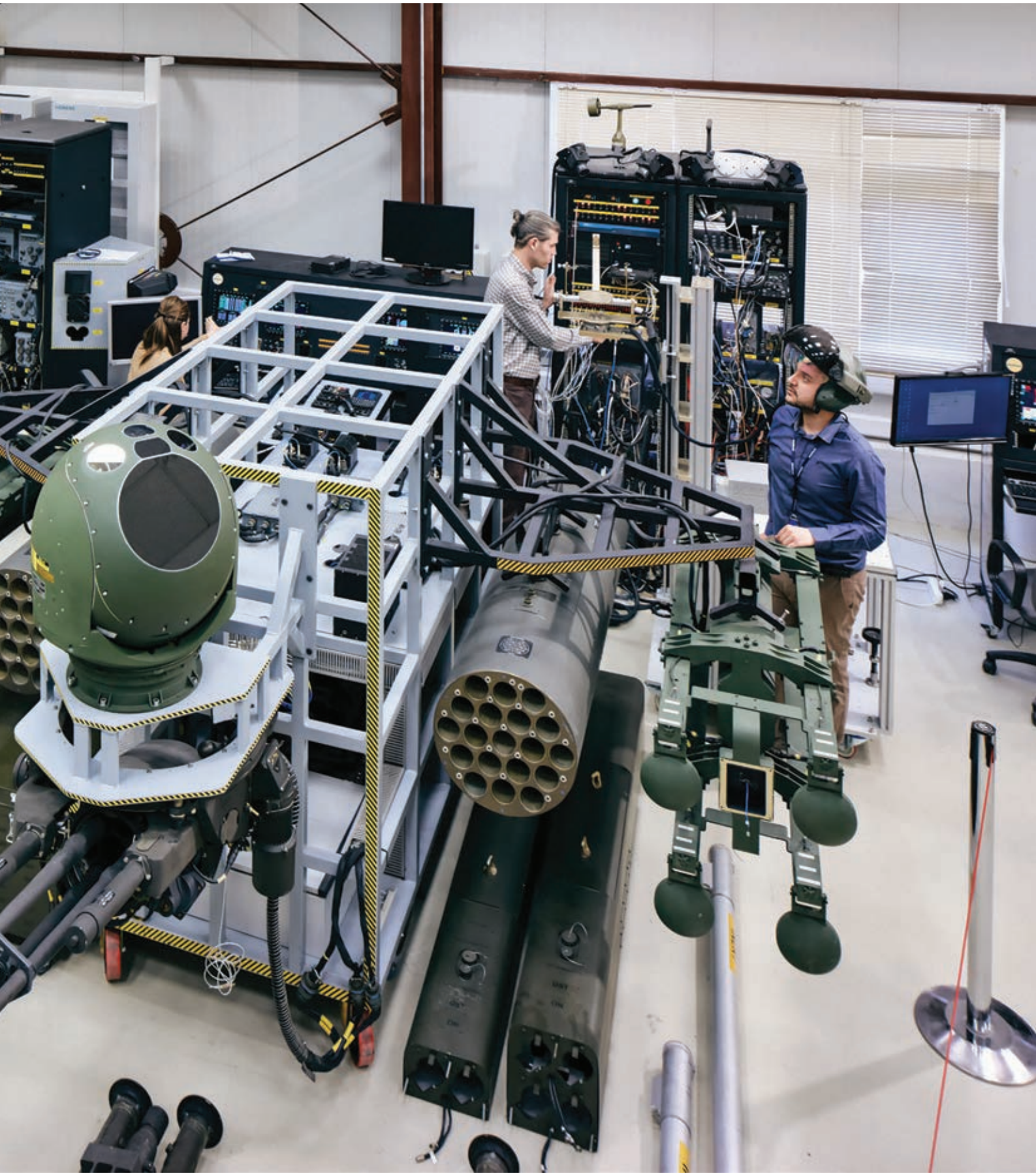
ASELSAN, tanksavar füzelerini, havadan-havaya füzeleri, lazer güdümlü roketleri ve top sistemleri ile birlikte kendi geliştirdiği güdüm kitleri ile donatılmış mühimmatları (lazer güdüm kiti ve minyatür bomba) hava platformlarına entegre etmiştir. Entegrasyona yönelik balistik algoritmalar ASELSAN tarafından geliştirilmiştir.

ASELSAN, kendi geliştirdiği veya ihtiyaç halinde rafta hazır sistemleri kullanarak hava platformu görev sistemleri, hedef tespit sistemleri ve silah sistemlerini kullanıcı ihtiyaçları doğrultusunda entegre bir sistem haline getirmiştir. Silah sistemlerinin platform ve aviyoniklerle arayüzlerini sağlamak üzere silah yönetim bilgisayarlarını ve top/roket/füze arayüz birimlerini tasarlamıştır. Ayrıca tüm görev ve silah sistemlerinin pilotlar tarafından kumandasını sağlamak üzere el kumanda ve kontrol birimleri geliştirilmiştir.

ASELSAN, TSK'nın ihtiyacı olan 250 lb sınıfı uzun menzilli, delici harp başlıklı, güdümlü mühimmat olan minyatür bombayı ve dört minyatür bomba taşıyabilen Akıllı Salan'ı geliştirmiş ve F-16 uçaklarına sertifikasyonunu tamamlamıştır. Bu sayede, Hava Kuvvetleri Komutanlığına, tek sortide sekiz farklı hedefe taarruz gerçekleştirme kabiliyeti kazandırılmıştır.

Minyatür bombanın F-16 uçaklarına sertifikasyonu tamamlanmıştır.

ASELSAN'ın lazer güdüm kitleri harekât ortamında başarıyla kullanılmaktadır.



HAVA ELEKTRO-OPTİK SİSTEMLER

ASELSAN tarafından hava platformuna entegre edilen elektro-optik sistemlerin geliştirilmesine ve üretimine 1990 yıllarında başlanmıştır. ASELFLIR-200 Sisteminin ürün gamına kazandırılması ile FLIR Keşif ve Gözetleme Elektro Optik Sensör Sistemlerinde ASELSAN'ın faaliyetleri başlamıştır. 2000 yıllarda Milli Sınıf Taarruz ATAK helikopterlerine keşif, gözetleme ve hedefleme sistemi olarak ASELFLIR-300T Sistemi tasarlanmış ve bugüne kadar yurt içi ve yurt dışında satışı gerçekleştirilmiştir. Bugün itibarıyla CATS, ASELFLIR-R400D, ASELPOD, ASELFLIR-410, ASELFLIR-500C ve ASELFLIR-600 sistemleri üzerinde geliştirme çalışmaları sürdürülmekte olup Türk Silahlı Kuvvetleri envanterinde olan döner ve sabit kanatlı hava platformlarının neredeyse tamamına Milli E/O Sistemler ile çözüm oluşturulması hedeflenmektedir.

Elektro-optik sistemde ana sensör olarak termal kamera kullanılmaktadır. Farklı görev amaçlarına uygun olarak gündüz kamerası, lazer hedef işaretleyici, lazer noktalayıcı, lazer hedef aydınlatıcı, lazer hedef izleyici ve lazer hedef ölçer gibi sistemler eklenmektedir. Hava platformlarının ağırlık, stabilizasyon ve şok etkilerine karşı elektro-optik sistemler olabildiğince hafif üretilmekte ve gimbal sistemleri ile entegre edilmektedir. Hassas stabilizasyon özelliğine sahip elektro optik sistemler çoklu sabit ve hareketli hedef takibi, hedef koordinatı etrafında dönme ve hedef koordinatı hesaplama gibi görevleri yerine getirebilmektedir. Hava platformlarında kullanılan elektro-optik sistemler karadan ve havadan gelebilecek tehditlere karşı lazer ikaz sistemleri ve füze ikaz sistemleri ile donatılmıştır. Görüntü işleme ve takip algoritmaları ASELSAN tarafından üretilmiş olup kullanıcılara saha kullanımında yüksek performans sağlamaktadır.

ASELSAN ürün gamındaki hava elektro optik sistemleri arasında CATS ve ASELPOD yüksek adetlerle seri üretilmiş olmaları ve sahada aktif olarak kullanılıyor olmaları açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Bu sistemlerin detaylı özellikleri şu şekildedir:

CATS ELEKTRO-OPTİK KEŞİF, GÖZETLEME VE HEDEFLEME SİSTEMİ

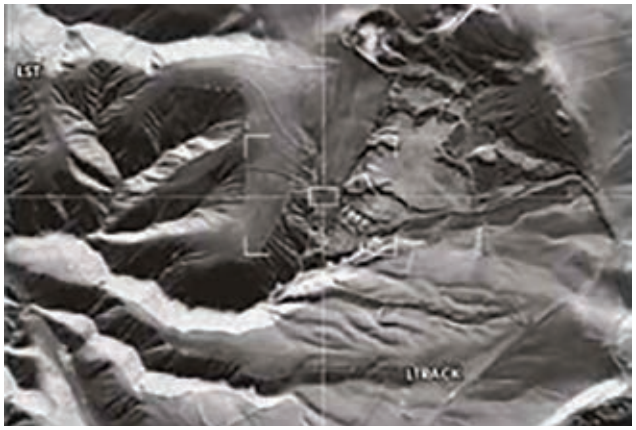
CATS, orta irtifa insansız hava araçlarında gece, gündüz ve her türlü hava şartında operasyonel etkinliği artırmak amacıyla geliştirilmiştir. CATS elektro- optik sistemi geniş ortak açıklıklı sensör giriş penceresi ve cassegrain teleskopik optik tasarımı ile hafiflik ve yüksek performansı aynı anda sağlamaktadır. CATS termal kamera (3-5 µm 640 x 512 MWIR), gündüz kamerası (1920 x 1080 CMOS dedektör), düşük ışık kamerası (640 x 480 EMMCD dedektör), lazer mesafe ölçer, lazer hedef işaretleyici, lazer noktalayıcı ve aydınlatıcı sistemleri içermektedir. Gimballi yapı dört eksen stabilizasyon yeteneğine ek olarak termal, gündüz ve düşük ışık kamerası hattı üzerindeki optik stabilizasyon birimi ile birlikte toplam altı eksende stabilizasyon yapabilmektedir.

CATS, çoklu, sabit ve hareketli hedef takibi, belirlenen koordinata sabit bakış, girilmiş bir hedef koordinatına yönelme ve izlenen hedef koordinatlarının hesaplamalarını içerisinde yer alan gelişmiş görüntü işleme ve takip algoritmaları ile gerçekleştirmektedir. Video takibi yapılırken hedef veya hedeflere ait konum, yön ve hız bilgileri hesaplanıp lazer işaretleme sistemi aracılığıyla lazer güdümlü mühimmatlar hedefe yönlendirilmektedir.

Bahsi geçen özelliklerin yanı sıra CATS:

- Yüksek irtifalardaki çok düşük sıcaklıklarda çalışma,
- Lazer aydınlatma sistemi ile gece görüş cihazlarına hedef gösterme,
- Çoklu hedefi termal, gündüz ve düşük ışık kamera görüntülerinde takip etme,
- Ataletsel izleyici ile hedefin engellendiği durumlarda hedefin üzerinde kalma gibi işlevler ile insansız hava araçlarının vazgeçilmez bir parçası olmaktadır.

CATS Sistemi, MALE İHA/SİHA grubunda ANKA-S ve TB-2 platformlarına entegre yurt içi ve yurt dışında operasyonel faaliyetlerde başarı ile faaliyetlerini sürdürmektedir.


LST
LTRACK

N
TR 1.0
R 4
23
TV

ASELPOD HEDEFLEME SİSTEMİ

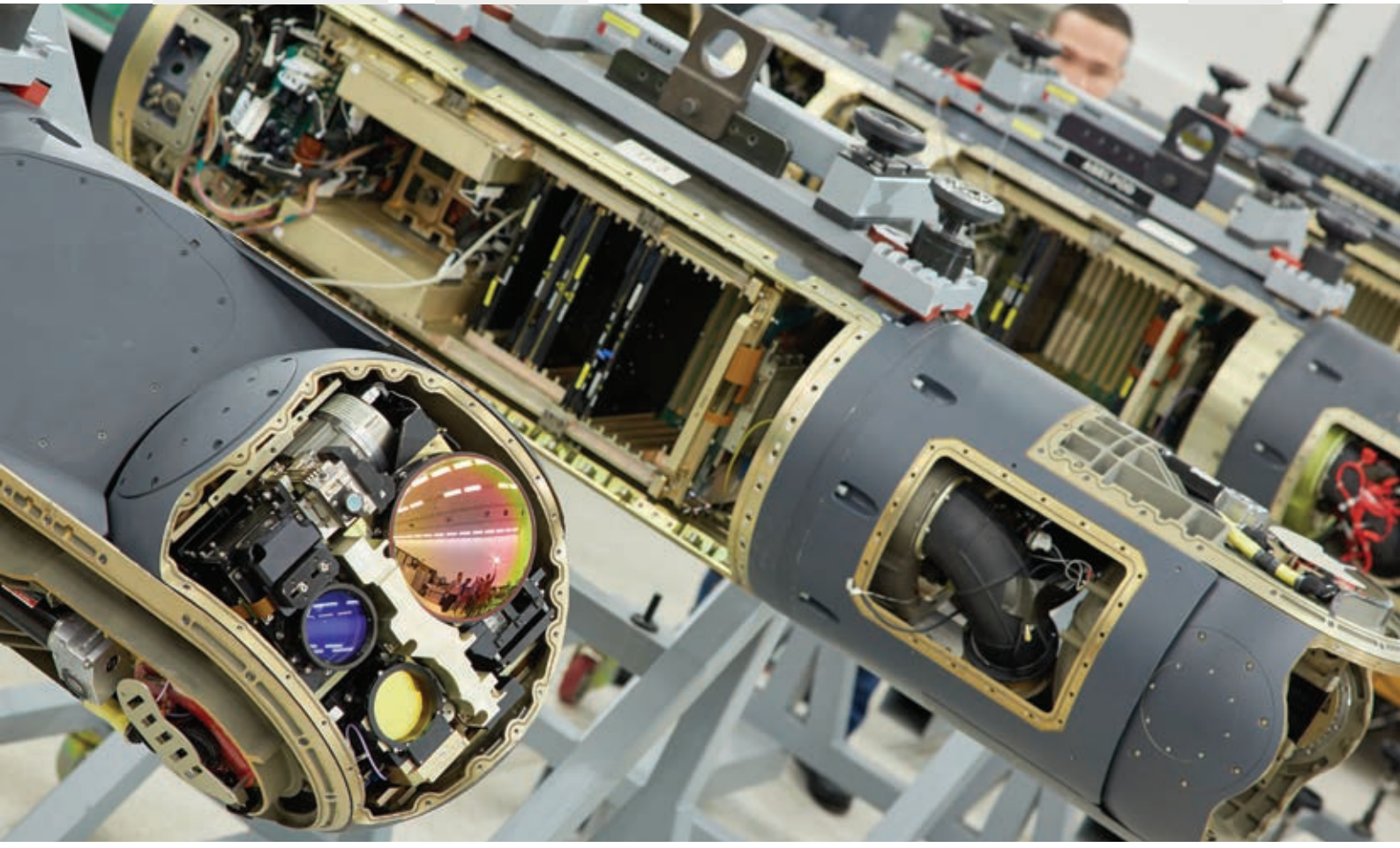
ASELPOD Hedefleme Sistemi, Türk Hava Kuvvetleri Komutanlığına bağlı savaş uçakların gece, gündüz ve her türlü hava şartında operasyonel etkinliğini artırmak için geliştirilmiştir. Savunma Sanayi Başkanlığı desteği ile başlatılan proje şu an Türk Hava Kuvvetlerinin F-16 uçaklarında etkili bir biçimde kullanılmaktadır. ASELPOD, sahip olduğu yüksek performanslı termal (640x512) ve gündüz (768x576) kameraları ile gündüz ve gece şartlarında hava-hava ve hava-yer modları ile yüksek çözünürlüklü görüntü sağlayabiliyor, üstün menzil performansı ile yer ve hava hedefleri oldukça uzak mesafelerden tespit ve teşhis edebiliyor. Takip edilen hedeflere ait konum bilgileri hesaplanıyor ve ekranda pilota sergileniyor. Çift dalga boylu lazer mesafe ölçüm sistemi ile savaş ve eğitim modunda hedeflere ait konum, rota bilgileri ve hedefin hızı yüksek doğruluk ile hesaplanabiliyor.

ASELPOD taarruz gerçekleştirmek için hem GPS güdümlü bombaları hedefe yönlendirebiliyor hem de lazer işaretleme sistemi aracılığı ile lazer güdümlü mühimmatları hedefe gönderebiliyor.

Bu özelliklerin yanı sıra ASELPOD hedefleme sistemi:

- Lazer aydınlatma sistemi ile gece görüş cihazlarına hedef gösterme,
- Çoklu hedefi termal ve gündüz kamera görüntülerinde takip etme,
- İstihbarat, görev sonuç ve harp hasar değerlendirme işlevi için sayısal video kaydetme,
- Lazer nokta izleme birimi ile harici lazer kaynakları ile işaretlenen hedeflere kilitlenilmesi,
- Ataletsel izleyici ile hedefin engellendiği durumlarda hedefin üzerinde kalma gibi işlevler ile muharip uçaklarda yüksek performans sergilemektedir.

ASELPOD Türk Hava Kuvvetlerine hizmet vermenin yanında yurt dışı anlaşmaları ile ihracat kapılarını açmaktadır. Millileştirme hareketi kapsamında ASELPOD'un yurt dışı üretimli parçaları yıllar içerisinde yerini yerli üretime bırakmıştır. ASELPOD hedefleme sistemlerinin hem yurt içi hem yurt dışında yakaladığı başarının devamı için geliştirme ve iyileştirme çalışmaları ASELSAN tarafından yürütülmeye devam etmekte olup yeni nesil savaş uçakları için ASELPOD-2 Projesinin 2023 yılında ASELSAN öz kaynakları ile başlatılması hedeflenmektedir.



ATLAS – SAYISAL HARİTA & ARAZİ / ENGEL FARKINDALIK SİSTEMİ

ATLAS, ASELSAN tarafından T-70 ve S70 Kara Şahin, T-625 Gökbey genel maksat helikopterleri ve Hürkuş-B eğitim uçağı için geliştirilmiş Sayısal Harita ve TAWS (Helikopter Arazi/Engel Farkındalık ve Uyarı Sistemi) sistemidir. ATLAS sistem tasarımı DO-257A Sayısal Harita ve DO-309 Arazi/Engel Farkındalık ve Uyarı Sistemi standartlarına tam uyumlu olarak geliştirilmiştir. Yazılım geliştirme süreçlerinde DO-178B/C DAL-C güvenlik seviyesine uyum sağlanmıştır.

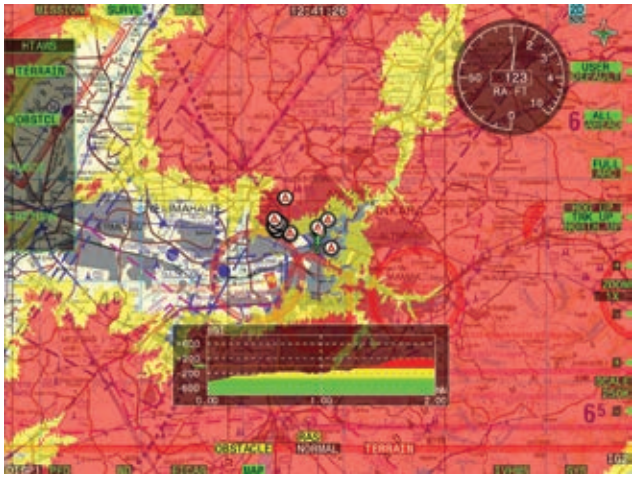
ATLAS, yüzden fazla katman gösterimi ve sahip olduğu yetenekleri ile pilotlarımızın durumsal farkındalığını artırmayı hedeflemektedir. Bu yetenekleri hem iki boyutlu hem de üç boyutlu görünümlerde destekleyebilmektedir. İki boyutlu görünümde Harita Genel Müdürlüğünden alınan haritalar pilotlarımıza 5M'dan (1:5000000) 8K'ya (1:8000) kadar dokuz farklı ölçekte sunulmaktadır. Üç boyutlu görünümde de arazi üstüne kaplanan uydu fotoğraflarıyla sentetik bir görünüm sağlanmıştır.

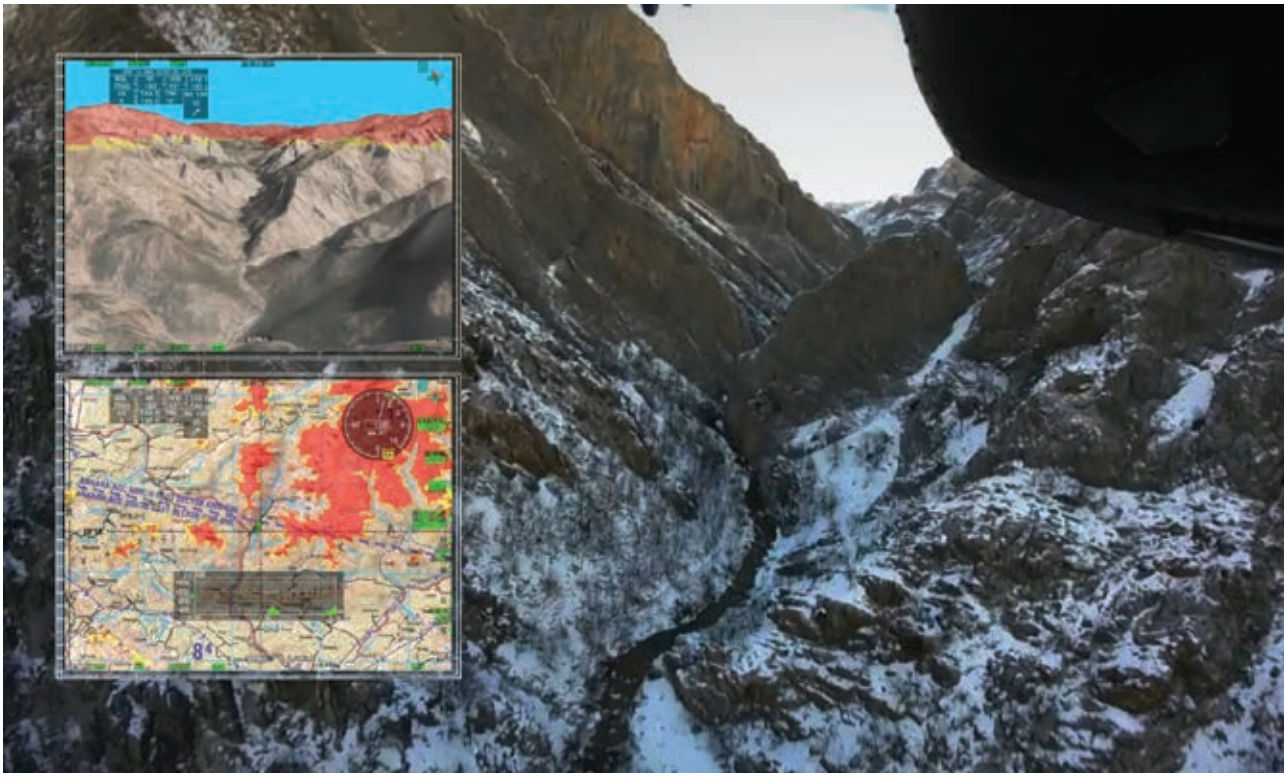
ATLAS, pilotlarımızın harita üzerinde görüntülenen tüm katmanları kullanarak uçuş planı oluşturmasına imkân sağlamaktadır. Bu kapsamda 300.000 POI (Point of Interest, İlgi Noktası) noktası ve seyrüsefer veri tabanı (hava alanları, helikopter iniş yerleri, yardımcı seyrüsefer noktaları, uçuş noktaları) sistem yardımıyla aratılabilmekte ve uçuş planına dahil edilebilmektedir.

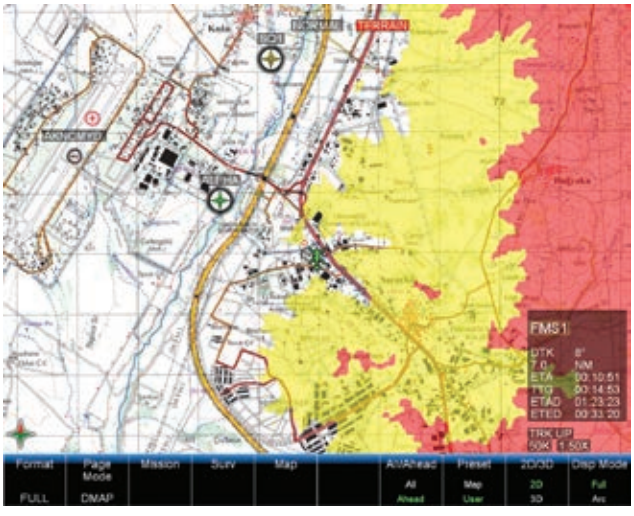
ATLAS, sayısal harita sistemine entegre olarak çalışabilen Arazi/Engel Farkındalık ve Uyarı Sistemine de sahiptir. Saniyede yirmi kere uyarı üretme/güncelleme yeteneğine sahip olan sistem pilotlarımıza tehdit oluşturabilecek arazi ve engelleri sahip olduğu veri tabanından yükleyerek sesli ve görsel uyarılar üretebilmektedir. İcra edilecek göreve ve mevcut koşullara göre beş farklı mod desteği sağlayarak uyarı üretme kriterlerini değiştirebilmeye imkân sağlamaktadır. ATLAS'a özgü geliştirilen algoritmalar ile DO-309 standardından daha gelişmiş bir çözüm sunarak pilotların düz uçuşlarda gereksiz uyarı almasını önlemekte, sahip olduğu yüksek güncelleme hızı ile hava aracı dönüşlerine de hızlıca adapte olabilmektedir.

ATLAS, engel ve arazi uyarılarının yanında kısıtlanmış hava sahaları, NOTAM ile belirlenmiş hava sahaları, ülke sınırları, tehditler ve kullanıcı tanımlı alan gösterme ve hava aracının bu hava sahalarını ihlal etme durumlarında görsel uyarı üretme yeteneğine sahiptir.

ALERT
THREAT
MOTAM
RAS
USHOA
RETURN
OBSTACLE
NORMAL


HTAWS
TERRAIN
OBSTCL
OBSTACLE
NORMAL
TERRAIN




NORMAL
TERRAIN
FMS1
DTK 8°
7.0 NM
ETA 00:10:51
TTG 00:14:53
ETAD 01:23:23
ETED 00:33:20
TRK UP
50K 1.50K
Format
Page Mode
Mission
Surv
Map
All/Ahead
Preset
2D/3D
Disp Mode
FULL
DMAP
All
Ahead
Map
User
2D
3D
Full
Arc

LTBX
ISTANBUL

AVCI-Atlas Entegrasyonu

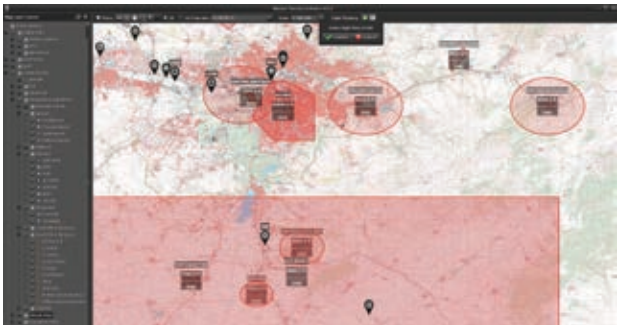
ÜRÜN HATTI YAKLAŞIMI

ATLAS, alanında yer alan uluslararası tüm standartlara (DO-309, DO-257A, DO-178, MIL-STD 2525C) uyum sağlarken, tasarımı da döner kanat ya da sabit kanat tüm platformlara kolayca entegre edilebilecek şekilde geliştirilmiş ve değişik platformlar için ortak olarak kullanılabilir duruma getirilmiştir. Bu tasarım ile tüm platformlar için geliştirilen ürün hattında sistem gereksinimleri ve tasarımı, yazılım gereksinimleri, tasarımı ve yazılım kaynak kodları altyapıları projeye özgü değişebilecek konfigürasyon parçalarından bağımsız hale getirilmiştir. Geliştirilen bu tasarım ve ürün hattı yaklaşımı T-70 Genel Maksat Helikopteri, S-70 Helikopter Engel Tespit Sistemi ve Sayısal Harita Sistemi, T-625 GÖKBEY Genel Maksat Helikopteri projelerinde kullanılmaktadır. Önümüzdeki süreçte Sahil Güvenlik Komutanlığı, Deniz Kuvvetleri Komutanlığı ve Hava Kuvvetleri Komutanlığı bünyesinde modernize edilecek helikopterlerde de kullanılması planlanmaktadır.

ATLAS YENİ UYGULAMALAR AGCAS (OTOMATİK ARAZİ ÇARPIŞMA ÖNLEME SİSTEMİ)

ASELSAN, ATLAS ile edindiği Arazi ve Engel Farkındalık Sistemi tecrübesi ile AGCAS (Otomatik Arazi Çarpışma Önleme Sistemi) alt sistemi için de 2022 yılında çalışmalara başlamıştır. Sistem, arazi ve engel gibi tehditlere karşı uyarı üretirken gerektiği zaman uçağın kontrolünü alarak otomatik olarak uçağın kurtarılmasını hedeflemektedir.

AVCI Kaska Entegre Kumanda Sistemi ilk yerli taarruz ve taktik keşif helikopterimiz olan T-129 ATAK helikopteri için ASELSAN tarafından T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığınca yürütülen proje kapsamında geliştirilmiştir. AVCI Sistemi, gündüz ve gece görev şartlarında, uçuş başta olmak üzere kritik bilgilerin bulunduğu semboloji, gece görüş görüntüsü ile hedef tespit sistemlerinden gelen gündüz ve termal görüntülerin gösterimini yapmak suretiyle pilotların durumsal farkındalığının artırılmasını ve iş yükünün azaltılmasını sağlayan vizör yansıtmalı bir sistemdir. Sistemde pilotların kafa hareketleri hassas olarak takip edilmekte, platformdaki silah ve hedef tespit sistemlerinin pilotun bakış hattına yönlendirilmesiyle muharebe etkinliğinin artmasına imkân sağlanmaktadır. AVCI – ATLAS entegrasyon projesinde, mevcut durumsal farkındalığı daha fazla artırmak için AVCI üzerinde ATLAS'ın tüm yetenekleri iki boyutlu veya üç boyutlu olarak gösterilebilmekte aynı zamanda pilot kafa hareketlerine de uyum sağlanabilmektedir.

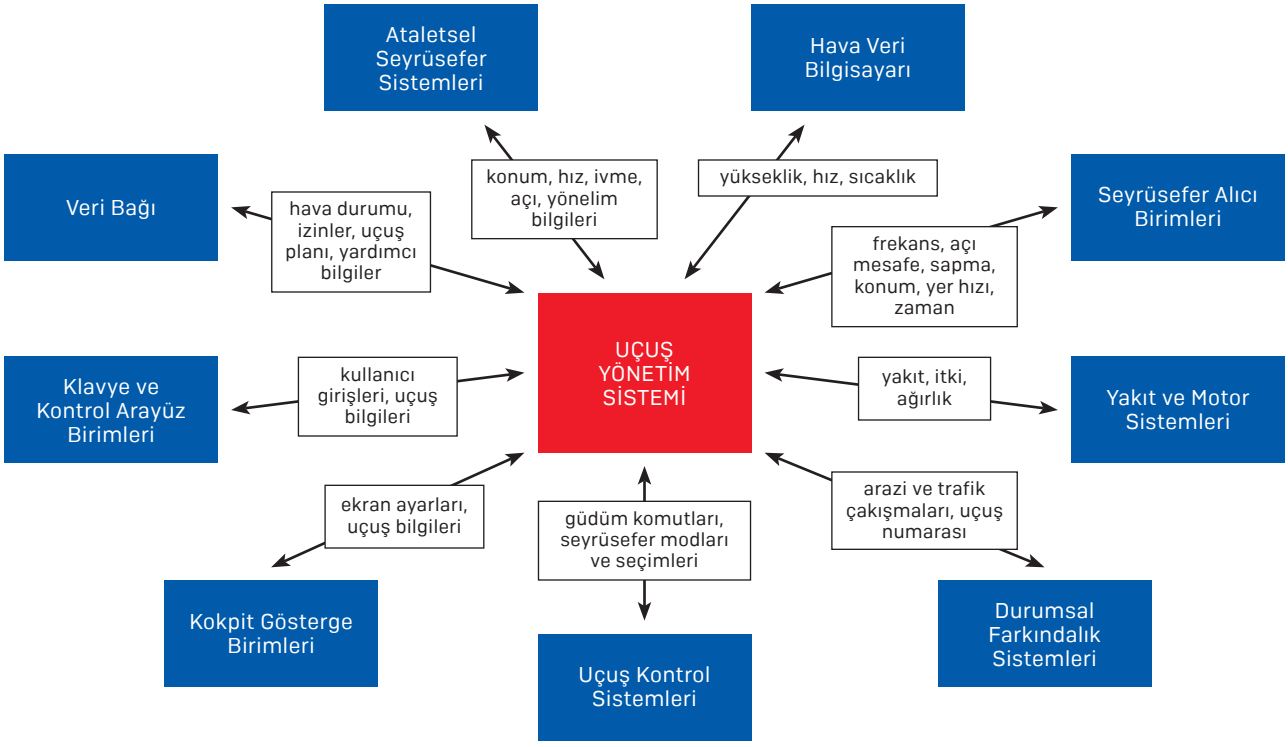


GÖREV PLANLAMA YAZILIMI

ATLAS Görev Planlama Yazılımı (GPY), sağladığı hem iki boyutlu hem de üç boyutlu veri gösterim ve planlama yetenekleri sayesinde pilotların görevlerini hazırlamalarını ve hava aracında ihtiyaç duydukları verileri hazırlamalarını sağlar.

Genişletilebilir ve uyarlanabilir esnek tasarımı sayesinde platforma özel yetenekler (platforma özel veriler, hava aracı performans hesapları vb.) kolaylıkla entegre edilebilmektedir. RTCA DO-200A/B uyumlu olarak geliştirilmiştir.

Windows ve Linux işletim sistemine sahip konsollar, masaüstü ve taşınabilir bilgisayarlar ile kullanılabilmektedir.



UÇUŞ YÖNETİM SİSTEMLERİ

Yıllar içinde gelişen teknoloji ile beraber hava araçları daha yetenekli ve karmaşık sistemler ile donatılmaktadır. Bu sistemlerin kendilerinden beklenen faydaları ortaya koyabilmeleri için kolay ve güvenilir şekilde kullanımı pilotlar için önem arz etmektedir. Uçuş yönetim sistemleri hava aracında bulunan farklı özellikteki birimleri tek elden ve en az operatör müdahalesi gerektiren şekilde idare edip, uyumlu şeklinde beklenen işlevleri ortaya koyan sistemlerdir. Uçuş yönetim sistemleri genel olarak aşağıdaki fonksiyonları yerine getirmektedir:

- Hava aracının takip edeceği rotanın önceden belirlenmiş standart uçuş rotalarını kullanarak ya da pilotun belirleyeceği yeni rotalar ile ihtiyaç duyulan uçuş profiline ve hava aracı performans limitlerine uygun şekilde planlanması,
- Haberleşme ve seyrüsefer sistemlerinin aktif frekanslarının otomatik veya pilot girişi ile belirlenmesi, çalışma modlarının yönetilmesi, anlık performanslarının takip edilmesi,
- Ataletsel seyrüsefer birimi, GNSS, VOR, TACAN, ADF, DME, Doppler ve Hava Veri Bilgisayarı (ADC) gibi farklı sensörleri ihtiyaca göre beraber veya yedekli olarak kullanarak, anlık konum, hız ve yükseklik gibi uçuş bilgilerinin belirlenmesi,
- Planlanan rotaya göre hava aracının güdümlenmesi, otopilot sistemine dönüş, tırmanış komutlarının sağlanması, hedef uçuş parametreleri ile güncel hava aracı durumunu arasındaki sapmaların hesaplanıp, hataların azaltılması için yönlendirici bilgileri sunulması,
- Uçuş rotası boyunca yakıt tüketimi, uçuş profili, varış/kalkış zaman tahminlerinin yapılıp, optimum yükseklik, irtifa, kalkış ve iniş zamanı önerilerinin hesaplanması,
- Platformda mevcut birimlerim sağlık ve arıza durumlarının takip edilmesinden sorumludur.

Uçuş yönetim sistemleri tipik olarak işlemci birimi ve kontrol/gösterge birimlerinden oluşabilmektedir. Hava aracında bulunan çok sayıda birimi idare etmek için geniş iletişim imkânlarına sahiptir. Farklı hava araçlarında farklı aviyonik birimleri bulunabileceğinden dolayı, uçuş yönetim sistemlerinin geniş ve çeşitli haberleşme ve kontrol arayüzleri olabilmektedir. Uçuş yönetim sistemleri için sivil havacılık alanında kabul görmüş pek çok düzenleme ve standartlar mevcuttur. ASELSAN ürünü uçuş yönetim sistemlerinde Amerika Federal Havacılık Kurulu (FAA TSO-C115, TSO-C129, AC 20-138) ve Avrupa Havacılık Güvenliği Ajansı (EASA ETSO-C115, AMC 20-27, AMC 20-4) yönergelerinde belirtilen özelliklere sahiptir. SSB tarafından yürütülen projeler kapsamında, ASELSAN uçuş yönetim sistemleri çok farklı tipteki hava araçlarında beş yüzden fazla sayıda platformda yirmi yılı aşkın süredir hizmet vermektedir.

HAVA HABERLEŞME VE RADYO SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ

ASELSAN tarafından milli olarak geliştirilen hava-hava ve hava-yer haberleşmesini güvenli şekilde sağlayan V/UHF ve HF bandında çalışan telsiz sistemleri sabit kanat, döner kanat ve insansız hava araçlarına entegre edilmektedir. Ayrıca mürettebatın hem kendi arasında hem yerde bakım ekibi ile hem de diğer platformlar ve yer unsurlarıyla görüşmesini sağlayabilmek üzere analog ve sayısal dahili haberleşme sistemleri geliştirilmiştir. Dahili haberleşme sistemleri hava araçlarında kullanıcıların sesli haberleşme ihtiyaçlarını yüksek kalite ve güvenilirlikte karşılayacak şekilde tasarlanmıştır. Dahili haberleşme sistemleri, sahip oldukları programlanabilir konfigürasyon ayarları sayesinde, donanım ve sistem mimarisi değiştirilmeden kolaylıkla platform gereklerine göre entegre edilebilmektedir.

ASELSAN tarafından milli olarak geliştirilen Mod 1, Mod2, Mod 3/A, Mod C, Mod /S ve kriptolu (NATO ve Milli kripto algoritmalarını destekler) Mod 4/Mod 5 modlarını destekleyen Milli IFF Mod 5/S Cevaplayıcı Sistemi güvenli şekilde dost-düşman tanıma sağlamak üzere sabit ve döner kanatlı platformlara entegre edilmektedir.

RADAR / ELEKTRONİK HARP SİSTEMLERİ

ASELSAN uçak, helikopter ve insansız hava araçlarının ihtiyaç duyduğu keşif, gözetleme, arama, atış kontrol, erken ihbar, hava durumu tespit radar sistemleri ile birlikte Radar ESM, Haberleşme ESM, Radar ECM, Haberleşme ECM ve Kendini Koruma faaliyet alanlarında ürün gerçekleştirmektedir.

Havadan yer ve deniz yüzeyinin görüntülenmesi ile hareket eden hedeflerin tespit edilmesi amacıyla ASELSAN SARPER Özgün Sentetik Açıklıklı Radar (SAR) Sistemi geliştirilmiştir. SARPER Radarı, bölgesel görüntü oluşturmaya yönelik SAR şerit modu, dar bir bölgede yüksek çözünürlüklü görüntü oluşturmaya yönelik SAR nokta aydınlatma modu, hareketli hedeflerin tespitine yönelik GMTI modu, Deniz Arama ve ISAR (Inverse SAR) kullanım özelliklerine sahiptir.

AVCI

Kaska Entegre Kumanda Sistemi

AVCI, helikopter platformlarında gece görüş, video, seyrüsefer ve silah sembolojisi gösterimi, hassas kafa takibi özellikleri ile pilotun görev sahası farkındalığını ve hava aracının kabiliyetlerini arttırmak amacıyla milli olarak tasarlanmış vizör yansıtmalı bir sistemdir.

www.aselsan.com

aselsan

ASELSAN MİLLİ AVİYONİK SİSTEMLERİ

ASELSAN, aviyonik alanında otuz yılı aşan tecrübesiyle Türkiye'nin ilk ve en büyük aviyonik sistem üreticisi ve entegratörü olarak faaliyetlerini yürütmektedir.

Türkiye'nin savunma sanayiindeki lider kuruluşu ASELSAN, aviyonik alanında yurt içindeki ve yurt dışındaki ihtiyaçların karşılanması için, kritik aviyonik ürünlerin tasarım, üretim, test, entegrasyon ve enstalasyonu ile lojistik destek faaliyetlerini başarıyla yürütmektedir. ASELSAN, sahip olduğu özgün aviyonik sistemler ve entegrasyon kabiliyeti sayesinde, gerek Türk Silahlı Kuvvetlerinin gerekse dost ve müttefik ülkelerin silahlı kuvvetlerinin sabit kanat, döner kanat ve insansız hava araçlarının aviyonik sistem ihtiyaçlarını karşılayabilen yüksek teknoloji merkezine dönüşmüştür.

Aviyonik sistemlerin geliştirilmesi, hava araçlarına entegrasyonu ve sertifikasyonu ile birlikte hava araçlarının modernizasyonu kapsamında ASELSAN'ın Teknolojik Olgunluk Seviyesi 9 olup, halen otuzun üzerinde farklı tipte ve toplam dokuz yüz adetten fazla hava aracı üzerinde operasyonel koşullar altında sahada başarıyla kullanılan ve kendini kanıtlamış özgün aviyonik sistemleri bulunmaktadır.

ASELSAN yazılım ve donanım geliştirme, sistem mühendisliği, test ve doğrulama süreçleri havacılık standartlarının tanımladığı en üst seviye emniyet gereksinimlerini karşılamaktadır. Aviyonik yazılım geliştirme süreci DO-178B/C, aviyonik donanım geliştirme süreci DO-254, aviyonik sistem geliştirme süreci SAE-ARP-4754 ve uçuşa elverişlilik süreci SAE-ARP-4761 standartlarına uygundur.

SİSTEM GELİŞTİRME ENTEGRASYON MODERNİZASYON

Havacılıkta, uçuş güvenliği ve görevin yerine getirilmesinde hayati rolü olan aviyonik sistemler havacılık teknolojisinin ilerlemesinde çarpan etkisi yaratmaktadır. ASELSAN, aviyonik alanındaki çalışmalarına 1988 yılında, F-16 uçakları için LN-39 Ataletsel Seyrüsefer Sistemi üretimiyle başlamıştır.

Havacılıkta, uçuş güvenliği ve görevin yerine getirilmesinde hayati rolü olan aviyonik sistemler havacılık teknolojisinin ilerlemesinde çarpan etkisi yaratmaktadır.

Aviyonik tarihçesine paralel olarak, 1988 yılında ASELSAN Silahlı Kuvvetlerimize aviyonik alanındaki hizmetine F-16 uçakları için LN-39 Ataletsel Seyrüsefer Sistemi üreterek başlamıştır.

2006-2014 yılları arasında ASELSAN Genel Müdürü olan Cengiz Ergeneman, şöyle anlatıyor: "F-16 uçaklarına ataletsel seyrüsefer cihazı var. Uçağın nerede olduğunu, nereye gitmekte olduğunu bildiren kritik cihaz. Bu cihaz olmaz ise uçak uçamıyor. Hava Kuvvetlerinin bu cihazdan dolayı başı oldukça dertteymiş. Biz bunu bilmiyorduk. Cihazlar arıza yapıyor, yurt dışına gidiyor, tekrara dönmesi bir yıl alıyor. Dolayısıyla 10 tane cihazınız onarımdaysa sizin 10 uçağınız da yerde. Bunun burada üretilmesini istediler. Bunun üzerine biz işe sarıldık. Böyle bir cihaz üretmek, bize, hakikaten kritik, uçağa takılabilen aviyonik cihaz üretme yeteneği kazandırdı."

1996 yılında o zamanki adıyla Savunma Sanayii Müsteşarlığı liderliğinde yürütülen Cougar Helikopterleri Ortak Üretim Programı; LN-100G GPS gömülü Ataletsel Seyrüsefer Sistemi, MXF-484 V/UHF Hava Telsizi ve ASELFLIR-200 Aviyonik Termal Görüntüleme Sistemi üretimi ile helikopterlerimizdeki kritik elektronik sistemlerin yerlileşmesinde önemli kilometre taşı olmuştur.

1999 yılında yurt dışından tedarik edilen Sayısal Kokpit S-70 Black Hawk Helikopteri Programı ile birlikte ASELSAN, mevcut aviyonik cihazlarına ilave olarak Gösterge Birimi (MFD-268 ve CDU-900) üretimine başlamıştır. Bu sistemlerin üretimi esnasında uçuş ve kokpit yönetimi ile ilgili sistem tasarım ve yazılım kabiliyetleri kazanılmıştır.

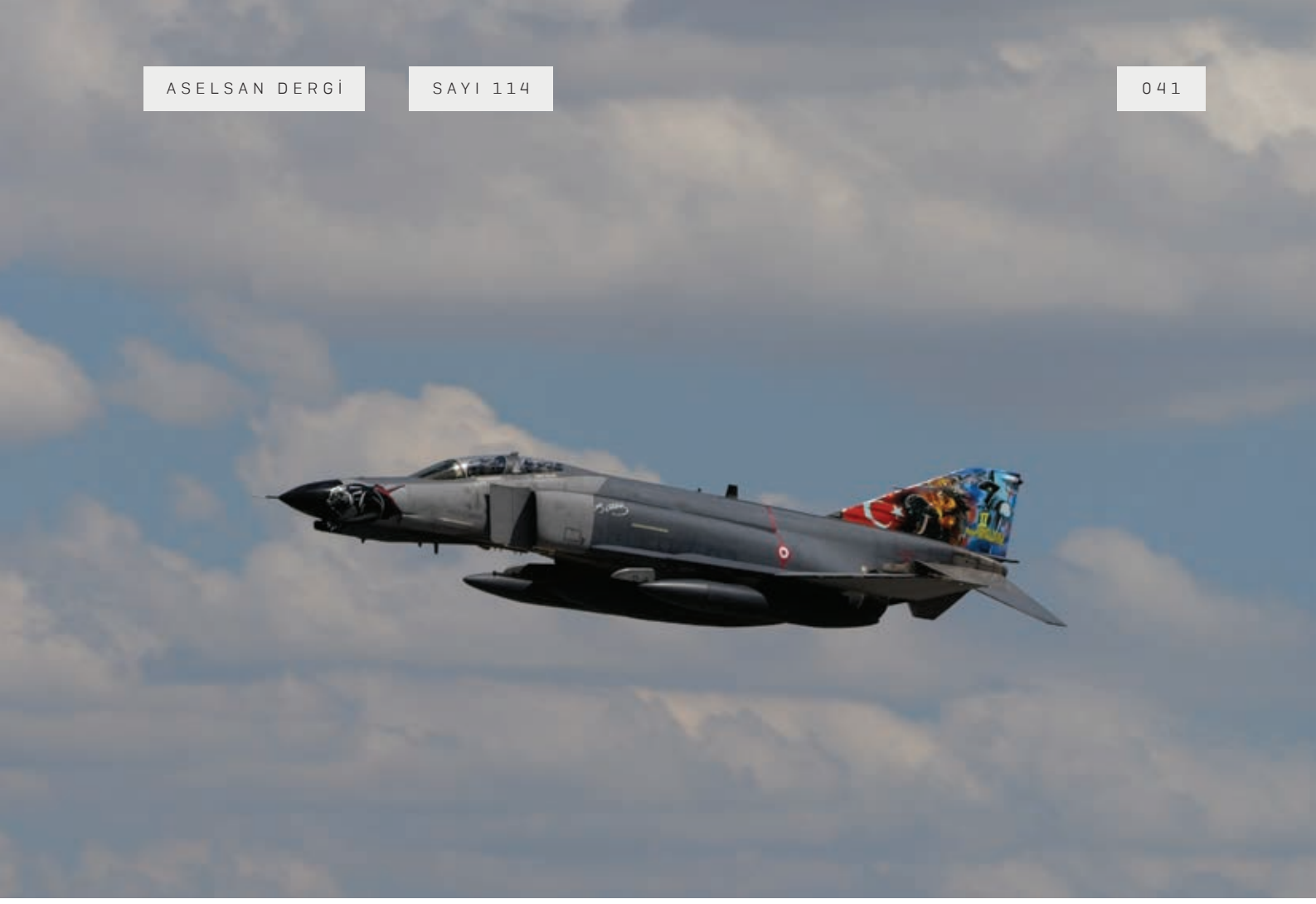
2001 yılında ülkemizde bir ilk olarak, ASELSAN tümüyle kendi imkân ve kabiliyetleri ile, Kara Kuvvetleri Komutanlığı envanterindeki S-70 Black Hawk, AH-1P Kobra ve AH-1W Süper Kobra helikopterinin aviyonik modernizasyonunu gerçekleştirmiş olup Silahlı Kuvvetlerimize söz konusu helikopterlerin seri aviyonik modernizasyon yapabilme kabiliyetini kazandırmıştır.

2002 yılında yürürlüğe giren MELTEM-II Programında ASELSAN, görev sistemlerini (Kontrol Gösterge Birimi, Çok Fonksiyonlu Gösterge, ASELFLIR-200 Elektro-Optik Görüntüleme Sistemi, Ataletsel Seyrüsefer Sistemi ve Kendini Koruma Sistemi) sağlamış, Görev Yönetim Yazılımını geliştirmiş ve görev sistemlerinin entegrasyonu sorumluluğunu üstlenmiştir. Söz konusu program ile Deniz Kuvvetleri Komutanlığı ve Sahil Güvenlik Komutanlığı için üretilen CN-235 platformlarına Deniz Karakol (MPA) ve Deniz Gözetleme (MSA) kabiliyeti kazandırılmıştır.

ASELSAN'ın aviyonik entegrasyon ve modernizasyon kabiliyetlerinde ilerlemenin sonucu olarak 2004 yılında ATAK Helikopteri Programının altyapısının hazırlanması amacıyla milli bir Görev Bilgisayarı geliştirilmesi için kurulan ve ASELSAN, TUSAŞ ve TÜBİTAK'tan oluşan ASMATA konsorsiyumu lideri olarak SSM ile ARGE-2004 Projesi sözleşmesi imzalanmıştır. Tümüyle milli ve özgün olarak tasarlanan ilk Görev Bilgisayarı bir AH-1S Kobra helikopterine entegre edilmiş, gerçekleştirilen anti-tank füze atış testi de dahil olmak üzere proje ile ilgili faaliyetler 2007 yılında başarı ile tamamlanmıştır.

İlk modernizasyon projesinin başarısının ardından Milli Savunma Bakanlığı öncülüğünde Kara Kuvvetleri Komutanlığının AS-532 Cougar ve UH-1H helikopterinin aviyonik modernizasyonu sözleşmesi 2005 yılında imzalanmış, helikopterlerin sayısal kokpite dönüştürülmesi çalışmalarını içeren projenin, prototip fazı ve seri teslimat fazı tamamlanmıştır.

2004 yılında imzalanan IŞIK Projesi ve 2006 yılında imzalanan ŞİMŞEK Projesi, Hava Kuvvetleri Komutanlığı envanterinde bulunan RF-4E ve F-4E savaş uçaklarının tamamen Türk pilot, mühendis ve teknisyenleri tarafından milli imkânlarla gerçekleştirilmiş ilk keşif ve savaş uçağı modernizasyon projeleri olup 2010 yılında başarıyla tamamlanmıştır. Projeler kapsamında 2020'li yıllara kadar keşif ve muharip görevleri başarıyla yerine getirmek üzere gerekli yapısal yenileme, entegrasyon, yer ve uçuş testleri 1.inci Hava Bakım Fabrika Müdürlüğü, uçakların seyrüsefer, uçuş yönetim ve haberleşme cihazlarının modernizasyonu ve sayısal bir veriyolu kullanılarak Görev Bilgisayarı üzerinden entegrasyonu ASELSAN ve pasif elektronik harp sistemlerinin modernizasyonu ise ASELSAN'a bağlı kuruluş olan MİKES tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu projeler ile F-4E ve RF-4E uçaklarında uçuş ve görev planlaması otonom hale getirilmiş, uçakların her türlü hava koşulunda gece ve gündüz kendi konumunu yüksek bir hassasiyetle bulması sağlanmış, yeni nesil sayısal haberleşme sistemleri sayesinde etkin, kesintisiz ve güvenli muharebe yeteneği kazandırılmış ve pasif elektronik harp sistemleri ile donatılmıştır. Her iki proje de ülkemizde milli olanaklarla gerçekleştirilen ilk keşif ve savaş uçağı modernizasyonu olması nedeniyle



uçak modernizasyonları konusunda dışa bağımlılığı sona erdirme noktasında büyük önem taşımakta olup, daha sonra benzer yaklaşımla gerçekleştirilmiş olan T38 Eğitim Uçağı Modernizasyonu ve ÖZGÜR Projeleri için öncü projeler olmuşlardır.

2007 yılında imzalanan ATAK Helikopteri Programı kapsamında ASELSAN, T-129 ATAK helikopterinin aviyonik ve silah sistemleri tasarımı, geliştirilmesi, entegrasyonu, cihaz üretimi ve tedariğinden sorumlu ana alt yüklenicisi olmuştur. Proje kapsamında taarruz helikopteri aviyonik mimarisinin kalbinde olan Görev Bilgisayarı, ASELSAN tarafından özgün olarak geliştirilmiştir. Helikopter üzerindeki tüm aviyonik sistemler yine ASELSAN tarafından tasarlanmış ve doğrulanmıştır.

ATAK helikopterinin ASELSAN ürünü tümleşik görev bilgisayarı, lazer ikaz alıcı, radar ikaz alıcı ve radar karıştırıcı elektronik harp sistemleri donatılmış Faz-2 konfigürasyonu ilk uçuşunu Kasım 2019'da gerçekleştirmiştir. Kalifikasyon testlerinin başarıyla tamamlanmasının ardından yerlilik oranı artırılan ATAK Faz-2 helikopterinin teslimatlarına 2021 yılında başlanmıştır.

2008 yılında imzalanan Jandarma Helikopterleri Modernizasyon (JHM) Projesi ile Jandarma Genel Komutanlığının S-70 Black Hawk, AB-205 ve Mi-17 helikopterinin aviyonik modernizasyonunu kendi imkân ve kabiliyetleri ile gerçekleştirmiştir. Tüm helikopterlerin seri entegrasyonunun tamamlanmasının ardından proje 2019 yılında başarıyla tamamlanmıştır.

JHM Projesi ile helikopterler sayısal kokpit ile modernize edilerek pilotların iş yükü azaltılmıştır. Bunun yanı sıra helikopterlere yeni nesil seyrüsefer, haberleşme ve elektro-optik sistemlerin entegrasyonu gerçekleştirilmiş, bu sayede kullanıcıların gece ve gündüz şartlarında daha hassas seyrüsefer gerçekleştirebilmesi, güvenli şekilde haberleşebilmesi ve arama kurtarma faaliyetlerinde teknolojinin imkânlarından daha fazla yararlanabilmesi sağlanmıştır. Ayrıca proje kapsamında helikopterlere entegre edilen Sayısal Harita Sistemi ile her türlü hava şartında ve arazi koşullarında pilotlara daha güvenli uçuş yapma kabiliyeti kazandırılmıştır. Modernizasyonu gerçekleştirilen helikopterler, Jandarma Havacılık Komutanlığı tarafından iç güvenlik, trafik kontrol, arama-kurtarma gibi birçok faaliyette aktif olarak görev yapmaktadır.

T-129 ATAK helikopterinin aviyonik sistemlerini ASELSAN geliştirdi.

2008 yılında Hava Kuvvetleri Komutanlığı envanterinde bulunan T-38 Tekamül Eğitim Uçağının aviyonik modernizasyonu kapsamında Görev Bilgisayarı ve Harekât Uçuş Yazılımı geliştirilerek modernize edilen aviyonik süitin entegrasyonu gerçekleştirilmiştir.

Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından yürütülen ve 2012 yılında imzalanan ÖZGÜR Projesi kapsamında F-16 uçaklarının en kritik bileşeni olan görev bilgisayarı ve Harekât Uçuş Yazılımının millileştirilmesi, pilot iş yükünü azaltan kokpit mimarisi temelli aviyonik modernizasyonlarının gerçekleştirilmesi ve milli mühimmat entegrasyonlarının dışa bağımlı olmadan yapılabilmesi hedefi ile F-16 Blok-30 uçağı üzerindeki tüm aviyonik ve silah sistemlerini yöneten Milli Görev Bilgisayarının yazılımı ve donanımı ASELSAN tarafından özgün olarak geliştirilmiştir. Ayrıca aviyonik modernizasyon kapsamında, ASELSAN tarafından bu projeye özel olarak geliştirilen on özgün aviyonik sistemin ve halihazırda uçak üzerinde yer alan kırk adedi aşkın ekipmanın Milli Görev Bilgisayarına entegrasyonu ASELSAN tarafından gerçekleştirilmiştir.

Milli Görev Bilgisayarı mimarisi; genişleme potansiyeline sahip olarak esnek bir tasarım çözümü sunmakta olup, özgün olarak geliştirilen Harekât Uçuş Yazılımı sayesinde ileride ihtiyaç duyulabilecek sistemlerin ve kabiliyetlerin F16 uçaklarına entegrasyonu da mümkün kılınmıştır.

ÖZGÜR Projesinden elde edilen kazanımlar ile müteakip süreçte Blok-40/50 uçaklarına da benzer aviyonik entegrasyonların gerçekleştirilmesi, ilave olarak, ÖZGÜR konfigürasyonuna getirilen F-16 uçaklarına AESA RADAR, FEWS (Fighter Electronic Warfare System), GÖKDOĞAN Hava Hava Füzesi vb. entegrasyonlar planlanmaktadır.

2014 yılında imzalanan Genel Maksat Helikopter Programı, Savunma Sanayii İcra Komitesi Kararı ile Kara Kuvvetleri Komutanlığı, Hava Kuvvetleri Komutanlığı, Jandarma Genel Komutanlığı, Özel Kuvvetler Komutanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü ve Orman Genel Müdürlüğü olmak üzere altı kullanıcının toplam yüz dokuz genel maksat helikopteri ihtiyacını karşılamak üzere başlatılmıştır. Proje kapsamında Sikorsky firmasının S-70i modeli helikopteri, lisans altında üretim modeli ile Türkiye'de üretilecek olup, üretim lisansı Türkiye'nin ileriki dönemlerdeki ihtiyacını da karşılayacak şekilde toplam üç yüz helikopterin üretimini kapsamaktadır.

S-70i Black Hawk helikopterinin mevcut uçuş ve görev yönetim sistemi yerine ASELSAN tarafından geliştirilen ASELSAN Görev Yönetim Sistemi (IMAS-Integrated Modular Avionic System) entegre

T-70 Kara Şahin Helikopterine Entegre Edilmiş ASELSAN Görev Yönetim Sistemi (IMAS)

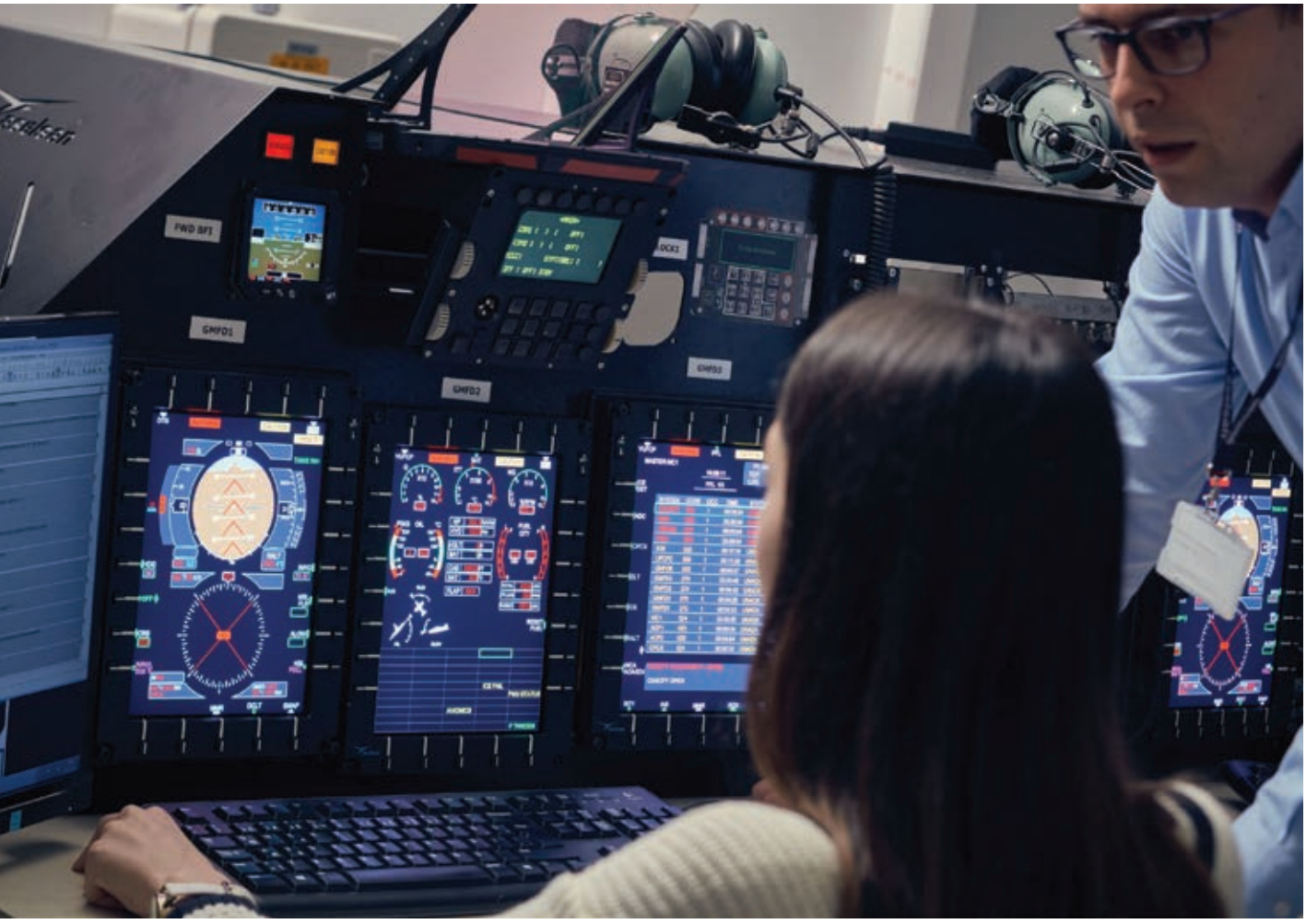
edildiğinde, nihai konfigürasyondaki helikopter T-70 Kara Şahin olarak anılacaktır.

Yazılımı ve donanımı uluslararası havacılık standartlarının en üst güvenlik seviyesine uyumlu olarak geliştirilen ASELSAN Görev Yönetim Sistemi (IMAS), sayısal kokpit göstergeleri üzerinden helikopter üzerindeki tüm sistemlerin yönetimini sağlamaktadır. Helikopterin seyrüsefer, haberleşme, dost-düşman tanıma, elektronik harp ve elektro-optik sistemleri yine ASELSAN tarafından geliştirilmiştir.

2014 yılında imzalanan HÜRKUŞ-B Yeni Nesil Temel Eğitim Uçağı Projesi kapsamında, başta görev bilgisayarı ve kokpit göstergeleri olmak üzere temel aviyonik sistemler ile birlikte Harekât Uçuş Yazılımı ve Sayısal Harita Sistemi ASELSAN tarafından geliştirilmiştir.

ASELSAN tarafından sivil sertifikasyon süreçlerine uygun olarak gerçekleştirilen sistem, yazılım ve donanım geliştirme ve doğrulama faaliyetlerinin her aşaması Savunma Sanayii Başkanlığı, Hava Kuvvetleri Komutanlığı ve TUSAŞ tarafından oluşan Sertifikasyon Otoritesi tarafından, Sivil Havacılık Standartlarına uygunluğu denetlenerek onaylanmıştır. Türk Savunma Sanayiinde DAL-B seviyesinde DO-254 SOI süreçlerinin tamamı ilk defa HÜRKUŞ-B Projesi kapsamında başarı ile kapatılmıştır.

2014 yılında imzalanan ANKA-S Projesi kapsamında Uçuş Kontrol Bilgisayarı, Görev Bilgisayarı, Ataletsel Seyrüsefer Sistemleri, IFF Dost-Düşman Tanıma Sistemi, V/UHF Telsiz ile birlikte CATS Elektro-Optik Keşif, Gözetleme ve Hedefleme Sistemi TUSAŞ'a teslim edilmiştir.



HÜRKUŞ-B Yeni Nesil Temel Eğitim Uçağının Sistem Entegrasyon Laboratuvarı

2015 yılında imzalanan ÖZGÜN Helikopter Programı kapsamında milli olarak tasarlanıp geliştirilmekte olan askeri ve sivil hafif sınıf prototip helikopterleri için temel kokpit ekipmanları başta olmak üzere, otomatik uçuş kontrol bilgisayarı, hava aracı durum izleme bilgisayarı, görev ve uçuş yönetim yazılımları sivil sertifikasyona uygun olarak ASELSAN tarafından geliştirilmiştir.

Savunma Sanayii Başkanlığı liderliğinde ve TUSAŞ ana yükleniciliğinde yürütülen, ASELSAN'ın yeni nesil akıllı kokpit göstergeleri ve özgün aviyonik sistemleri ile donatılan GÖKBEY Genel Maksat Helikopterinin ilk uçuşu 6 Eylül 2018 tarihinde başarıyla gerçekleştirilmiştir.

Kullanıcıların büyük beğenisini kazanan yeni nesil akıllı kokpit MATE (Modular Avionics Touchscreen Environment), ikişer adet 8 inch. x 20 inch. ve 8 inch. x 10 inch. boyutlarındaki dokunmatik göstergelerden oluşuyor, pilotların iş yükünü azaltıyor ve uçuş güvenliğini en üst seviyeye taşıyor. Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA) ve Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) sivil havacılık standartlarına uyumlu olarak geliştirilen MATE, pilotların dokunmatik kokpit göstergeleri üzerinden helikopter üzerindeki tüm sistemleri yönetmesini sağlamaktadır. Helikopterin seyrüsefer, haberleşme, dost-düşman tanıma, elektronik harp ve elektro-optik sistemleri yine ASELSAN tarafından geliştirilmiştir.

GÖKBEY Genel Maksat Helikopterinin uçuş ve görev yönetimi yazılımını da ASELSAN geliştirmiştir. Bu yazılım, helikopterin dünya üzerindeki tüm sivil hava sahalarında RNP 0.3 (Required Navigation Performance 0.3) seviyesine kadar Performansa Dayalı Seyrüsefer (Performance Based Navigation) yapabilmesine imkân sağlamaktadır. ASELSAN'ın özgün sayısal harita ve engel tespit sistemi yazılımları sayesinde, pilotların en zorlu koşullarda dahi güvenli şekilde uçuş yapabilmesi amaçlanmaktadır.

HÜRKUŞ Yeni Nesil Eğitim Uçağı Aviyonik Sistemleri

GÖKBEY'in Yeni Nesil Dokunmatik Akıllı Kokpit Göstergeleri

2017 yılında imzalanan TEMREN Projesi (Sea Hawk Helikopterlerine UMTAS G/M Sisteminin Entegrasyonu ve G/M Tedariki) kapsamında Deniz Kuvvetleri Komutanlığı envanterinde yer alan 24 S-70B Sea Hawk Helikopterine TEMREN (LUMTAS/UMTAS) Güdümlü Mühimmatının entegrasyonu ASELSAN-ROKETSAN iş ortaklığı modeliyle yapılmaktadır.

Savunma Sanayii Başkanlığı ile 2018 yılında imzalanan Milli IFF Geliştirme ve Entegrasyon Projesi kapsamında Hava Kuvvetleri Komutanlığı platformlarına (F-16 Blok 30TM C versiyonu, F-16 Blok 40M C ve D versiyonları, F-16 Blok 50M C ve D versiyonları, F-16 Blok 50+ C ve D versiyonları, C-130, CN-235, KC-135, CIT-II, CIT-VII, G-IV, G-550 uçakları, AS-532 Cougar helikopterleri) ASELSAN tasarımı milli IFF sistemlerinin entegrasyonu yapılmaktadır.

Aviyonik ürünlerimizin platformlara entegrasyonu kapsamında görev bilgisayarı yazılımı başta olmak üzere yaklaşık 15,5 milyon satır aviyonik yazılım kaynak kodu ASELSAN mühendisleri tarafından DO-178'e uygun olarak geliştirilmiştir. Ülkemize havacılık alanında aviyonik yazılım geliştirme kabiliyeti kazandırılırken, aynı zamanda platformlar bu yazılımlar sayesinde millileştirilmiştir. Elde edilen bu yetkinlik ile başta milli mühimmatlar olmak üzere, yurt içinde geliştirilen ve üretilen tüm sistemlerin platformlara entegrasyonu, hiçbir yurt dışı platform üreticisine bağlı kalmaksızın milli olarak gerçekleştirilebilmektedir.

GÖKBEY Helikopteri ilk uçuşu 6 Eylül 2018 tarihinde yaptı.

ASELSAN, özgün donanımlar tasarlayarak ve bu donanımlar üzerinde kendi yazılımlarını geliştirerek, donanımların ve yazılımların en ince detayına hakimiyet sağlamakta ve uçuş emniyeti açısından çok kritik olan donanım-yazılım entegrasyonunu en etkin şekilde gerçekleştirebilmektedir. Aynı zamanda, entegrasyon aşamasında karşılaşılması muhtemel problemlere hem donanım hem de yazılım ekipleriyle aynı anda müdahale ederek hızlı çözümler oluşturabilmektedir.

ASELSAN, uzun yıllara dayanan çeşitli projelerde, farklı otoriteler ile yürütülen aviyonik sertifikasyon faaliyetlerinde elde edilen tecrübeler sayesinde DO-254 aviyonik donanım ve DO-178 aviyonik yazılım sertifikasyonu alanlarında olgun süreçler ile yetkin ve deneyimli insan kaynağına sahiptir. Uluslararası

UMTAS
UZUN MENZİLLİ
ANTİ-TANK
FÜZE SİSTEMİ
L-UMTAS
LAZER GÜDÜMLÜ
UZUN MENZİLLİ
ANTİ-TANK FÜZE SİSTEMİ

düzeyde sahip olunan sertifikasyon yetkinlikleriyle, geliştirilen ürünlerde en yüksek kritiklik ve tasarım güvencesi seviyelerinde uçuşa elverişlilik ve emniyet gereksinimlerine uyum gösterilebilmektedir.
Bu kapsamda, CAST-32A çok çekirdekli işlemci sertifikasyonu, grafik işlemcisi sertifikasyonu, SCA (Structural Code Analysis) yazılım kapsama analizi, WCET (Worst Case Execution Time) analizi, obje kod analizi, SEE (Single Event Effect) analizi, FFPA (Functional Failure Path Analysis) analizi, COTS IC ve IP sertifikasyonu, ileri kompleks donanım doğrulama yöntemleri, tasarım ve doğrulama araçları kalifikasyonu, gürbüzlük testleri, HALT HASS testleri gibi birçok özel ihtisas gerektiren alanda üst düzeyde deneyim ve yetkinlik kazanılmıştır.

ASELSAN, tüm havacılık projelerinde ortak teknoloji ekipleri tarafından tasarımları gerçekleştirmekte, bu sayede tüm projeler yakın koordinasyon altında çalışan sistem, donanım, yazılım ve mekanik ekipleri tarafından geliştirilerek projeler arası bilgi birikimi ve paylaşımı ile yeniden kullanılabilirliği en üst düzeyde tutabilmektedir.

ASELSAN'ın ilk nesil aviyonik donanım mimarisinde VME tabanlı tek çekirdekli işlemci ve arayüz kartlarıyla bunlara eklenen PMC standardındaki kartlara dayalı bir yapı kullanılmıştır. Bu donanım üzerinde, gerçek zamanlı işletim sistemi ile uyumlu kart destek paketleri (BSP) ve sürücü yazılımları ile bunların üzerine kurgulanan ARINC-653 tabanlı aviyonik yazılım mimarisi geliştirilmiş ve ATAK, T-38, ANKA ve ASELPOD programlarında kullanılmıştır.

ASELSAN'ın sonraki nesil ortak donanım ve yazılım mimarisi VPX standardı tabanlı geliştirilmiş olup Com Express mini modül faktörlü tek kartta bilgisayar çözümleriyle ölçeklendirilebilmektedir. Çok çekirdekli işlemci donanımları üzerine kurgulanan ARINC-653 tabanlı ortak yazılım mimarisi ÖZGÜR, HÜRKUŞ, Genel Maksat Helikopteri, ANKA-S, GÖKBEY Helikopteri platformlarında kullanılarak maliyet etkin çözümler oluşturulmuştur. Bu sayede, DO-254 ve DO-178C sertifikasyon yükü ve maliyetlerini tekrarlanmasının önüne geçilerek hazır sertifiye edilebilir altyapı oluşturulmuştur.

ASELSAN, VPX Tabanlı AVPX-C4C Aviyonik İşlemci Kartı ile elektronik kart tasarım otomasyonu yazılımlarının dünya lideri Mentor Graphics (Siemens) firmasının PCB Technology Leadership Awards (TLA)-2015 yarışmasında en zorlu kategorisi olarak da ifade edilen Savunma, Havacılık ve Uzay kategorisinde dünya ikincisi olmuştur.

ASELSAN, 2012 yılında da İsrail'in IAI Elta firmasını geride bırakarak Savunma, Havacılık ve Uzay kategorisinde dünya birincisi olmuştu. Daha önceki senelerde bu kategorinin birincileri ve ikincileri arasında NASA, General Electric, Selex Galileo, L-3 Avionics Systems, General Dynamics, BAE, DRS ve Astrium gibi dünyanın en önde gelen savunma sanayii şirketleri bulunmaktadır. ASELSAN'ın aldığı bu ödüller, uluslararası arenada elektronik kart tasarımı alanında ASELSAN'ın yetkinliğini bir kez daha kanıtlamıştır.

LAD-820

Geniş Ekran Gösterge

Geniş Ekran Gösterge (LAD-820) gösterge özelliklerinin gerçeklendiği çok işlevli bir ekran birimidir. LAD-820 direnç (resistive) teknolojisine sahip dokunmatik alt-sistem ve 8"x20" geniş AMLCD ekran teknolojisi kullanılarak ASELSAN tarafından uçuş ve görev bilgisayarları ile uyumlu çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır.

www.aselsan.com

aselsan

MODERN

İZASYON

Aviyonik sistemlerin tasarım ve üretimlerinin yerli ve milli imkânlarla sağlanmasının yanı sıra, hava araçlarının orijinal konfigürasyonlarını değiştirerek yeni aviyonik sistemlerin platformlara entegre edilmesi, ASELSAN'ın yıllar boyunca edindiği tecrübe ve birikimle sağlanabilmektedir.

ASELSAN'DA AVİYONİK MODERNİZASYON

Mehmet GÜNDOĞAN
Ömer Uğur ŞAHİN

Gelişen harekât gereksinimleri, hava araçlarının günümüz teknolojisine hızlı bir şekilde adapte olması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Yeni teknolojiye, hava aracı satın alma ya da mevcut hava araçlarının yenilenmesi ile sahip olunabilmektedir. Hava aracı satın almak, yüksek maliyetli uzun bir süreçtir. Envanterde bulunan hava araçlarının modernize edilmesi, günümüz teknolojisine hızlı ve maliyet etkin bir şekilde erişmeye imkân sağlamaktadır. Modernizasyon kapsamında elde edilen tecrübe ve birikim, aynı zamanda yerli ve milli sistemlerin tasarımına ve üretimine önemli katkılar sağlamaktadır.

Aviyonik modernizasyon, temel anlamda, platformlarda bulunan eski teknoloji sistemlerin çıkarılıp yerine yeni ve üstün kabiliyetlere sahip aviyonik sistemlerin entegre edilmesi ya da yazılım/donanım desteğiyle mevcutlara ilave özellikler eklenmesi olarak ifade edilebilir.

Hava araçlarında motor ve kumanda sistemleri uzun yıllar idame edilebilirken, aviyonik sistemler daha hızlı değişime uğramakta ve etkinliğini yitirmektedir. Hava araçlarını idame edebilmek için bu sistemlerin yenileri ile değiştirilmesi gerekmektedir. Yenileme aşamasında yerli ve milli sistemleri kullanmak, ülkemizin bu alanda altyapı oluşturması için önemli bir fırsattır. Aviyonik modernizasyon ile envanterde bulunan hava araçlarının mümkün olduğunca benzer bir yapıya getirilmesi; tasarım, üretim, test, bakım ve eğitim gibi faaliyetlerin etkin kullanımı açısından önemli kazanımlar sağlamaktadır.

Aviyonik modernizasyon faaliyetlerinde dışa bağımlılığı azaltacak şekilde planlama yapılması; hem mevcut, hem de gelecek aviyonik tasarımlar için önemli bir imkân sağlamakta olup hava araçlarının sürekli geliştirilmesi için esneklik kazandırmaktadır.

Hava araçlarının mevcut sistemlerini en ince ayrıntısına kadar tanımak, yeni sistemlerin hava aracı ile uyumlandırılmasına yönelik detaylı tasarım, test, analiz ve doğrulama gibi faaliyetlerin birbirleriyle uyum içinde olmasını sağlamak, başarılı bir aviyonik modernizasyon için olmazsa olmaz koşuldur.

Aviyonik modernizasyon süreci ilk önce kullanıcı ihtiyaçlarının belirlenmesi ile başlar ve isterler netleştikten sonra, sistem mimarileri oluşturularak devam eder. Operasyonel isterlerin kullanıcı makam ile karşılıklı değerlendirilmesinden sonra konfigürasyon oluşturulur. Modernizasyonun ilerleyen aşamalarında da isterlerde değişiklik gerekebilir. Sistem mimarileri, bu nedenle, olası isterler göz önüne alınarak tasarlanır.

Aviyonik sistemlerin tasarım ve üretimlerinin yerli ve milli imkânlarla sağlanmasının yanı sıra, hava araçlarının orijinal konfigürasyonlarını değiştirerek yeni aviyonik sistemlerin platformlara entegre edilmesi, ASELSAN'ın yıllar boyunca edindiği tecrübe ve birikimle sağlanabilmektedir.

Aviyonik modernizasyon faaliyetlerine yönelik olarak, ASELSAN Akyurt Yerleşkesinde toplam 4.200 m² kapalı alana sahip üç entegrasyon hangarı ve iki helikopter pisti bulunmaktadır. Modernizasyon faaliyetleri, tesis içerisinde yürütülebildiği gibi gerekli altyapı kurularak kullanıcı tesislerinde de gerçekleştirilebilmektedir. ASELSAN, modernizasyona yönelik hava aracı üzeri entegrasyon faaliyetleri için gerekli özel ekipman ve eğitimli personele sahiptir.

Envanterde bulunan hava araçları; Helimod, Jandarma Helikopter Modernizasyonu, Doğan, Meltem, Işık-Şimşek, Temren, ÇBSMT, Milli IFF, T-38 Modernizasyonu projeleri kapsamında aşağıdaki sistemlere yönelik modernizasyonlara tâbi tutulmaktadır:

- Görev ve Uçuş Kontrol Bilgisayarları
- Kokpit Gösterge Sistemleri
- Ataletsel Navigasyon Sistemleri
- Görev Sistemleri
- Silah Yönetim Sistemleri
- İç Konuşma Sistemleri
- Hava Elektro-Optik Sistemleri
- Hava Haberleşme Sistemleri

S-70A Helikopteri modernizasyon öncesi ve sonrası kokpit görüntüsü

YENİ NESİL AVİYONİK MODÜLER MİMARİLER

Murat GÖRÜKMEZ
İbrahim Melih ÇÖLOVA

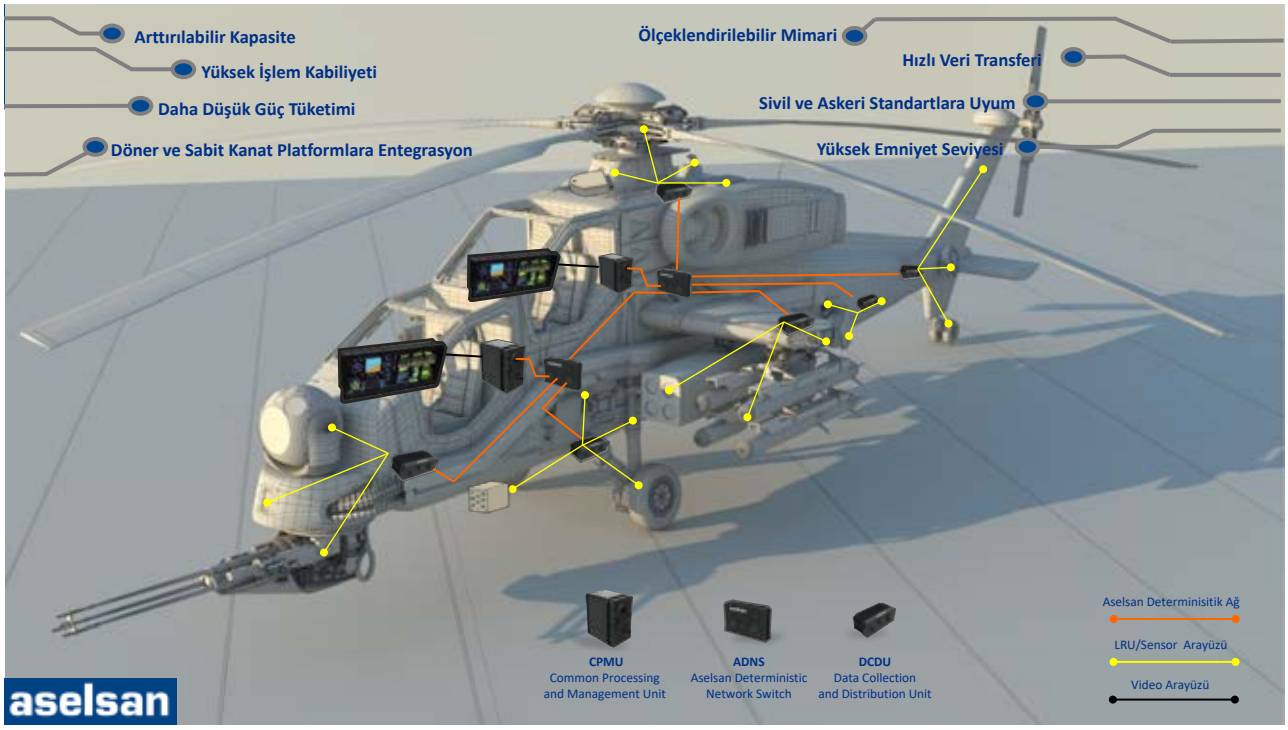
ASELSAN 35 YILLIK AVİYONİK TECRÜBESİYLE GELİŞEN SİVİL HAVACILIK PAZARINI HEDEFLİYOR

Aviation ve electronics kelimelerinin birleşmesi ile oluşturulmuş avionics kavramı 1980'li yıllar ile birlikte sıkça telaffuz edilmeye başlanmış ve dilimize aviyonik (havacılık elektroniği) olarak geçmiştir. Yirminci yüzyılın sonlarına yaklaşırken yükselişe geçen dijitalleşme akımından etkilenen sektörlerden birisi de kuşkusuz kullandıkları çok sayıdaki aviyonik sistemle havacılık ve uzay sektörü olmuştur. Bu akımdan etkilenen şirketler, portföyünde bulunan hava araçlarını dijitalleştirme yöntemi ile modernize etmeye başlamış ve yol haritalarında bulunan platform geliştirme projelerinde sayısal kokpit, uçuş ve görev yönetim altyapılarını kullanmayı seçmişlerdir.

Dijitalleşme ile birlikte önceki uçtan uca ayrık analog bağlantıların yerine sayısal veri yolu altyapıları geliştirilmiştir. Sayısal haberleşmenin sağladığı avantajlar, sektörün önde gelen firmaları tarafından geliştirilen görev ve uçuş yönetim sistemlerini sayısal haberleşme altyapıları üzerine kurmasında belirleyici faktör olmuştur. Günümüzde kullanımda olan birçok hava aracının altyapısı sayısal haberleşme topolojileri üzerinde şekillenmiştir.

Sektörün yaptığı yatırımların bir sonucu olarak, sayısal haberleşme altyapıları zamanla çeşitlenip veri, görüntü ve ses alanlarında özelleşmiştir. Bu gelişmelerin doğal sonucu olarak analog haberleşme altyapısına olan bağımlılık giderek azaltılmıştır. Yıllar geçtikçe sayısal haberleşme standartlarının giderek artması ve bu artışa ek olarak fonksiyonların artması, standartların karmaşıklaşması sonucunda hava araçlarında bulunan görev uçuş yönetim ve kontrol sistemleri de kaçınılmaz olarak karmaşıklaşmıştır.

Aviyonik görev ve uçuş yönetim sistemleri, hızla genişleyen aviyonik ürün gamı ve farklı amaçlara hizmet eden platformlar için vazgeçilmez bir bileşen durumuna gelmiştir. Öyle ki; milli gururumuz olan T129 ATAK helikopterinin de macerası ARGE2004 projesi ile tasarlanan Milli Görev Bilgisayarı ile başlamıştır.



1980'li yıllar ile başlayıp 2000'li yılların başları ile devam eden süreçte, havacılık endüstrisinde görev, silah ve uçuş yönetim sistemlerinin merkezi sistemler ile yönetilmesi genel kabul gören yaklaşım olmuştur. Bu kabulün bir yansıması olarak da hava araçlarında merkezi sayısal görev, silah ve uçuş kontrol sistemleri kullanılmıştır. Hava aracının ihtiyaç durumuna göre bu üç ana başlık tek bir bilgisayarda toplanabildiği gibi, birden çok merkezi bilgisayar ile de görev, silah ve uçuş kontrol sistemlerinin kontrolü sağlanabilmiştir.

ASELSAN, dünya çapında hâkim olan anlayışa uygun olarak, yerli ve milli geliştirdiği görev, silah ve uçuş kontrol sistemlerini merkezi bir anlayış ile tasarlamış ve ulusal/uluslararası müşterilerinin kullanımına sunmuştur. Günümüz itibarıyla ASELSAN merkezi görev, silah ve uçuş yönetim sistemleri birçok sabit kanatlı, döner kanatlı ve insansız hava aracı platformlarında on binlerce uçuş saatini tamamlamış olup, görev yapmaya hazır bir şekilde sahada hizmet vermeye devam etmektedir.

2000'li yılların başları ile başlayan ve günümüze kadar kuvvetlenerek devam bir başka akım ise aynı anda hem modüler hem de entegre çalışmayı amaçlayan Entegre Modüler Aviyonik (Integrated Modular Avionics-IMA) kavramıdır. Bu akım ilk global meyvesini Airbus firması tarafından tasarlanan A380 yolcu uçağı ile vermiştir. Airbus firması A380 üzerinde, özgün olarak geliştirdiği ethernet tabanlı veri yolu olan Avionics Full Duplex Databus (AFDX) protokolünü kullanılarak merkezi yapı yerine görev uçuş sistemlerinin dağıtık olarak yönetildiği yapıyı benimsemiştir. Yenilikçi aviyonik dağıtık mimari altyapılarında, hava aracı üzerinde bulunan uçuş ve görev sistemlerinin kontrol ve yönetimi hava aracı üzerine dağıtık olarak yerleştirilmiş kontrol ve yönetim birimleri üzerinden sağlanmaktadır. Bu sayede, kontrol ve yönetim fonksiyonları tek bir merkez yerine, platform özelinde kurgulanan bir haberleşme ağı üzerinden dağıtık olarak icra edilmektedir.

Bahse konu mimari, EASA (European Union Aviation Safety Agency - Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı) tarafından 2016 yılında Integrated Modular Avionics-IMA ismi ile standardize edilmiştir. Mimarinin standardize olmasını takiben Airbus, Sikorsky, BAE, Collins Aerospace, Embraer gibi havacılık endüstrisinin önde gelen firmaları ilgili mimariyi benimsemiş ve çeşitli yeni nesil uçak ve helikopter platformlarında IMA mimarisini kullanma kararı alınmıştır. IMA mimarisi ile veri yolu haberleşme hızları ciddi oranda artmış, bu sayede aviyonik bileşen ve faydalı yüklerinin platform entegrasyonu daha kolay

yapılabilir hale gelmiştir. Ülkemizde geliştirilmiş ve geliştirilmekte olan hava platformlarında IMA mimarisi yaygınlaştıkça platformlar sürekli olarak müşteri isteklerini karşılayabilen ve ihtiyaç doğrultusunda ölçeklenebilen modüler altyapıya kavuşmuş olacaktır.

IMA mimarisinin temelinde, ethernet tabanlı yüksek hızlı ve deterministik haberleşme bulunmaktadır. Bu haberleşme yöntemi, hâlihazırda hava platformlarında kullanılmakta olan MIL-STD-1553 ve ARINC-429 vb. gibi veri yollarının yerini almakla birlikte, ihtiyaç duyulduğunda bu haberleşme yöntemlerine sahip sistemleri de geriye dönük olarak desteklemektedir. IMA mimarisinde kullanılan yeni nesil yüksek hızlı haberleşme altyapısı, MIL-STD-1553 ve ARINC-429 standardı ile sağlanabilen hızların teorik olarak yüzlerce katı mertebesindeki hızlarda iletişim imkânı sağlamakta, daha hızlı ve güvenilir çözüm sunmaktadır.

Airbus'ın A380 ile küresel anlamda kazanılan başarısı sonrası IMA kavramı önemini artırmış ve yeni standartlara ilham kaynağı olmuştur. AFDX haberleşme protokolü ARINC tarafından A664P7 adı altında standardize edilmiş ve belirli bir patent altında tüm aviyonik endüstrisinin kullanımına sunulmuştur.

AFDX protokolünün standardize edilmesinin ardından çok sayıda benzer altyapılar geliştirilmiş olup bunlardan birkaçı günümüzde kabul görmüştür. Kabul gören standartların başında Time-Triggered Ethernet (TTEthernet) adı ile bilinen SAE AS6802 standardı bulunmaktadır. AS6802 standardı temel olarak AFDX ile benzer çıkış noktasına sahip olup, sağladığı özellikler anlamında AFDX'in ötesine geçmektedir. AFDX'ten farklı olarak, AS6802 ağında bulunan tüm bileşenler birbirine senkron olarak çalışmaktadır. Bu özellik yüksek zaman hassasiyetli veri transferini mümkün kılmaktadır. Benzer çalışma mantığına sahip ve herhangi bir kullanım kısıtına sahip olmayan standartlar da an itibarıyla geliştirilmekte olup, bu standartların gelecek yıllarda aviyonik sektörünün kullanımına sunulması planlanmaktadır.

ASELSAN, hızla gelişen entegre modüler aviyonik altyapı geliştirme sektörünü başından itibaren yakından takip etmekte ve bu anlamda yerel ve uluslararası taleplere zamanında yanıt verebilmek için çalışmalarını sürdürmektedir. Bu kapsamda ASELSAN MGEO bünyesinde Aviyonik Süit Geliştirme ve Sivil Sertifikasyonu Projesi yürütülmektedir. ASELSAN; IMA altyapısını destekleyecek özgün, yeni nesil, yüksek hızlı, güvenilir ve deterministik yapıdaki haberleşme altyapısı için gerekli donanım ve IP bileşenlerini herhangi bir bağımlılık yaratmayacak şekilde mühendislik tecrübesi, altyapı ve bilgi birikimini kullanarak geliştirecektir. ASELSAN bu proje ile aviyonik endüstrisine EASA tarafından sertifiye edilmiş bütünsel bir entegre modüler aviyonik süit kazandırmayı hedeflemektedir. Projenin sonuçlanması ile sadece uygulama yazılımı geliştirmek sureti ile entegre edilebilecek platformdan bağımsız ve ölçeklendirilebilir bir IMA altyapısı platform üreticilerinin hizmetine sunulmuş olacaktır. Bu yetenek sayesinde, büyük ve küçük ölçekli her türlü platform modernizasyon faaliyetleri ve yeni geliştirilen platformlara yönelik altyapı ihtiyaçları tek bir süit ile çözümlenebilir hale gelecektir.

ASELSAN'ın sivil aviyonik süiti, Ağır Sınıf Taarruz Helikopteri, 10 Ton Sınıfı Genel Maksat Helikopteri ve Milli Muharip Uçak gibi milli hava platformları ile birlikte Boeing, Airbus, Antonov, Embraer vb. uluslararası platform üreticilerine de hazır ve sivil sertifiye aviyonik sistem çözümlerini maliyet etkin bir model ile sunulabilecektir.

ASELSAN sivil aviyonik süitinin ulusal anlamda sağlayacağı fayda ve karşılayacağı ihtiyaçlara ilave olarak uluslararası anlamda da başarı kazanması hedeflenmiştir. Her anlamda yenilikçi ve yüksek teknoloji ürünü olan yeni nesil aviyonik süitin uluslararası pazarda değer bulabilmesi ve rekabetçi olabilmesi adına EASA tarafından sertifiye edilmesi gerekmektedir.

ASELSAN yürüttüğü proje ile hem tasarım ve üretim organizasyon onaylarını hem de tasarlanacak olan aviyonik ekipmanların EASA tarafından ETSO (European Technical Standard Order) otorizasyonunu almayı hedeflemektedir. Proje kapsamında EASA Part 21 Tasarım Organizasyonu Onayı (Design Organisation Approval - DOA), Üretim Organizasyonu Onayı (Production Organisation Approval - POA) ve geliştirilen ekipmanlar için ETSO onayı alınmasına yönelik faaliyetler de ASELSAN ve EASA tarafından yürütülmektedir.

ASELSAN MGEO Sektör Başkanlığı tarafından yürütülmekte olan Aviyonik Süit Geliştirme ve Sivil Sertifikasyonu Projesi kapsamında; ASELSAN'ın askeri alandaki mevcut aviyonik sistem geliştirme ve entegrasyon kabiliyetleri ve altyapıları kullanılarak, katma değeri yüksek olan sivil aviyonik sektörüne yönelik yerli ve milli çözümler üretilecektir. ASELSAN, faaliyet gösterdiği alanlardaki başarısını, entegre modüler aviyonik ürün ailesinde de uluslararası standartlara uygun, rekabetçi ve yüksek müşteri memnuniyetine sahip son ürünleri ürün gamına eklemeyi ve pazardan pay almayı hedefleyerek devam ettirecektir.

ANS-600

Hava Ataletsel Navigasyon Sistemi

ANS-600, askeri hava araçlarında kullanılmak üzere tasarlanan gömülü SAASM özellikli küresel konumlama sistemi alıcısı olan navigasyon sınıfı fiberoptik dönüölçerli hava ataletsel navigasyon sistemidir. ANS-600, döner kanatlı, sabit kanatlı ve insansız hava araçlarının da içinde bulunduğu hava platformlarına uyarlanabilen açık bir mimariye ve esnek donanım/ yazılım altyapısına sahiptir.

www.aselsan.com

aselsan

MİLLİ MUHARİP UÇAK KASKA ENTEGRE KUMANDA SİSTEMİ

Dr. Erkan YAVUZ
Hakan ARSLAN

Doğru nişan almak ve buna yönelik imkânları kullanmak insanlığın varoluşundan bu yana hayatta kalma mücadelesinde önemli bir yer tutmuştur. Tarihte part atışı veya en iyi şekilde uygulayan millet olması sebebiyle Türk atışı olarak bilinen ve atın üstünde giderken 180 derece geriye dönüp ok atışı yapma tekniği, milletimize girdiği savaşlarda önemli bir avantaj sağlamıştır.

Kaska entegre sistemler, kullanım amacı benzer olsa da kumanda sistemi, nişangah sistemi veya gösterge sistemi olarak farklı isimlerle anılabilmektedir. Kaska entegre nişangah sistemlerinin geçmişine baktığımızda karşımıza ilk örnek olarak Albert Pratt tarafından 1916 yılında alınan patent çıkmaktadır. Patentte kask içerisine yerleştirilmiş bir silah, kullanıcının gözünün önüne inen bir nişangah ve ateşleme mekanizması bulunmaktadır. Patentte yer alan bazı konular günümüzde de geçerliliğini koruduğu için bu tür sistemlerin atası kabul edilmektedir.

Kaska entegre kumanda sistemleri, aviyonik, optik, mekanik, bilgisayar, kontrol, robotik, insan mühendisliği, ergonomi ve biyodinamik gibi çok farklı disiplinlerin bir arada çalışmasını zorunlu kılan sistemlerdir.

Kaska entegre kumanda sistemlerinde, pilotların uçuş ve görev esnasında ihtiyaç duyduğu özet bilgi gözlerinin önüne getirilmektedir. Buradaki amaç, literatürde durumsal farkındalığın artması olarak bilinen ve aslında pilotun çevresinde ne olup bittiğine dair bilgisinin artmasına, gerçekleştirdiği göreve daha rahat ve hızlı odaklanabilmesine olanak sağlamaktır. Bugünkü anlamdaki sistemlerin ilk ortaya çıkışı 50 yıl öncesine dayansa da günümüzde benzer sistemleri geliştirip üretebilen ülke sayısı bir elin parmakları kadardır.

Kaska entegre kumanda sistemleri genel olarak kask modülü, gösterge modülü, kafa takip sistemi

aselsan

Türk okçusu

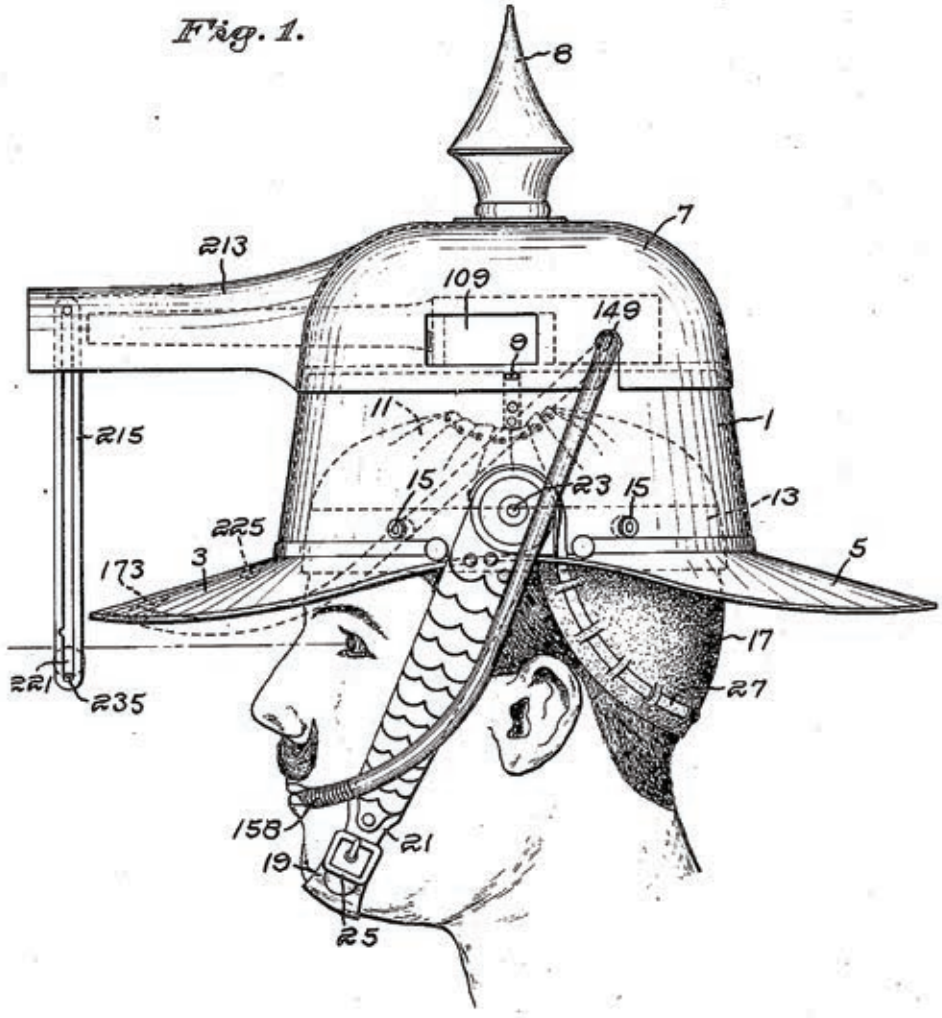
ve elektronik birim bileşenlerinden oluşmaktadır. Kask modülü temel bir uçuş kaskından beklenen tüm fonksiyonları yerine getirir. Gösterge modülü semboloji olarak adlandırılan uçuş ve silah sistemleriyle ilgili bilgilerle platformdaki sensörlerden gelen videoların pilota gösterilmesini sağlar. Kafa takip sistemi de pilotun baktığı yöne yönlendirilmiş silah ve sensör sistemleriyle muharebe etkinliğinin artmasını sağlamaktadır. Sistemin beyni olarak tanımlanabilecek elektronik birimde de yukarıdaki bahsedilen fonksiyonlar için gerekli işlemler gerçekleştirilir.

Kaska entegre kumanda sistemleri daha çok hava araçlarında kullanılmaktadır. Kullanım yerine göre de farklılıklar oluşabilmektedir. Örneğin helikopter platformları için fırlatma koltuğu uyumluluğu gibi bir konu bulunmazken uçak platformları için en önemli konuların başında gelmektedir.

Kaska entegre kumanda sistemleri milli olarak geliştirilmek durumundadır. Yurt dışından tedarik edilmeleri durumunda, düşük performanslı ürünlerin verilmesi, güncelleme olanağı olmaması ya da bunlar için yüksek bedeller talep edilmesi gibi durumlar bulunmaktadır. T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığınca yürütülen ve ilk yerli savaş uçağımız olacak Milli Muharip Uçak projesinin kaska entegre kumanda sistemi, ilk yerli taarruz ve taktik keşif helikopterimiz olan T-129 ATAK helikopterinde olduğu gibi yine ASELSAN tarafından geliştirilmektedir. Binoküler (iki optik kanallı) ve vizör yansıtmalı olarak geliştirilen sistemde, renkli ekran ve sayısal gece görüş teknolojileri ilk kez kullanılacaktır. Böylelikle, semboloji bilgisinde renklere özel gruplandırmalar (dost, düşman vb.) yapılabilecektir. Kafa takip sistemi olarak hibrit (optik-ataletsel) bir sistem tasarlanmaktadır. Gerek kullanım konforu gerekse görüntülemenin düzgün

olması açısından iç kask pilota özel üretilecektir. Bunun için pilotun kafa yapısı taranacak ve tarama sonrası oluşan veriye göre iç kask işlenecektir. Oksijen maskesi ve yüz formu uyumu açısından vizör de pilota göre kişiselleştirilecektir. Kulaklıklarda aktif gürültü bastırma (ANR-Active Noise Reduction) teknolojisi bulunacak olup, uçağın iç konuşma sisteminden gelen üç boyutlu ses stereo olarak aktarılarak pilotun farkındalığı artırılmasına olanak sağlayacaktır. Uçakta bulunan elektro-optik sistemlerden oluşturulan üç yüz altmış derece görüntüden yüksek hassasiyetli bakış hattı bilgisi kullanılarak elde edilen görüntü vizöre yansıtılacak ve sanki uçağın gövdesi yokmuş gibi kullanım hissi sağlanacaktır.

Albert kask 1



Albert kask 2

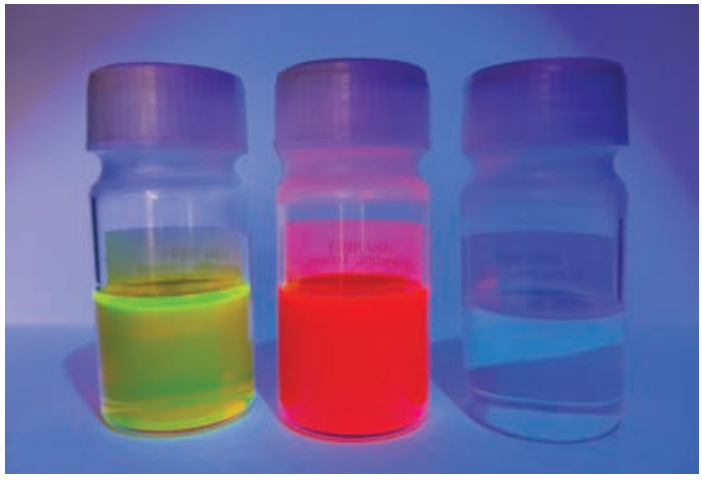
MİNYATÜR OLED EKRAN GELİŞTİRİLMESİ PROJESİ

Alper ÜLKÜ
Ayşegül ORHAN
Esin UÇAR

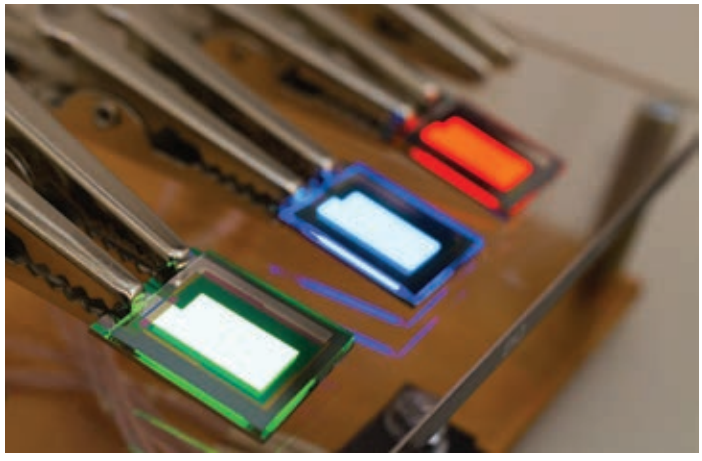
ASELSAN tarafından modernizasyonu gerçekleştirilen savaş uçaklarında kullanımda olan 3.4" ebadındaki Destek Aviyonik Göstergelerde bulunan LCD ekran birimleri, yerli ve milli AMOLED teknolojisi ile özgün olarak tasarlanmakta, platforma özel çevre koşulları testleri ile prototip üretim çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Bu projede 300x300 RGB AMOLED ekran birimi geliştirilmektedir. Bu kapsamda ince film transistör dizinlerinin ve gece görüş uyumlu kuantum nokta malzemelerin ve ilgili teknolojilerin özgün ve milli olarak geliştirilmesi sağlanacaktır. Geliştirilecek AMOLED ekran birimlerinin askeri çalışma koşullarına dayanıklı olması için gerekli sağlamlaştırma işlemleri de yine ASELSAN bünyesinde gerçekleştirilecektir.

MIND Projesi kapsamında OLED ekran biriminin prototip çalışmalarının tamamlanmasıyla askeri çalışma koşullarına dayanıklı sağlamlaştırılmış AMOLED ekran birimi geliştirilmiş olacak, LCD ekran birimlerinde mevcut olan ihraç lisansı ve tükenme problemleri ortadan kaldırılacaktır. Teknoloji olarak özgün Kuantum Nokta Işık Yayan Malzemeler Teknolojisi ve İnce Film Transistör (TFT) Teknolojisi kazanılacaktır. Bu ürünün gerçekleştirilmesiyle aviyonik sistemlerin yurt içi satışları ve yurt dışı ihracatlarında yeni olanaklar elde edilecektir.



Kuantum Nokta Malzemeler



Renkli OLED Aygıtlar

SPD
LNAV
A/P
LNAV/VNAV
320
300
260
10
10
10
20

DİĞER ÜRÜN GELİŞTİRME PROJELERİ

UÇUŞ KONTROL SENSÖR SİSTEMLERİ

Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) liderliğinde yürütülmekte olan ve ülkemiz açısından büyük öneme sahip Milli Muharip Uçak Programı kapsamında Uçuş Kontrol Sistemi Sensörleri ASELSAN tarafından sağlanacaktır.

Proje kapsamında, Milli Muharip Uçağın yüksek hızlarda ihtiyaç duyduğu açısal hız ve açısal ivme verileri, tasarım, geliştirme ve üretim faaliyetleri ASELSAN tarafından gerçekleştirilen tamamen yerli ve milli KILAVUZ-40 Ataletsel Ölçüm Birimi kullanılarak elde edilecektir. KILAVUZ-40 ürünümüz Milli Muharip Uçak teknik isterleri doğrultusunda güç arayüzleri uyumlandırma faaliyetleri ile birlikte DO-178/DO-254 yazılım ve donanım sertifikasyon süreçlerine uygun geliştirme ve doğrulama faaliyetleri gerçekleştirilecektir.

RADYO NAVİGASYON SİSTEMİ

Radyo Navigasyon Sistemi (RNE), sivil hava araçlarında seyrüsefer için kullanılan VHF Omni Range (VOR)/ Mesafe Ölçme Aracı (Distance Measurement Equipment - DME) / Otomatik Yön Bulucu (Automatic Direction Finder - ADF), askeri hava araçlarında taktik seyrüsefer için kullanılan Tactical Air Navigation (TACAN) ve tüm hava araçlarında yaklaşma ve iniş sırasında kullanılan Aletli İniş Sistemi (Instrument Landing System - ILS) seyrüsefer radyolarını barındıran bir sistemdir. Proje kapsamında, daha önce ayrı ekipmanlar olarak temin edilen VOR/ILS, ADF, TACAN ve DME cihazlarının tüm fonksiyonlarını içeren tek bir sistem olarak geliştirilmiştir.

Radyo Navigasyon Sisteminin alt fonksiyonları yazılımsal ve/veya donanımsal olarak esnek yapıda tasarlanmıştır. Bu sayede farklı isterlere göre TACAN & DME veya VOR/ILS & ADF veya Tümleşik (VOR/ILS, ADF, TACAN ve DME) olarak konfigüre edilebilir bir Radyo Seyrüsefer Sistemidir. Sistemin geliştirme çalışmaları yerli bir alt yüklenici ile birlikte sürdürülmektedir. Sivil sertifikasyon standartlarına uyumlu olarak geliştirilen sistemin 2022 yılı sonunda seri üretimine başlanacaktır.

BAŞ ÜSTÜ GÖSTERGE SİSTEMİ

Baş Üstü Gösterge Sistemleri (Head-Up Display) pilotun dış dünya görüntüsü ile birlikte uçuş kritik bilgileri ve göreve bilgilerini görmesini sağlayan birimlerdir. Bu sayede pilotların uçuş sırasındaki görev etkinlikleri artırılmakta, iniş-kalkışların daha güvenli hale gelmesi sağlanmaktadır. Bu sistemlerin sivil havacılıkta giderek artan şekilde kullanılmaya başladığı görülmektedir. Bu doğrultuda, ASELSAN Özkaynaklı Geliştirme Projesi açılmış ve TÜBİTAK'tan Ar-Ge desteği alınarak bir prototip Baş Üstü Gösterge Sistemi geliştirilmiştir.

ELMAS PROJESİ

ELMAS Projesi Türkiye'de hem LCD hem OLED ekranlarla ilgili alt birimlerin geliştirilmesi ile ilgili ilk ekran millileştirme projesidir. 2012 yılında Savunma Sanayii Başkanlığı öncülüğünde başlatılmıştır. Projede LCD ekran teknolojisi ile ilgili çalışmalar ASELSAN bünyesinde, OLED ekran teknolojisi ile ilgili çalışmalar ise Sabancı Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi ile ayrı ayrı imzalanan alt yüklenici sözleşmeleri ile yürütülmüştür.

Ayrıca proje kapsamında renkli 10 inç LCD ekran modülü sağlamlaştırılarak millileştirilmiştir. Dünyada çok az sayıda ülkede uygulanan ve ticari ekranların askeri operasyonel şartlarda çalışmasını sağlayan LCD Ekran Sağlamlaştırma Prosesinin milli imkânlarla geliştirilmesi hedefine ulaşılmış, ilgili teknolojik kabiliyet başarılı bir şekilde Ülkemize kazandırılmıştır.

Bilhassa aviyonik gösterge sistemlerinin kritik parçası konumundaki ekran modüllerinin ülkemizde geliştirilmesi ve bu sistemlerin dışa bağımlı

ASELSAN Radyo Navigasyon Sistemi

olmadan ASELSAN'da prototip üretim hattının kurularak üretilebilmesine olanak sağlanması hedefi gerçekleşmiştir. Bu kapsamda ELMAS (10 inç Sağlamlaştırılmış LCD Ekran Birimi) için seri üretime başlanmış olup, bu ürünler ATAK helikopterinde faal durumdaki VMFD-68 Aviyonik Çokişlevli Gösterge içerisinde kullanılmaktadır.

10 İNÇ SAĞLAMLAŞTIRILMIŞ LCD EKRAN BİRİMİ (ELMAS)

ELMAS Ekran Birimi, 6" x 8" aktif görüntüleme alanında Aktif Matris Sıvı Kristal Ekrana (AMLCD) sahip, LVDS video giriş görüntüleme, sayısal giriş/çıkış özellikleri ile VMFD-68 cihazı içerisine entegre edildikten sonra görev bilgisayarı ve bütünleşik mimari uygulamalarını desteklemek için ASELSAN tarafından özgün olarak tasarlanmıştır.

ELMAS'ın parlaklık kontrolü VMFD-68'in bezel tuş takımı üzerinde bulunan butonlarla sağlanmaktadır. Tüm operasyonel sıcaklık çalışma aralığı boyunca sahip olması gereken parlaklık ve renk koordinatı tabloları kalibrasyon için yüklenebilmekte olup, cihaz içi test bilgilerini içeren detaylı durum ve bakım bilgileri VMFD-68 seri kanalı üzerinden görev bilgisayarı vb. birimlere gönderilebilmektedir. Renk iyileştirme ve parlaklık için özgün olarak geliştirilen algoritmalar kullanılmaktadır.

OLED EKRAN TEKNOLOJİSİ

ELMAS Projesi kapsamında ASELSAN'da 1 inç ve 4 inç boyutlarında monokrom yeşil renkte OLED ekranlar tamamen özgün ve milli olarak geliştirilmiş, ilgili altyapılar ülkemize kazandırılmıştır. Anot malzemesi olarak Indiyum-Kalay-Oksitin (ITO) yanı sıra grafen malzemesi kullanılmış olup, proje grafenle yapılan Türkiye'deki ilk ekran uygulamasıdır.

OLED Ekran Geliştirme Alt Yapısı

ELMAS Projesi kapsamında 160x120 piksel monokrom yeşil özellikte Bileğe takılabilen OLED Ekran Birimi (MİRAY) geliştirilmiş olup, bu ürün 2018 yılındaki TESİD Yenilikçilik Yaratıcılık Ödüllerinde Finalist Ürün olmuştur.

RADIUM PROJESİ

ELMAS Projesinde elde edilen kazanımlar ile öz kaynaklı olarak yürüterek tamamlanan RADIUM Projesi kapsamında; ticari ekranların, ASELSAN MGEO Sektör Başkanlığı bünyesindeki 1000 sınıfı temiz alanda LCD Sağlamlaştırma Prosesine tâbi tutularak, yeni elektronik kartlar ve mekanik yapı da tasarlanarak askeri şartlarda çalışabilir aviyonik ekran modülleri haline getirilmesi amaçlanmıştır.

Bu kapsamda ATAK Projesi KDU-44 cihazı içerisinde kullanılmak üzere geliştirilen milli ekran birimi RDM-44 birimi ile Genel Maksat Helikopteri KDU-45 cihazı için geliştirilen milli ekran birimi RDM-45 geliştirilmiş, entegrasyon ve testleri tamamlanmıştır. Ayrıca Genel Maksat Helikopteri SMFD-810 ve Özgün Helikopter kapsamında cihazı için geliştirilen milli ekran birimleri RDM-810 ve RDM-820 için ön tasarım çalışmaları tamamlanmıştır.

6.5" SAĞLAMLAŞTIRILMIŞ LCD EKRAN BİRİMİ (RDM-44)

RDM-44, 6.5" aktif görüntüleme alanında Aktif Matris Sıvı Kristal Ekrana (AMLCD) sahip, 6-Bit RGB video girişine, sayısal ve analog giriş/çıkış özellikleri ile KDU-44 cihazı içerisine entegre edildikten sonra görev bilgisayarı ve bütünleşik mimari uygulamalarını desteklemek için ASELSAN tarafından özgün olarak tasarlanmıştır. RDM-44 için renk iyileştirme ve parlaklık kalibrasyonu için özgün olarak geliştirilen algoritmalar kullanılmaktadır.

LAD-820 GENİŞ EKRAN GÖSTERGE SİSTEMİ

ASELSAN'ın milli olarak geliştirdiği LAD-820 Geniş Ekran Gösterge Sistemi; direnç teknolojisine sahip dokunmatik ve 8"x20" geniş AMLCD ekran teknolojisi kullanılarak, hava aracında bulunan uçuş ve görev bilgisayarları ile uyumlu çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. LAD-820 ayrı ayrı kontrol edilebilen 1280x1024 çözünürlüğe sahip, sağ ve sol yedekli ekranları ile farklı görüntüler gösterebilme özelliğinin yanı sıra tek bir ekran üzerinde 2560x1024 çözünürlükte görüntü gösterebilme kabiliyetine de sahiptir. LAD-820, yüksek parlaklık, yüksek kontrast oranı, düşük yansıma, NVIS uyumluluğu ve dokunmatik ekran teknolojisi gibi öne çıkan özellikleri ile her koşulda operatöre kullanım kolaylığı sağlamaktadır.

LAD-820 Geniş Ekran Gösterge Sistemi

LAD-820 Geniş Ekran Gösterge Sistemi, Milli Muharip Uçak, ATAK-2, ATAK FAZ-3 ve HÜRJET Programları başta olmak üzere harici görev bilgisayarı veya IMA (Integrated Modular Avionics) mimarisini esas alan farklı pek çok hava aracı için maliyet etkin bir çözüm olup, hava aracı ihtiyaçlarına uygun askeri standartlara sahiptir.

ÇARPIŞMAYA DAYANIKLI UÇUŞ VERİ KAYIT SİSTEMİ

Çarpışmaya Dayanıklı Uçuş Veri Kayıt Sistemi (Kara Kutu), hava araçlarına entegre edilen ve kaza/kırım sonrasında incelenmek için kullanılan veri kayıt cihazıdır. Bu cihazın en kritik bileşeni çarpışmaya dayanıklı bellek modülüdür CSMU (Crash Survivable Memory Unit). Bu bileşenin kritik olma sebebi, kaza/kırım anında oluşması muhtemel en zorlu çevre şartlarında (çarpma, darbe, yanma, suya batma vb.) zarar görmemesi istenen ve kara kutunun içerisindeki bilgilerin okunabileceği bölüm olmasıdır. Hava araçlarının kaza/kırıma uğramasından sonra ilk aranıp bulunmaya çalışılan CSMU birimidir.

Halihazırda yürütülen havacılık projeleri kapsamında kullanılan kara kutular yurt dışından tedarik edilmekte, kaza/kırım sonucunda verilerin okunması ve incelemesi yine yurt dışında gerçekleştirilmektedir. Bu noktada, hem askeri platformların uçuş verilerinin güvenliğini sağlamak hem de sektörün ihtiyacını yerli imkânlarla karşılayabilmek için ASELSAN tarafından öz kaynaklı projeler başlatılmıştır. Bu çerçevede TÜBİTAK 1707 Siparişe Dayalı ARGE Destek Programı ve ASELSAN öz kaynakları ile yerli bir alt yüklenici firma ile EUROCAE ED-112A Çarpmaya Karşı Korumalı Havadan Kayıt Sistemleri İçin Minimum Çalışma Performansı Spesifikasyonuna uygun CSMU birimi geliştirilmektedir. Bu proje kapsamında geliştirilecek olan CSMU birimi, yine ASELSAN öz kaynakları ile özgün geliştirme çalışmaları devam eden Kara Kutu (CVFDR) cihazına entegre edilecektir.

RADAR ALTİMETRE

Radar Altimetre sistemi hava platformlarına entegre edilen ve seyir halinde gerçek zamanlı olarak araziye bağlı yükseklik verisi sağlayan aviyonik sistemdir. Cihaz alıcı/verici ve iki G-band anten birimlerinden oluşmaktadır.

Halihazırda yürütülen havacılık projeleri kapsamında kullanılan Radar Altimetre cihazları yurt dışından tedarik edilmektedir. Yurt dışı bağımlılığın kaldırılmasına yönelik yerli bir alt yüklenici firma ile çalışılmaktadır. Geliştirilen Radar Altimetre cihazının öncelikle GÖKBEY Helikopterine entegre edilmesi ve kritik bir aviyonik ekipmanın millileştirilmesi amaçlanmaktadır.

TRAFİK VE ARAZİ ÇARPIŞMA ÖNLEME SİSTEMİ (TAÇÖS)

Yerli bir alt yüklenici firma ile birlikte Trafik ve Arazi Çarpışma Önleme Sistemi (TAÇÖS) geliştirilmekte olup, TCAS-II ve TAWS Class A fonksiyonları tek bir aviyonik donanım üzerinde birleştirilmektedir. TAÇÖS, başta GÖKBEY ve HÜRKUŞ-B platformları olmak üzere farklı döner kanat ve sabit kanat platformlarda kullanılabilecek modüler bir sistemdir. TCAS-II ve TAWS fonksiyonları aynı donanım üzerinde tek veya birlikte kullanılabilmektedir.

SİVİL UÇAKLAR İÇİN LİFİ SUNUCU GELİŞTİRME PROJESİ

Sivil Uçaklar için LiFi Sunucu Geliştirme Projesi, bir Ar-Ge projesi olup sivil uçaklarda kabin içi baş üstü aydınlatma LED'leri (okuma lambası) ile koltuk arkası ekranlar arasında görünür ışık ile kablosuz iletişim (LiFi) sağlanmaktadır. Proje kapsamında ASELSAN, iki yerli alt yüklenici firma ve bir üniversite ile çalışmaktadır.

Uçak içerisinde bulunan baş üstü aydınlatma LED'leri koltuk arkası ekranlara kablosuz olarak ileteceği verileri (görüntü, ses vb.) uçak üzerindeki bir sunucu üzerinden almaktadır. Bu proje kapsamında ORLU (Koltuk Üstü Okuma Lambası Birimi) ve SBDU (Koltuk Arkası Ekran Birimi) tasarlanmıştır. ORLU Birimi Erişim Noktası, LiFi Alıcı ve IR Verici, SBDU Birimi ise Erişim Noktası, IR Alıcı ve LiFi Verici alt birimlerinden oluşmaktadır. ORLU ve SBDU birimleri eşdüzeyler arası (peer to peer) iletişim sağlamakta olup prototip geliştirme çalışmaları tamamlanmıştır. Entegrasyon çalışmaları ise devam etmektedir.

Bu proje sayesinde, yeni gelişmekte olan LiFi teknolojisinin aviyonik alandaki ilk uygulamalarının yerli ve milli imkânlar ile gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır. Görünür ışık yardımıyla haberleşme, gelişmekte olan yeni bir teknoloji olup ileride kokpit ve kabin içi uygulamalarda, bilgi güvenliği gerektiren ortamlarda, RF karıştırıcıların kullanıldığı operasyonel durumlarda kesintisiz bilgi akışı sağlayabilecektir. Bu projede elde edilen bilgi birikimi ile hem sivil hem de askeri uygulamalarda görünür ışık ve IR yardımıyla haberleşme kullanılabilecektir.

AVİYONİK SİSTEMLERDE MALZEME YÖNETİMİ VE TEKRAR KULLANILABİLİRLİK

Gökhan TAŞKIN
Caner BOZGAN

Hava platformları yapıları gereği uzun yıllar desteklenmesi gereken platformlardır. Birçok hava aracı yirmi beş yıldan fazla kullanılmakta, bu süreler platforma bağlı olarak elli yıla kadar uzayabilmektedir. Günümüz yarı iletken çip yaşam ömürleri maalesef bu süreleri destekleyememektedir. Yarı iletken çip üreticileri genelde ürünlerini yedi ile on beş yıl arasında üretim hattında tutmaktadır. Üretimden kaldırılan bir malzeme alternatifinin bulunması her zaman mümkün olmamaktadır. Alternatif malzemenin olmadığı durumlarda son alım yapma, stoklama veya yeni tasarım yapma yoluna gidilmektedir. Bunun yanı sıra son zamanlarda ortaya çıkan ve ülkemizi de etkileyen küresel çip krizi ya da gizli ambargolar gibi sebepler ile de çip tedarik süreçlerinin durduğu veya uzadığı görülmektedir. Bu gibi durumlarda da malzeme alternatif araştırmaları veya malzeme stoklama çalışmaları yapılmaktadır.

Aviyonik donanımlar kapsamında malzeme seçimi ve malzeme yönetimi DO-254 Havacılık Donanım Sertifikasyonu kapsamında irdelenen konulardandır. Süreç içerisinde otorite tarafından ECMP (Electronic Component Management Plan) dokümanının hazırlanması beklenmektedir. Malzeme yönetim sürecimiz belirli periyotlarla denetlenip otoritelerin onayına sunulmaktadır. Bu kapsamda sürecimiz bugüne kadar yapılan AS9100, CMMI ve DO-254 denetimlerinden sorunsuz bir şekilde geçmiştir.

Aviyonik sistemler tasarım organizasyonu bünyesinde üç yüz yirmi beş farklı donanıma ait üç bin beş yüz adetten fazla yarı iletken malzeme ve çevre elemanı takip edilmektedir. Bu malzemelerin bir kısmı yirmi yaşın üzerindedir. Sürecin kontrolü kapsamında birden fazla yazılım eş zamanlı kullanılmaktadır. Malzeme yönetimi kapsamında piyasada bunu sizin adınıza yapabilecek birden fazla yazılım bulunmakta, fakat bu yazılımların kendi ihtiyaçlarınız doğrultusunda özelleştirilmesi gerekmektedir. Firmalar genelde bu yazılımları entegrelerin tedarik durumunu kontrol etmek için kullanmaktadır, fakat bu durum aviyonik sistemler kapsamında yeterli değildir. Özellikle Errata bildirimleri, Lot bazlı hatalar, Data Sheet ve Parametre değişiklikleri doğrudan görevde ve/veya uçmakta olan birimlerin fonksiyonlarına etki edebilmektedir. İşlemci, grafik işlemci gibi özel ve kompleks entegrelerin Errata kayıtları için de özel anlaşmalar yapılması gerekebilmektedir. Bu kayıtlar bulgu yönetim sistemlerinde kayıt altına alınmalı ve yetkin kişiler tarafından değerlendirilmelidir. Bugün yeni çıkan bir işlemcinin bir yıl içinde onlarca/yüzlerce Errata kaydı olabilmekte, her kayıt kapsamında driver, işletim sistemi ve donanım seviyelerinde önlem alınması beklenmekte, alınan önlemlerin de sertifikasyon sürecine uygun doğrulanması gerekmektedir.

Aviyonik sistemlerde sertifikasyon süreleri bu konuda bir diğer önemli hususdur. Özellikle kompleks, çoklu ve çok çekirdekli işlemciler kullanılan birimlerde sertifikasyon süreleri uzun yılları bulabilmektedir. Aviyonik gösterge veya Görev Bilgisayarlarında grafik oluşturmak için sıklıkla grafik işlemciler kullanılmaktadır. Piyasada yüzlerce grafik işlemci bulunmakta, fakat sadece birkaçı DO-178 ve DO-254 sertifikasyonu kapsamında kullanılabilmektedir. Bazı malzemeler sertifikasyon süreci tamamlanmadan üretimden de kalkabilmektedir. Firmalar bu durumda birkaç aylık son alım tarihleri belirlemektedir. İlgili tarihler arasında son alım yapılmaması durumunda ortaya son alım maliyetinin çok daha üzerinde olan üretim bandının tekrar açılması gibi maliyetler çıkabilmektedir. Bu sebeple de malzemelerin üretimden kalkma durumları sıkı bir şekilde takip edilmeli ve gereken durumlarda malzemenin stoklanması değerlendirilmelidir. Malzemenin stoklanmaması durumunda, malzemenin kullanıldığı donanıma ait tasarım süreçleri ile beraber kalifikasyon ve sertifikasyon adımlarının da tekrarlanması gerekecektir. Bu durumun ortaya çıkaracağı maliyet, stoklama maliyetinin çok daha üzerindedir.

Bugün havacılık sertifikasyonu onayı almış birimler incelendiğinde sıklıkla üretimden kalkmış işlemci gibi kompleks yarı iletkenlerle karşılaşılmaktadır. Malzemelerin çok uzun yıllar stoklanması kapsamında özelleşmiş firmalar bulunmaktadır. Malzeme stoklama ile ilgili altyapı eksikliği durumunda bu firmalardan hizmet alınabilir.

Aviyonik sistemler kapsamında bir diğer önemli konu da tekrar kullanılabilir donanımlardır. Aviyonik Sistemler Tasarım Direktörlüğü tarafından geliştirilen işlemciler sadece T-129 ATAK Helikopteri Projesinde kullanılmamakta, T-38 Eğitim Uçağı, ASELPOD Hedefleme Sistemi ve Tank Atış Kontrol Sisteminde de kullanılmaktadır. Bir başka işlemcimiz ANKA İnsansız Hava Aracı, F-16 Blok 30 Modernizasyonu (Özgür Projesi), T-70 Genel Maksat Helikopteri, T-625 Gökbey Helikopteri, Hürkuş-B Eğitim Uçağı, IFF Mod 5/S Hava Pl. Entegrasyon, Milli Muharip Uçak ICNI projelerinde kullanılmaktadır. Aviyonik Sistemler Tasarım Direktörlüğü tarafından geliştirilen donanımlar elektro-optik, güdüm, insansız ve seyrüsefer sistemlerinde de tercih edilmektedir.

Tasarımların tekrar kullanılması için donanım mimari oluşturma aşamasında farklı disiplinlere ait ekiplerle tasarım geliştirme toplantıları yapılmakta, ortaklanabilir tasarımlar belirlenmektedir. Aviyonik Sistemler Tasarım Direktörlüğü tarafından son on yılda geliştirilen kırk adedin üzerinde farklı birimde iki PowerPC tabanlı işlemci, iki DSP, bir grafik işlemci, bir PCIe anahtarlayıcı, bir CPLD, iki SoC ve dokuz FPGA kullanılmıştır.

Sahada kendini kanıtlamış donanımların tekrar kullanılması ile kalifikasyon, sertifikasyon ve tasarım maliyetleri azalmaktadır. Aynı güç kartının birden fazla projede kullanılması MIL-STD-461, MIL-STD-704 ve DO-160 kapsamında yapılan elektromanyetik girişim, güç, yıldırım testlerinin daha hızlı sonuçlanmasını sağlamaktadır. Aynı işlemci kartının kullanılması sürücü, işletim sistemi, görev yazılımı entegrasyonunu; aynı FPGA kullanımı IP bloklarının entegrasyonunu hızlandırmakta, Errata ve diğer doküman değişikli kaynaklı hataların tekrar çözüm sürecini ortadan kaldırmaktadır. Tasarımlarımızı iş ortakları ile paylaşmakta ve sertifikasyon süreçlerine katkı sağlanmaktadır. Bu kapsamda süreç dokümanları, eğitim videoları, kontrol listeleri ve taslak dokümanları iş ortaklarının kullanımına açılmış olup, gerekli yönlendirmeler yapılmaktadır.

Tekrar kullanılabilirlik kapsamında düşünülmesi gerekli olan diğer bir konuda Lot kontrolüdür. Aviyonik kapsamında entegre üreten firmaların yıllar içinde entegre tasarımlarını değiştirdiği gözlemlenmektedir. Yapılan değişiklikler parametre değişikliklerine sebep olmakta ve bu durum tasarım değişikliği, fark kalifikasyonu, bazı sertifikasyon adımlarının tekrarı ile sonuçlanmaktadır. Özellikle data sheet dokümanlarında yapılan değişiklikler genellikle üretici firmalar tarafından duyurulmamaktadır. Birçok projede kullanılan bir RAM entegresinin veya kapasitörün onlarca data sheet değişikliğine sahip olduğu görülebilmektedir. Bu örnekler yüzlerce farklı aktif ve pasif malzeme için örneklendirilebilir. Bu sebeplerle kullanımı kesin olan entegrelerin bir seferlik ömür boyu alımının yapılması gerekmektedir. Aksi durumlarda Lot farkı kaynaklı hataların çözümü için haftalarca zaman ayırma durumunda kalınmaktadır. Üretilen her donanımda, kullanılan malzemenin Lot bilgisi bulunmalıdır.

Aviyonik Sistemler Tasarım Direktörlüğü tarafından geliştirilen onlarca kart ve IP blok, yüzlerce tasarım şeması ve yazılım parçacığı birden fazla projede ortak kullanılmış, bu sayede mühendislik maliyetinden ciddi tasarruf edilmiştir.

Tekrar kullanılabilirliğin sağlanması kapsamında yerli entegre tasarım ve üreticilere verilen önemin artırılması gerekmektedir. Bu kapsamda başta Çakıl Projesi olmak üzere millileştirme ve yerlileştirme faaliyetleri takip edilmektedir.

MİNYATÜR BOMBA

ASELSAN ANS/KKS Güdümlü Bomba

Minyatür Bomba, hava platformundan Çoklu Taşıma Salanı aracılığı ile atılabilen, sert ve yumuşak kara hedeflerine karşı kullanılabilen tümleşik KKS/ANS güdümlü bir mühimmattır.

www.aselsan.com

aselsan

AVİYONİK GÖRÜNTÜLEME BİRİMLERİ

DONANIM TASARIM ÇALIŞMALARI

Cemil KIZILÖZ
Göksan ERAL
Cudi KILINÇ
Erdem Safa AKKUL

Aviyonik platformlarda, kritik uçuş ve görev verilerini kullanıcıya gösterebilmek için çeşitli birimler tasarlanmaktadır. Genel Maksat Helikopteri, Gökbey Helikopteri, Atak Helikopteri, Özgür, Hürkuş gibi platformlar için farklı amaçlara hizmet eden çeşitli büyüklük ve fonksiyonlarda görüntüleme birimleri tasarlanmıştır. SMFD-810, VMFD-810, KDU-45, IMD-820, TCCU-810, GMFD bu amaçlara hizmet eden, grafik yaratımı için kullanılan, envantere girmiş ürünlerden bazılarıdır.

ASELSAN tarafından gerçekleştirilen emniyet kritik aviyonik tasarımlar donanım ve yazılım sertifikasyon standartları RTCA/DO-254 ve RTCA/DO-178'e uygun olarak gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda sistem seviyesinden, kart ve yazılım seviyesine kadar belirlenen standartlar ve en iyi uygulamalar kapsamında tasarımlar yapılmakta, gözden geçirme ve hata kayıtları tutulmakta, doğrulama çalışmaları yapılmakta ve ürün haline gelmektedir.

Bilgisayar grafiklerinde, gerçek zamanlı iki boyutlu, üç boyutlu, yüksek kaliteli görselleştirme işlemleri için OpenGL popüler bir kullanıcı programlama arayüzü ve mimarisidir. Mevcut ekran kartları ve işletim sistemleri bu açık kütüphaneyi desteklemekte, birçok kullanıcı gerçeğe yakın görseller oluşturmak, animasyonlar oluşturmak için bu teknolojiyi kullanmaktadır. Aviyonik gösterge birimlerinde bu kütüphanenin doğrulanmış bir alt kümesi görüntü yaratımı amaçlı kullanılabilmektedir.

Mevcut birimlerde grafik yaratımı için standart grafik işlemciler ve OpenGL kütüphanesi kullanılmaktadır. Endüstride grafik yaratımı için kullanılan grafik işlemciler yaygın olarak aviyonik ihtiyaçlar haricinde, daha çok gerçekçi oyunlar yapmak, animasyonlar oluşturmak için kullanılmaktadır. Bu sebeple bu entegreler aviyonik sistemlerin güvenilirlik ihtiyaçlarını karşılamaktan uzaktır. Bu entegrelerin kullanılma durumunda güvenlik ihtiyaçlarını karşılamak için doğrulanma sürecinde ekstra faaliyetler gerçekleştirilmekte ve bu durum işçilik açısından zaman kaybettirip, proje maliyetlerinin artmasına sebep olmaktadır. Aynı zamanda yüksek güç ve soğutma isterleri, birimlerin daha büyük ve ağır olmasına sebep olmaktadır.

ASELSAN Mikroelektronik Güdüm ve Elektro-optik (MGEO) Sektör Başkanlığı tarafından yürütülen FPGA'de Grafik İşlemci Motoru Tasarımı çalışması ile kokpit içi ekranlarda görüntü oluşturabilen grafik motoru yerli imkânlarla geliştirilmiştir.

Gerçekleştirilen çalışma ile mevcut kullanılan yurt dışı kaynaklı grafik işlemcilerin yerini alabilecek, OpenGL arayüzü ile kolay kullanım imkânı sağlayan, yüksek çözünürlüklü grafik üretebilen, düşük güç tüketimli, aviyonik görüntüleme cihazları için uygulanabilir, emniyet kritik bir FPGA devre tasarımı elde edilmiştir. Aviyonik donanım sertifikasyon standardının en yüksek tasarım güvence seviyesi olan DAL A uyumlu olarak yapılan tasarım, ASELSAN içi genel aviyonik projelerindeki yazılımlara uyumlu olup, bu projelerdeki grafik yaratımı için yurt dışına olan bağımlılığı ortadan kaldıracaktır. Çalışmanın yeni geliştirilecek aviyonik ekran çözümlerinde kullanılması planlanmaktadır.

AVİYONİK SİSTEMLERDE ÖZEL ENTEGRELERİN KULLANIMI

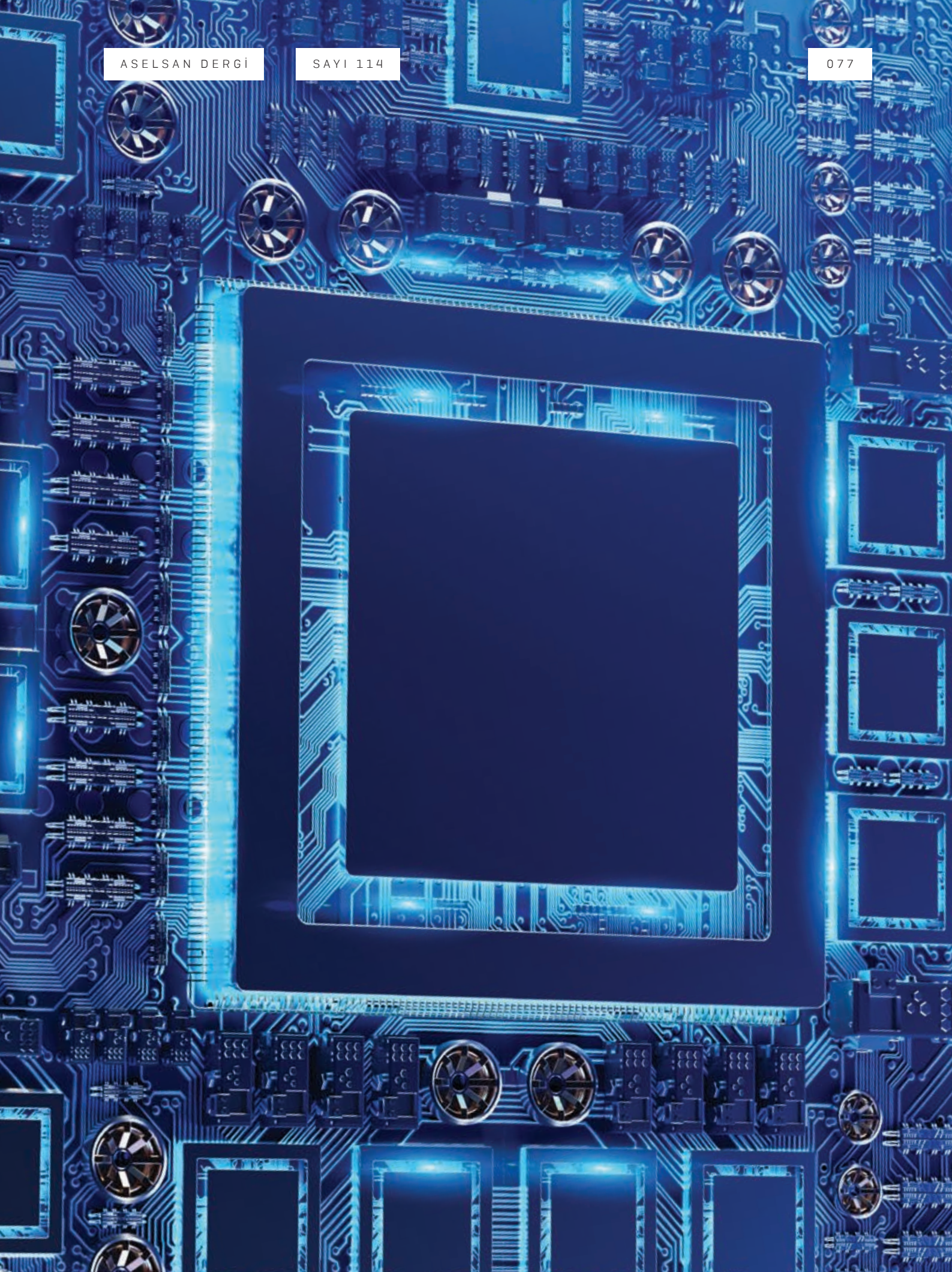
Gökhan TAŞKIN
Caner BOZGAN

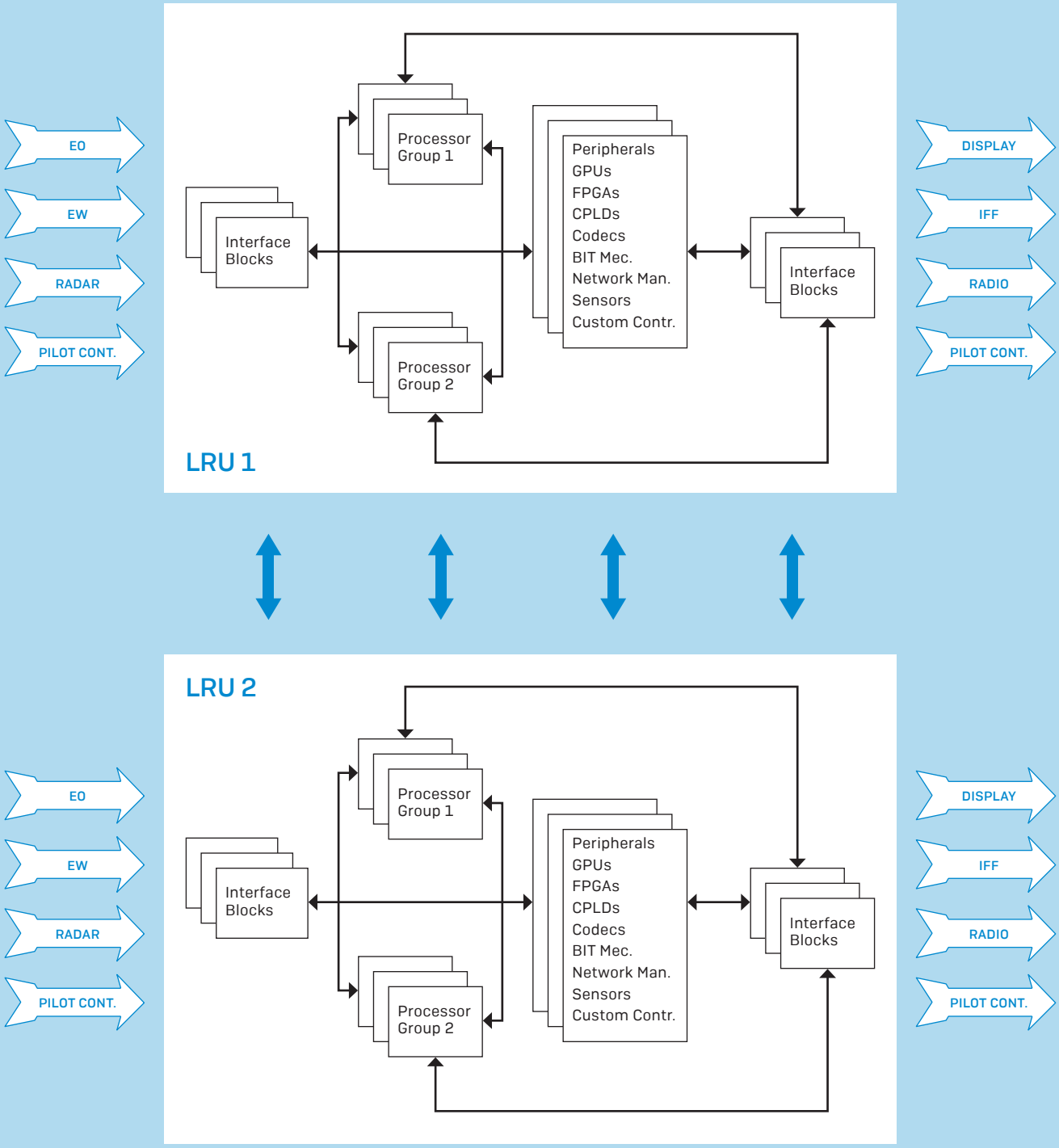
Aviyonik Sistemler Tasarım Direktörlüğü tarafından tasarlanmış görev bilgisayarı, uçuş kontrol bilgisayarları, göstergeler, arayüz birimleri, seyrüsefer sistemleri, paneller, klavye birimleri, ses ve video dağıtım birimleri birçok farklı platformda hizmet etmektedir veya edecektir. Bu platformların en önemlileri T-129 Atak Helikopteri, T-38 Eğitim Uçağı, ANKA İnsansız Hava Aracı, F-16 Blok 30, T-70 Genel Maksat Helikopteri, T-625 Gökbey Helikopteri, Hürkuş-B Eğitim Uçağı, Hürjet ve Milli Muharip Uçak platformlarıdır.

Bu birimlerin donanım mimarileri incelendiğinde işlemciler, grafik işlemciler, FPGA ve CPLD gibi programlanabilir kapı dizileri, PCI / PCIe köprü ve anahtarlama üniteleri gibi karmaşık entegreler kullanılmaktadır. Bu entegrelerin her biri ayrı ayrı kontrol edilmeli, emniyet ve güvenlik ihtiyaçlarına ve çevre koşullarına göre kullanımı değerlendirilmelidir. Tasarım sürecine girmeden önce data sheet değişiklikleri, Errata ve uygulama notları gözden geçirilmelidir. Unutulmamalıdır ki yakın zamanda tasarlanmış entegrelerin bile yüzlerce Errata notu olabilmektedir. Bu nedenle, entegrelerin Errata notları yetkin tasarım ve sistem mühendisleri tarafından incelenerek gerekli değerlendirmeler yapılmalıdır.

Hava araçlarında kullanılan birimlerin boyutu emniyet, güvenlik, çevresel, fonksiyonel gereksinimlere göre değişmektedir. Birimler karmaşıklaştıkça çözüm üretmek için daha fazla donanım gerekmektedir. Görev Bilgisayarları gibi kritik birimlerin büyük bir bölümünün DO-178 ve DO-254 sertifikasyon seviyeleri DAL A veya DAL B olmaktadır. Bu seviyedeki bir birimin arıza nedeniyle kaybı kullanıcı ve platform üzerinde havacılıkta catastrophic olarak nitelendirilen hayati bir olumsuz etki yaratabilmektedir. Bu tarz olumsuz etkilerin önüne geçebilmek adına, birimlerin yedekli çalışabilmesi hatta birim içinde de belirli bileşenlerin yedekli çalışabilmesi gerekmektedir. Herhangi bir işlemcinin, grafik işlemcinin veya kritik başka bir bileşenin kaybında sessiz duruma geçerek, yedeğinin faal duruma geçmesi beklenmektedir.

Birim veya donanım kayıpları sadece malzeme hatası veya güç kaybı sebebiyle değil, aviyonik sistemler kapsamında Singel Event Upset (SEU) olarak adlandırılan iyonizasyon veya elektromanyetik radyasyon sebebi ile yarı iletken devrenin hal değiştirmesi sebebiyle de gerçekleşebilmektedir. Bu hata kaynağı yarı iletken üreticileri tarafından bilinmekte olup, belirli entegreler için birtakım çözümler sunulmuştur. Yarı iletken teknolojisi itibarıyla SEU'ya dayanıklı entegreler bulunabilmektedir. Ayrıca, konfigürasyonunu periyodik kontrol ederek hata durumunda uyarı





DO-254 Compatible HW | Fault Tolerant Architecture | Redundancy | Dissimilar Design

Time Synchronization | Wide IP Catalog | Avionics Interfaces | BIT Mechanisms

Power Supplies | Lighting Protections | Emi Filters | Redundant Power Inputs

Sensor Design | High Speed Design | Audio Implementations | Video Implementations

veren entegrelerin yanı sıra konfigürasyonundaki SEU kaynaklı 1 bitlik bozulmaları düzeltebilen entegreler bulunmaktadır. Son olarak, SEU önlemleri kapsamında, birim veya donanım bazında yedekli çalışarak doğrulama veya oylama yöntemi ile hatalı verileri ayıklanabilmektedir. Yarı iletken üretici firmaları ürünleri için SEU kapsamında raporlar veya analiz yazılımları sağlamaktadır. Bu rapor ve analizler sertifikasyon süreçleri kapsamında incelenmekte ve otorite tarafından talep edilebilmektedir.

Her çözümün avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Hiçbir çözüm aviyonik kapsamında hazır bir çözüm değildir. Firmalar genelde aviyonik kullanıcıları için kullanım notları yayınlamaktadır. Bu kapsamda kimi zaman derleyicileri ve yazılımları, kimi zaman donanım devresi kapsamında tasarımları özelleştirmek gerekmektedir. FPGA gibi programlanabilir entegreler kapsamında VHDL tasarım sürecinde ek önlemler alınması gerekmektedir.

Bir diğer konu da işlemcilerin seçimidir. Yıllar geçtikçe platformlardan talep edilen sensör sayısı artmaktadır. Görev Bilgisayarlarımızdan telsizler, hava aracı takip sistemi, hedefleme sistemleri, silah sistemleri, hava radarları, seyrüsefer birimleri gibi onlarca birimi kontrol etmesi beklenmektedir. Bu durumda da işlemcilerden beklenen performans artmaktadır. Bu sebeple yeni nesil sistemlerde tek çekirdekli işlemci kullanımı mümkün görülmemektedir. Çok çekirdekli işlemci kullanımında ortaya çıkan en önemli problemler entegrenin mimarisinin sertifikasyona uygunluğu, üretici firmadan sertifikasyon kapsamında gerekli yardım ve dokümantasyonun alınabilir olması, işletim sistemi, güç tüketimidir. Her çok çekirdekli işlemci kapsamında DO-178 uyumlu bir işletim sistemi bulunmamaktadır. Çekirdeklerin ortak kaynakları olan önbelleklerin, hafızaların ve arayüzlerin belirli sürelerde bir çakışma veya hata olmadan kontrolü gerçekleştirilmelidir. Veri bozulmasını engelleyici korumaları olmalıdır. Her çekirdeğin kendi özelleşmiş önbellekleri olmalıdır.

Emniyet kritik işlemciler kapsamında otomotiv sektöründen talepler gün geçtikçe artmaktadır. Firmalar, ADAS (Advanced Driver Assistance Systems) kapsamında özelleşmiş işlemcilerini duyurmaya başlamıştır. Burada kullanılan işlemcilerin yaygınlaşması sonucu aviyonik sistemlerde de kullanılacağı düşünülmektedir.

Aviyonik sistemlerde kullanılan entegre seçimlerini etkileyen bir konu da sıcaklıktır. Genelde hafif ağırlık isteri bulunan aviyonik birimlerin ısı atımları kolay olmamakta, ısı yükleri birbirlerine yakın bulunmaktadır. Birimler teslim edilmeden önce saatlerce çevre koşulları testlerinde sınanmakta, entegrelerin sınırları zorlanmaktadır. Bu testler kapsamında entegrenin dayanabileceği sıcaklık aralığının dışına çıkılması durumunda entegrenin ömrü azalacaktır. Bu durumu analiz etmek için entegrelerin termal modelleri ile kapsamlı ısı analizleri yapılmaktadır. Ancak hafıza (DDR3, DDR4 vb.) gibi ürünlerde sıklıkla görülen entegrelerin sıcaklığa göre değişen performansları dikkatli şekilde analiz edilmelidir. Özellikle otomotiv sektörünün de önemli bir isteri olan yüksek sıcaklığa dayanım konusunda çip üreticileri son yıllarda önemli mesafe kat etmiş olsa da günümüzde görülen çip krizi sebebi ile bu tip entegrelerin temini çok uzun sürede yapılabilmekte veya yapılamamaktadır.

PCIe köprü ve anahtarlama gibi entegreler günümüz aviyonik birim mimarilerinde önemli bir yer almaktadır. Firmalar MIL-STD-1553 gibi aviyonik arayüzleri dahil PCIe üzerinden kontrol edilebilir entegreler tasarlamaktadır. İşlemcilerin bu entegreleri kontrol etmeleri için PCIe anahtarlama entegreleri kullanılmaktadır. Günümüzde PCIe arayüzünün olmadığı üst düzey bir işlemci veya FPGA bulunmamaktadır. Çünkü PCIe yüksek hız ve bant genişliği yanında gerçek zamanlı uygulamalarda kullanımı kapsamında gelişmiş hata tespit ve el sıkışma protokolleri barındırmaktadır. PCIe entegrelerin kullanımında BIT (Built in Test) adımları detaylı tanımlanmalı ve raporlanabilir olmalıdır. Yeni nesil sistemlerde yedekli mimarisine uygun PCIe altyapısı kurulmalı, mimari harici senkronizasyon devreleri ile desteklenmelidir.

Yeni nesil FPGA entegrelerin gelişmesi ile çoklu aviyonik arayüzler, ethernet tabanlı haberleşmeler, grafik fonksiyonları FPGA üzerinden yapılmakta, kompleks entegreler kullanılmamaktadır. Bu sayede sertifikasyon süresi kısaltılmaktadır. Yurt dışı lisans maliyetleri azalmaktadır. Özel birimlerde yedekli birbirine benzemez donanım mimarileri kurulması gerekmektedir. Bu kapsamda alternatifli işletim sistemi, işlemci, FPGA mimarileri oluşturulmaktadır. FPGA üretici firmalar bu kapsamda kendi ürün aileleri arasında farklılık tabloları oluşturabilmekte, bu kapsamda elde edilen kanıtlar otoritelere sunulmaktadır.

Aviyonik Sistemler Tasarım Direktörlüğüne bağlı tasarım grupları aviyonik sistemler haricinde güdüm, insansız ve seyrüsefer sistemlerine özgü çözümler üretmektedir. Aviyonik sistemlerde elde edilen deneyimler bu alanlarda da kullanılmakta, iş ortaklarımız ile paylaşılmaktadır.

EMNİYET KRİTİK

AVİYONİK DONANIM TASARIMI

İnanç DOĞRU
Ufuk DİNÇER

Uçan platform/sistem seviyesinde yüksek emniyetin sağlanması ile ilgili yöntemler SAE ARP-4761 ile tanımlanmıştır ve bu yöntemlere göre yapılan sistem emniyet değerlendirmesi ile sistem fonksiyonlarının emniyet açısından kritiklik seviyeleri belirlenir. Sistem fonksiyonları, donanım geliştirme çalışmalarında donanım fonksiyonlarına kırılır ve emniyet değerlendirme çalışması sonucunda donanım fonksiyonlarına kritiklik seviyeleri atanır.

İnsan ömrü geçtiğimiz yüzyılda hayat standardının yükselmesi ve tıp bilimindeki gelişmeler ile önemli ölçüde uzamış durumda. Aynı zamanda, ölüm veya yeti kaybı ile sonuçlanan kazalara karşı alınan önlemler de günümüzde geçmişe göre çok daha ileri düzeyde. Bu iki durum arasında ilişki kurmaya çalışırsak, uzayan insan ömrünün insan hayatını daha değerli kıldığı ve bu nedenle kazaların sayısını azaltmaya ve niteliğini değiştirmeye yönelik çalışmaların arttığını söyleyebiliriz. Geleceğe yönelik olarak da hayat standardı yükselişi ve tıp bilimindeki gelişmelerin devam etmesi, üstüne kaza sayılarının daha da azalması ile insan ömrünün günümüze kıyasla daha uzun olmasını ve bu durumun da kazalara karşı alınacak önlemleri daha da artırmasını bekleyebiliriz.

Hayat standardı yükseliyor, ama bazı bedellerle hayatımız daha karmaşık hale geliyor ya da en azından ihtiyaçlarımızı karşılarken artık daha karmaşık sistemler kullanıyoruz. Bu karmaşıklık da beraberinde, belirsizliği ve bu da zaman zaman, insan hatasından bağımsız olarak bir fonksiyonun hatalı çalışması veya kaybı neticesinde ekipman, can veya yeti kaybını getirebiliyor. Mevcut sistemleri hava, kara ve deniz olarak üç sınıfa ayırırsak; havadaki yani uçan sistemler, karadaki ve denizdeki sistemlere göre genel olarak hata durumundaki kaybın daha ağır olması nedeniyle hataları en aza indirecek önlemlerin yoğun olarak alındığı sistemler olarak karşımıza çıkıyor.

Uçan sistemlerin elektronik bileşenleri olan havadaki elektronik sistemler diye adlandırabileceğimiz aviyonik sistemler, yirminci yüzyılın başlarında radyo iletişim ve radar sistemleri olarak kullanılmaya başladı. Sivil ve askeri havacılıkta kullanılan aviyonik sistemler, elektronik bilimindeki gelişmelere paralel olarak ihtiyaçlar doğrultusunda giderek karmaşıklaştı ve bu nedenle artan hata oranlarına karşı yüksek emniyetin sağlanabilmesi zorlaştı. Bu durumda emniyetin devamı için sistematik olarak doğrulanabilir sistemler geliştirilmesi gerekti. Bu kapsamda belirlenen yöntemler rehberler dahilinde herkesin erişimine sunuldu. Aviyonik yazılım alanında bu rehberlerin en bilineni, RTCA (Radio Technical Commission Aeronautics) ve EUROCAE'nin (European Organization for Civil Aviation Equipment) birlikte yayınladığı DO-178/ED-12, 1970'li yıllardan günümüze kadar kullanıldı ve yaygın kabul gördü.

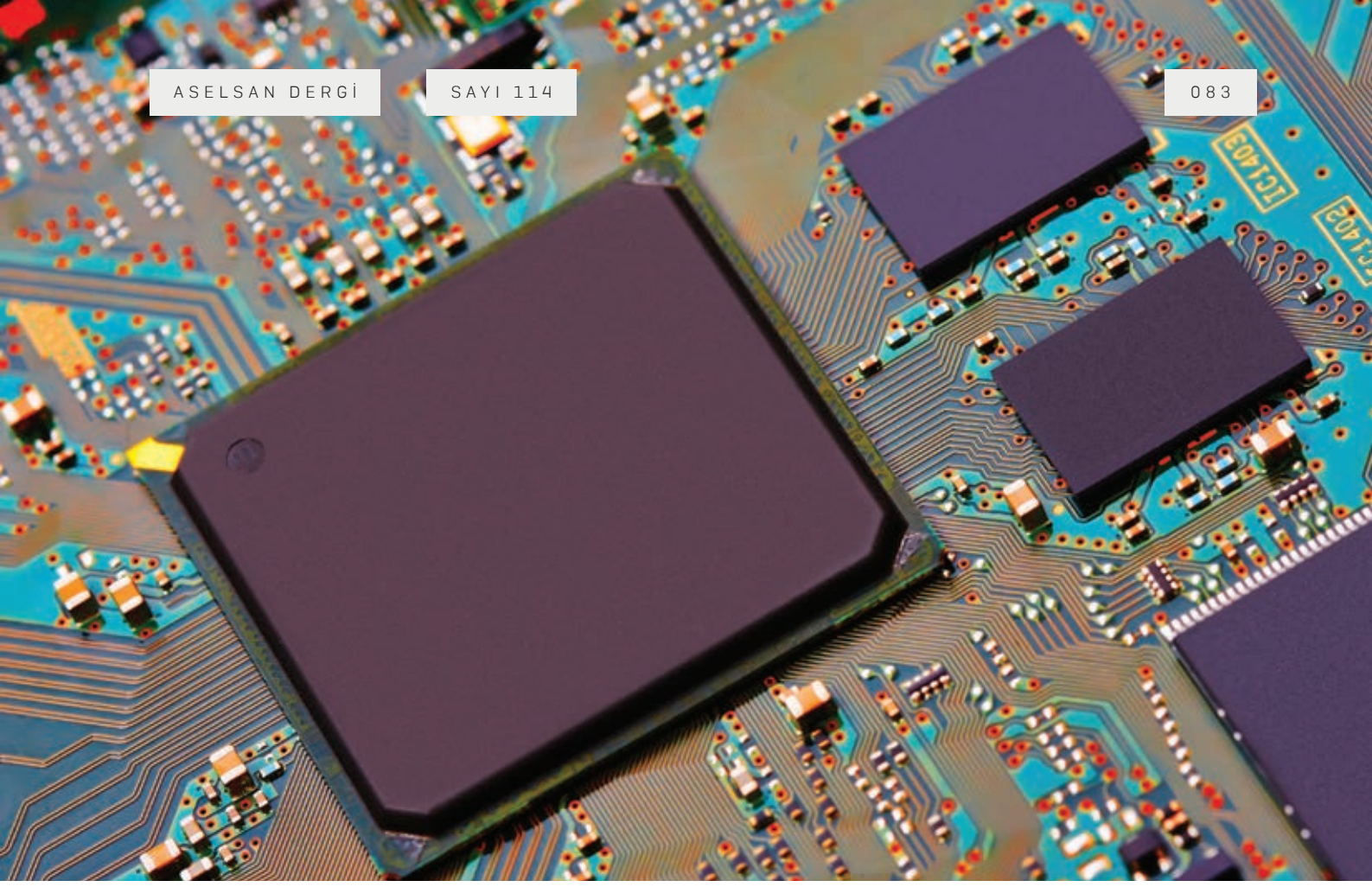
Uzun yıllar, yazılım rehberleri dışında aviyonik donanım için herhangi bir rehber yoktu, fakat özellikle programlanabilir çiplerin (FPGA, PLD vb.) aviyonik sistemlerde karmaşıklık yaratmasıyla aviyonik donanım geliştirilmesi süreci için rehber ihtiyacı doğdu ve 2000 yılında RTCA, DO-178'den ilham alarak DO-254 Aviyonik Donanım Tasarım Güvence Rehberini yayınladı. EUROCAE ise aynı anda benzer ED-80 rehberini yayınladı. DO-254, A.B.D. FAA (Federal Aviation Administration) tarafından 2005 yılında FAA AC 20-152 ile kapsam belirtilerek tanındı. 2011 yılına gelindiğinde ise DO-254/ED-80, Avrupa EASA (European Aviation Safety Agency) tarafından EASA CM-SWCEH-001 ile elektronik donanım bileşenlerinin bazı alanları için daha sıkı yöntemler belirtilerek tanındı. DO-254, pratik olarak 2000'lerin ikinci yarısından itibaren aviyonik sistem geliştirenler tarafından FPGA/PLD odaklı olarak uygulanmaya başladı ve daha sonra karmaşık entegre, kartları da içerecek şekilde tüm donanım bileşenlerine uygulandı.

Yakın geçmişte sivil havacılıkta DO-254'ün benimsenme ve uygulanma oranı askeri havacılığa oranla çok daha yüksek seyretti. Bunun en büyük nedeni FAA, EASA ve diğer ülkelerin sivil havacılık kuruluşlarının yayınladığı regülasyonlar oldu. Günümüzde askeri alanda da DO-254'ün yaygın olarak kullanıldığını görüyoruz. DO-254 ile birincil hedef can kaybı ve sakatlıkların önlenmesi olsa da özellikle askeri alanda DO-254'ün uygulanması için diğer bir motivasyon da karmaşık aviyonik ve diğer hava aracı bileşenlerinin; yüksek altyapı, geliştirme ekipmanı, malzeme maliyetleri ve özellikle üretim sayılarının düşüklüğünün doğurduğu yüksek iş gücü maliyeti nedeniyle yüksek maliyetli sistemler olması, bu nedenle de sistem kaybının azaltılmak istenmesidir. Her ne kadar DO-254 ile sistem geliştirme maliyetleri yüksek olsa da sistem kaybı maliyeti çok daha yüksektir.

UÇUŞ EMİNİYETİ

DO-254 ile amaçlanan, hata oranını en az seviyede tutup yüksek emniyet sağlamaktır. DO-254 ve DO-178 aviyonik donanım ve yazılım geliştirme rehberleri, donanım ve yazılımın bir sistemin parçaları olmaları nedeniyle, aviyonik sistem geliştirme rehberi olan SAE (Society of Automotive Engineers) ARP-4754 / EUROCAE ED-79 ile, SAE ARP-4754 / EUROCAE ED-79 altında tanımlanmış yöntemlerden çıktı alarak ve bu yöntemlere girdi sağlayarak, birebir ilişkilidir. Sistem seviyesi ile donanım ve yazılım seviyelerinin arasında bulunan IMA (Integrated Modular Avionics) ve ilgili geliştirme rehberi DO-297/ED-124 ise, genel kullanıma yönelik modüler aviyoniklerle ilgili tanım ve yöntemlerle süreç bütününü tamamlar.

Uçan platform/sistem seviyesinde yüksek emniyetin sağlanması ile ilgili yöntemler SAE ARP-



4761 ile tanımlanmıştır ve bu yöntemlere göre yapılan sistem emniyet değerlendirmesi ile sistem fonksiyonlarının emniyet açısından kritiklik seviyeleri belirlenir. Sistem fonksiyonları, donanım geliştirme çalışmalarında donanım fonksiyonlarına kırılır ve emniyet değerlendirme çalışması sonucunda donanım fonksiyonlarına kritiklik seviyeleri atanır. Fonksiyonların hangi donanım parçaları tarafından gerçekleneceği belirlendikten sonra bu donanım parçalarına da bu kritik seviyeleri yansıtılır. Bir donanımın veya donanım parçasının kritiklik seviyesi aşağıdaki beş seviyeden birisi olabilir:

Seviye A: Bu donanım arıza yaptığında hava aracı emniyetli uçamayacak ve iniş yapamayacaktır. Bu durum hava aracının ve içindeki personelin kaybı ile sonuçlanabilecektir.

Seviye B: Bu donanım arıza yaptığında hava aracı personelinin olumsuz durum karşısında kabiliyetlerini sınırlayacaktır, aynı zamanda personelin iş yükünü artırabilecektir. Bu durum bazı personelin ciddi yaralanması veya kaybı ile sonuçlanabilecektir.

Seviye C: Bu donanım arıza yaptığında hava aracı personelinin olumsuz durum karşısında kabiliyetlerini sınırlayacaktır, aynı zamanda personelin iş yükünü artırabilecektir. Bu durum bazı personele rahatsızlık verebilecek veya bazı personelin yaralanması ile sonuçlanabilecektir.

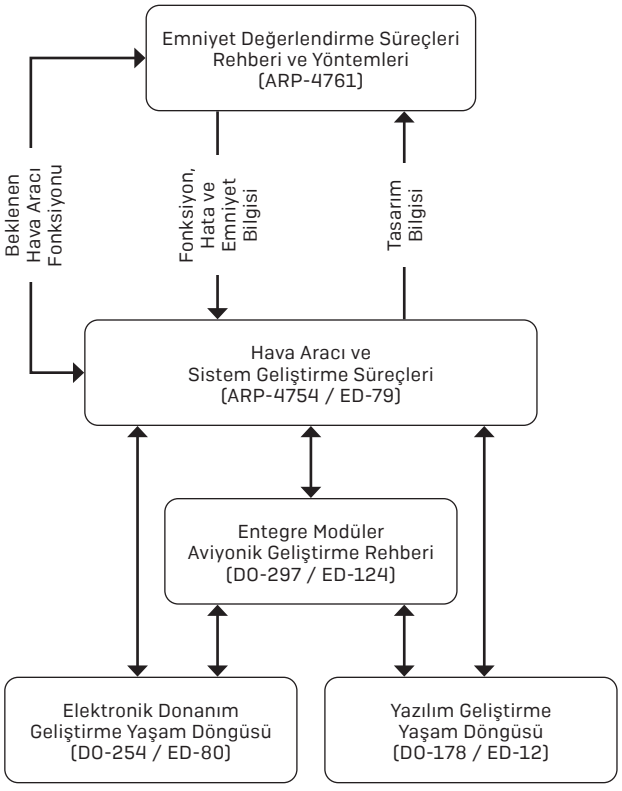
Seviye D: Bu donanım arıza yaptığında hava aracının emniyeti ciddi derecede azalmayacaktır, fakat olumsuz bir duruma yol açmayacak şekilde personel iş yükünü artırabilecektir. Bu durum personele biraz rahatsızlık verebilecektir.

Seviye E: Bu donanım arıza yaptığında hava aracının kabiliyetlerinde azalma ve personel iş yükünde artma olmayacaktır.

Seviye E'den A'ya doğru giderken arıza sonuçları ağırlaştığından donanımın hata oranının da düşmesi gerekir. Seviye A, B ve C için sırasıyla 10^9, 10^7 ve 10^5 saatte en fazla bir hata görülmesi kabul edilmiştir.

Donanım tasarımında bu hata oranlarına ulaşabilmek; DO-254 tasarım geliştirme ve doğrulama altyapısının yeterliliği, ilgili tasarım ve doğrulama süreçlerinin verimliliği, yoğun emek ve disiplin ve en önemli olarak da geçmiş projelerde edinilmiş tecrübe ve kazanımların etkin olarak mevcut ve gelecek projelere aktarılması ile mümkün

SPD
HDG
LAT
HDG
V/S
ALT
LVL/CH
V/S
12000
1009
CHRONO
SIDE STICK PRIORITY
F-HEPC



Şekil 1 – Hava aracı sistemi geliştirme kılavuz dokümanları

olmaktadır. Bu noktada ASELSAN, ANKA insansız hava aracı UKB (Uçuş Kontrol Birimi) ile başladığı DO-254 faaliyetlerine HÜRKUŞ-B Eğitim Uçağı, Genel Maksat T-70 Helikopteri, Gökbey T-625 Hafif Sınıf Genel Maksat Helikopteri aviyonikleri geliştirme projeleri ile devam etmiştir. ASELSAN, bu projelerde kazandığı tecrübe, kullanıma aldığı tasarım ve doğrulama araçları, rafine ettiği ilgili süreçleri ile şu anda da Milli Muharip Uçak (TF-X) projesi Seviye A, B ve C aviyonik geliştirme faaliyetlerini yürütmektedir.

Özellikle Seviye A ve B hata oranları, konvansiyonel tasarım yöntemleri ile ulaşılması çok zor veya imkânsız olduğundan bu seviyeler için mitigasyon olarak adlandırılan durumun ciddiyetini hafifletici tekniklerin kullanılması gerekmektedir. Mitigasyonlar çok çeşitli olabilmektedir. ASELSAN'ın da farklı ölçülerde uyguladığı aşağıdaki mitigasyonlar, ilk akla gelenlerdir:

Alternatif Mimari: Aynı fonksiyonu yerine getiren birbirinden farklı iki veya daha fazla donanım veya donanım bileşimi tasarımı ve bunların aynı anda kullanılıp sonuçlarının karşılaştırılması

LIGHTS
ON
OFF
INSTRUMENT
FLOOD
LANDING
TAXI
POSITION
STROBE
HORIZON
EMERGENCY
SPEED
KNOTS
NAV
HDG
ALT
COM
RANGE
ENGINE
PFD
CDI
ADF/DME
XPDR
IDENT
INR/REF
NRST
ESS BUS
AVIONIC MASTER

Çoklu Mimari: Aynı fonksiyonu yerine getiren birbiriyle aynı iki veya daha fazla donanım veya donanım bileşimi tasarımı ve bunların aynı anda kullanılıp sonuçlarının karşılaştırılması ya da bunların birbiri ile yedekli kullanımı

Sonuçları İzleme: Kritik fonksiyonları yerine getiren donanım bileşenlerinin sonuçlarının periyodik, devamlı veya istek üzerine kontrolü, kontrol sonucu mevcut hataların tespiti ve hata derecesinin bildirilmesi; hata tespiti sonucunda hatanın tamamen veya kısmi olarak giderilip raporlanması; kritiklik derecesine göre cihazın veya cihaz fonksiyon ve/veya donanım parçalarının kısmen veya tamamen kapatılması

İzolasyon: Birbirini olumsuz etkileyebilecek donanım bileşenlerinin etki analizi sonucuna göre birbirinden mümkün olduğu kadar etkileşimin azaltılarak izole edilmesi, ayrılması

Bölümleme: Fonksiyonların atandığı donanım bileşenlerinin tasarım süreci içinde önceden sonraki tasarım süreci içinde değişmeyecek şekilde sabitlenmesi, böylelikle tasarım aşamalarının birbirine etkisinin azaltılması; benzer şekilde, fonksiyon cihaz üzerinde yerine getirildiğinde fonksiyonun daha çalışmadan zamanı ve kaynakları nasıl kullanacağının belirlenmesi ve böylelikle çalışma zamanında fonksiyonların birbirine olası etkilerindeki belirsizliğin azaltılması

Donanım hataları iki grup altında sınıflandırılabilir:

Sistematik: İnsan faktörüyle oluşan hatalardır. Bu hatalar belirli koşullar sağlandığında mutlaka oluşur ve kaynağı sistem/donanım tasarımı, üretimi, idamesi vb. aşamalarındaki eksikliklerdir.

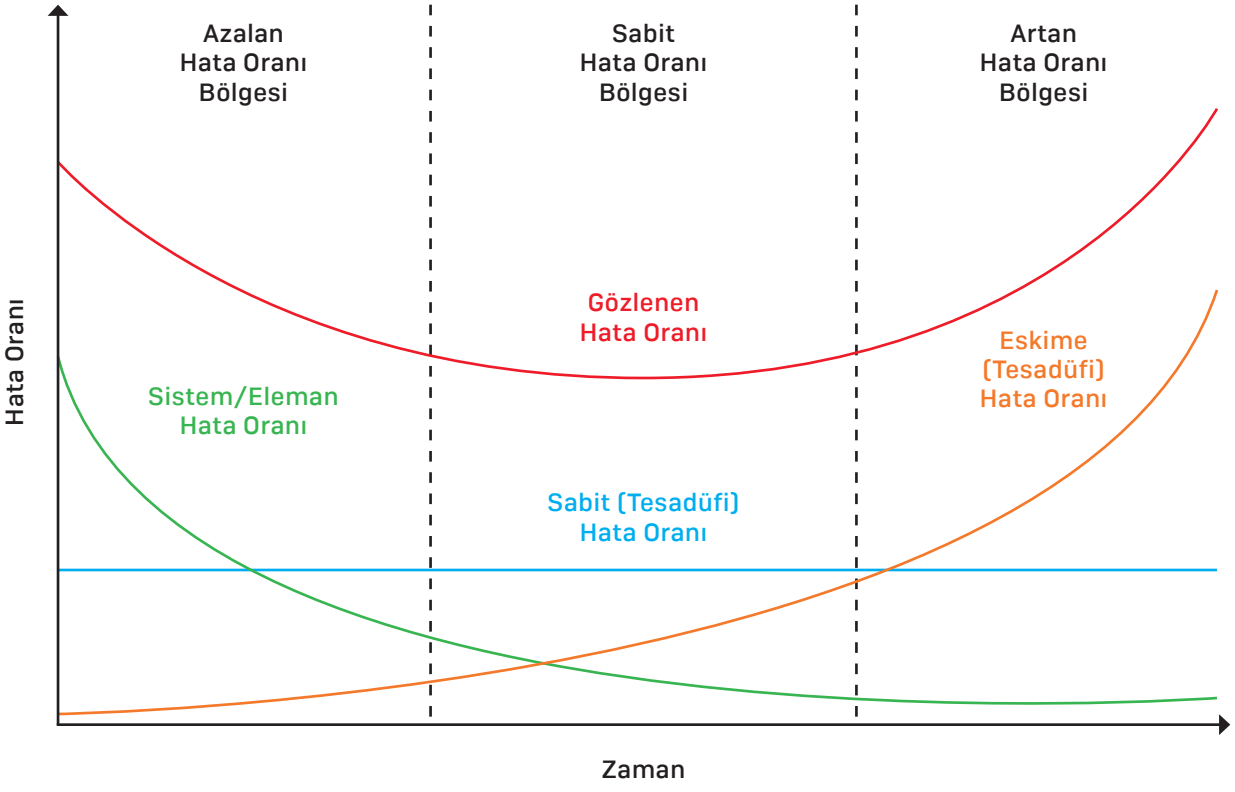
Tesadüfi: Ne zaman gerçekleşeceği bilinemeyen hatalardır. Kaynağı sistemde kullanılan malzemelerin özelliklerini zamanla kaybetmesi, sistemin eskimesi, özellikle aviyonik sistemler için yüksek irtifada radyasyon nedenli Single Event Upsetler (SEU) olabilmektedir.

Yukarıda bahsedilen mitigasyonları biraz daha somutlaştırmak için, örnek olarak SEU'ya (uzaydan yeryüzüne ulaşan radyasyonun, donanımın içinde bulunan bir değeri rastgele değiştirmesine) karşı geliştirilen bazı stratejilerden bahsedebiliriz. SEU; SRAM tabanlı FPGA/PLD'leri, işlemcileri, işlemci ve FPGA/PLD ile birlikte kullanılan harici hafızaları (DDR vb.), işlemci içi ve diğer entegre içi hafızaları etkilemektedir. SEU'ya karşı alınan önlemlerden bazıları şunlardır:

- Hatanın alt donanım bileşenleri seviyesinde tespiti için hata tespiti/düzeltme algoritmalarının (parite, ECC-Error Correction Code vb.) kullanımı
- SEU'ya karşı daha dayanıklı teknolojiye sahip entegrelerin kullanımı
- Hatanın üst donanım bileşenleri seviyesinde tespiti için birinci entegre ile aynı işleri yapan (tercihen ayrı hafızası olan) ikinci bir aynı entegre kullanımı
- Üstteki maddede bahsedilen yapının birim seviyesinde çoklanması
- Hatanın birim seviyesinde tespiti ve düzeltilmesi için aynı işleri yapan birbiri ile aynı üçlü bir yapı kurulması
- Hatanın sistem seviyesinde önlenmesi için hataya müsait yapının sistem içinde çoklanması

Yukarıdaki çoklamalardaki amaç işlem yapan entegre veya FPGA/PLD kodundan sentezlenmiş FPGA/PLD devresi işlem sonuçlarını karşılaştırarak sonuçlardaki farklılık durumunda hata oluştuğunu anlamak ve doğru sonuç tespit edilebiliyorsa doğru sonucu kullanmak, doğru sonuç tespit edilemiyorsa gereken önlemleri (sistemi tümden ya da bazı sistem özelliklerini/birimlerini kapatmak vb.) almaktır. Bu çoklamalar tesadüfi hatalara karşı alınan önlemlere örnektir. Sistematik hatalara karşı önlem alma durumunda kalınsaydı, yukarıda bahsedilen bu çoklamaların aynı entegre, çevre elemanları ve kod yerine birbirinden farklı alternatif entegre, çevre elemanları ve kod ile yapılması gerekirdi.

Bir entegrenin sistematik hataları varsa bunlar daha çok entegre ömrünün ilk zamanlarında ortaya çıkar. Uzun süre kullanma ve eskimeye bağlı hatalar ise daha çok entegre ömrünün sonlarında oluşur ve bunlar genellikle görülme olasılığı zaman ilerledikçe artan tesadüfi hatalardandır. Zamanla değişmeyen ve olasılığı aynı kalan, donanımın kendi özelliğinden kaynaklanan hatalar da sabit tesadüfi hatalardır. Bu üç hata tipinin ortaya çıkma karakteristiği Şekil 2'de görülmektedir. Çoğunlukla tesadüfi hatalar olmak üzere, entegrenin yaptığı işlemin aksamasına neden olacak (ve sisteme de tesir edebilecek) iki hata arasında entegrenin çalışır vaziyette kaldığı hatasız geçen süre MTBF (Mean Time Between Failures) olarak adlandırılır. MTBF değeri kart, modül, birim ve sistem seviyesinde de kullanılmaktadır. MTBF değerinin yüksek olması hatanın tamamen düzeltilmediği veya düzeltilemediği ve alternatif hata durumu senaryosunun uygulanacağı durumlarda önem taşımaktadır ve sistem güvenilirliğini artırmaktadır. Güvenilirlik ve emniyet ise ilgili fonksiyon ve donanım parçalarının kritiklik seviyesine göre birbiriyle ilişkilidir.



Hata oranı fonksiyonu

Yukarıda emniyete yönelik anlatılan aktiviteler ve verilen örneklerde alınan önlemlerin entegre, devre bütünü, kart, kartlar bütünü, cihaz ve sistem seviyesinde ayrı ayrı ve birlikte alınabileceği görülüyor. Bu kategorileri ürün kategorilerine; FPGA kodu (IP - Intellectual Property), kart, modül (kartlar bütünü), cihaz, ve cihaz takımı (cihazlar-bütünü/sistem) olarak atayabilir ve bağımsız ayrı önlemlerin alındığı durumda her bir kategorideki ürün için DO-254 Seviye A, B, C'ye uygun geliştirme yapılabileceğini söyleyebiliriz. ASELSAN bu kategorilerin tümünde DO-254 uyumlu geliştirme yapmıştır ve yapmaktadır. Bu kabiliyet, kullanımda olan ve hata gereksinimlerini karşılayarak gerçek saha kullanım sonuçlarına sahip ürünlerin getirdiği emniyet güvencesi ve tahmini açısından kritik öneme sahiptir. Bu kabiliyet aynı zamanda ASELSAN'a, özellikle yurt dışı pazarında, DO-254 uyumlu olmayan alternatiflerin ötesinde DO-254 uyumlu alternatiflere göre de rekabet avantajı sağlamaktadır.

Uluslararası sivil havacılık faaliyetlerinin birçoğu FAA, EASA gibi kuruluşların yayınladığı uluslararası düzeyde benimsenmiş regülasyonlara uygun olarak yürütülmektedir. Bunun dışında birçok ülke veya ülke topluluğu kendi havacılık faaliyetlerinin belli kurallar çerçevesinde yürütülmesi için kendi havacılık kuruluşlarını oluşturmuşlardır. Türkiye'deki bu kuruluş SHGM Sivil Havacılık Genel Müdürlüğüdür. Aviyonik sistemlerin, bölgesel ve ülkesel olarak hava araçlarında kullanılabilmesi bu kuruluşların onayına bağlı olabilmektedir. Türkiye, ECAC'ın (European Civil Aviation Conference) kırk dört üyesinden birisi olmasına karşın otuz bir ülkenin üye olduğu EASA'nın üye ülkelerinden değildir. Aviyonik üreticisi olarak EASA onaylı cihaz geliştirmek önemli avantajlar sağlamakta ve bu doğrultuda ASELSAN, EASA'ya üye olmayan ülke statüsünde, EASA cihaz onayı alabilmek ve bu sayede yurt dışı pazarında rekabet avantajı sağlamak için çalışmalarına ayrıca devam etmektedir.

TÜRK SİLAHLI KUVVETLERİNİ GÜÇLENDİRME VAKFI

AŞKLA COŞKUYLA HEYECANLA ORDUMUZU GÜÇLENDİRİYORUZ

TÜRKİYE İŞ BANKASI TL TR84 0006 4000 0014 2380 8100 00	Tüm operatörlerden **1987**'ye gönderilen her kısa mesaj ile **10 TL** bağışta bulunabilirsiniz.			
TÜRKİYE İŞ BANKASI EURO - SWIFT: ISBKTRIS TR28 0006 4000 0024 2384 0800 00	**TÜRKİYE İŞ BANKASI** USD - SWIFT: ISBKTRIS TR85 0006 4000 0024 2383 9100 00	**T.C. ZİRAAT BANKASI** TL TR07 0001 0017 4506 0317 4150 39	**GARANTİ BANKASI** TL TR71 0006 2000 1140 0006 2970 83	**HALK BANKASI** TL TR37 0001 2009 4520 0016 0019 87
ZİRAAT KATILIM BANKASI A.Ş. TL TR13 0020 9000 0005 7968 0000 01	**AKBANK** TL TR59 0004 6008 3288 8000 0088 88	**VAKIF KATILIM BANKASI A.Ş.** TL TR68 0021 0000 0001 9870 0000 01	**ŞEKERBANK** TL TR37 0005 9000 6013 0006 0076 22	**TEB BANKASI** TL TR13 0003 2000 0000 0067 1985 71

TSKGV, CUMHURBAŞKANLIĞININ 22 MART 2021 GÜN VE 3736 SAYILI KARARI İLE İZİN ALMADAN YARDIM TOPLAYABİLEN KURULUŞLARDAN SAYILMIŞTIR.

Remzi Oğuz Arık Mah. Paris Cad. Yazanlar Sk. No:4 Çankaya/ANKARA

Genel Müdürlük Tel: 0 312 468 87 88 - E-posta: bagis@tskgv.org.tr

aselsan TÜRKHAVACILIK UZAYSANAYİİ roketsan HAVELSAN İSBİR aspilsan

AVİYONİK YAZILI

AVİYONİK YAZILIM GELİŞTİRME

Dr. Şener YILMAZ

Savunma Sanayii Müsteşarlığının önderliğinde 2004 yılında başlatılan ARGE2004 projesiyle birlikte havacılık alanında milli donanım üzerinde çalışan %100 milli yazılım geliştirilmesi serüveni ülkemizde özellikle askeri havacılık alanında dışa bağımlılığı tamamen ortadan kaldırmıştır. Özellikle, pilot için kritik uçuş ekranlarını da üreten görev bilgisayarı ilk olarak ATAK Helikopteri ihalesiyle birlikte kurgulanmış, donanımı ve yazılımıyla tamamen milli olarak geliştirilmiş ve son dönemde de milli tasarım uçak ve helikopterlerimizde diğer özgün tasarım ASELSAN aviyonik sistemlerle birlikte başarıyla kullanılmaktadır.

Modern hava araçlarına herhangi bir cihazı, telsiz olsun, silah olsun, entegre edebilmek için tüm sistemleri kontrol eden görev bilgisayarı tasarımına hakim olmanız şarttır. Hava aracının hazır olarak temin edildiği durumda, üzerindeki tüm sistemlerle entegre çalışan bir platforma sahip olursunuz, ancak üzerine milli sistemlerinizi kullanabilmek için tasarımcı firmaya gitmeniz gerekir. Aviyonik ve askeri sistemler de ülkeler arası kontrollere tabii olduğu için çeşitli sıkıntılar yaşanabilmekte ve sizi tamamen dışarıya bağımlı kılabilmektedir.

İşte bu bağımlılığı kırmak için o yıllarda SSM önderliğinde başlatılan çalışmalar meyvesini vermiş ve T-129 ATAK Helikopteri başta olmak üzere, T-38 Eğitim uçağı, ANKA İnsansız Hava Aracı, HÜRKUŞ-B Eğitim Uçağı, F-16 Özgür Savaş Uçağı, T-70 Genel Maksat Helikopteri ve Gökbey Helikopterleri tamamen milli bir görev bilgisayarı ve milli aviyonik sistemlerle geliştirilmiştir.

Hava araçlarında yıllara sair önemi ve büyüklüğü katlanarak artan yazılımın özellikleri ve geliştirilmesine yönelik bilgileri bu yazımızda bulabilirsiniz.

NASIL BAŞLADI?

ATAK Helikopteri ihale süreci hazır alımla başlayıp kritik bir kararla milli bir görev bilgisayarı geliştirilerek tüm aviyonik ve silah sistemi entegrasyonunun milli imkanlarla entegre edilmesi kararlaştırıldı. Paralelde de ARGE2004 projesi başlatılarak ASELSAN önderliğinde TÜBİTAK ve TUSAŞ ile üçlü konsorsiyum kurularak çok iddialı bir takvim içerisinde görev bilgisayarı yazılım ve donanımların geliştirilmesi için start verildi.

Prototip platform olarak envanterde bulunan AH-1S Süper Kobra helikopteri tahsis edildi. Kara Kuvvetleriyle yakın çalışılarak eski tip kokpitten yola çıkılarak modern bir glass kokpit tasarlandı. Emniyet açısından sadece ön kokpit modernize edildi, arka kokpit aynen korundu. Tersine mühendislikle tüm helikopter ve motor sinyalleri sayısallaştırılarak görev bilgisayarı tarafından ana uçuş ekranları (PFD - Primary Flight Display) oluşturuldu. ATAK Helikopteri konfigürasyonunda yer alan sistemler prototipte yer aldı. İlk kez bir hava aracına mühimmat entegrasyonu gerçekleştirildi.

Sayısal Harita dahil telsizler, veri aktarımı, elektronik harp, görev yönetimi, termal kamera gibi modern hava araçlarında bulunan tüm özelliklere sahip bir modernizasyon gerçekleştirildi ve çalışmalar başarılı bir canlı füze atışıyla taçlandırıldı.

Bundan sonrası hızlı devam etti. Öncelikle Agusta-Westland ve TUSAŞ ile T-129 ATAK Helikopteri projesine başlandı, paralelde TUSAŞ ile T-38 Eğitim Uçakları modernize edildi, TUSAŞ tasarımı ANKA Orta İrtifa İnsansız Hava Araçları için Görev Bilgisayarı geliştirildi.

ATAK ve T-38'de yapılanları inceleyen Sikorsky firması yetkilileri Türkiye'nin Genel Maksat Helikopteri ihalesinde ASELSAN görev bilgisayarını kullanmayı teklif etti. Bu uluslararası bir başarıydı. Özellikle ATAK ihalesinden çekilen Amerika'nın kısa bir süre içerisinde Türk Yazılımını kabul ettiğinin bir kanıtı oldu ve Savunma Sanayii Müsteşarlığı tarafından da dile getirildi.

Sonrasında, aviyonik alanında işler, ÖZGÜR F-16 Blok 30 modernizasyonu, TUSAŞ'ın geliştirdiği HÜRKUŞ-B Eğitim Uçağı ve Gökbey Helikopteri projeleri başta olmak üzere artarak devam etti.

GÖREV BİLGİSAYARI NEDEN KRİTİK?

Hava araçlarında, özellikle askeri platformlarda, yolcu taşımacılığı dışında kritik olan görevdir. Helikopter, savaş uçağı, insansız hava aracının görevi icra etmesi, emniyetli uçması kadar kritiktir. Dolayısıyla, modern askeri platformlarda pilotların, uçmanın yanı sıra görevlerini de yerine getirebilmeleri için hem uçuş hem görev sistemlerini tek bilgisayarda entegre eden kritik yapı görev bilgisayarıdır. Görev Bilgisayarı, hem platformda yer alan uçuş kontrol bilgisayarı ile

COM1 COM2 IFF LIST HUD CNTL KYBD
CURSOR
MAG INHG
STBY
GUN
INV
HDG 000
CRS
TCN
INDX
SRC
STPT

mod = modifier_ob.modifiers.new("
object to mirror_ob
mod.mirror_object = mirror_ob
== "MIRROR_X":
mod.use_x = True
mod.use_y = False
mod.use_z = False
== "MIRROR_Y":
mod.use_x = False
mod.use_y = True
mod.use_z = False
== "MIRROR_Z":
mod.use_x = False
mod.use_y = False
mod.use_z = True
at the end -add back the
select= 1
select=1
scene.objects.active = modifier_
" + str(modifier_ob)) # modifi
ob.select = 0
context.selected_objects[0]
objects[one.name].select = 1
("please select exactly two objects,
OPERATOR CLASSES ----------
Operator):
mirror to the selected object"""
mirror_mirror_x"
X"
context):
active_object is not None

haberleşerek hava aracının kontrolünü sağlamakta, hem de göreve yönelik diğer tüm sistemlerin kontrollerini yerine getirerek pilotlara sayısal ekranlar (MFD - Multifunction Display) üzerinden gösterim sağlamaktadır. Ana uçuş ekranından sayısal haritaya, elektronik harp sisteminden silahların kontrolüne kadar tüm sistemler görev bilgisayarı üzerinden hava aracına entegre edilmektedir.

Ülkemiz açısından görev bilgisayarının kritikliği, hava aracına milli tasarım aviyoniklerin ve milli tasarım silah sistemlerin görev bilgisayarı tasarımına hakim olmadan entegre edilememesidir. Böyle bir durumda, platform üreticisi firmaya gitmeden kendi tasarladığınız telsizinizi bile hava aracına entegre edemiyorsunuz. Dolayısıyla, askeri havacılık alanındaki bu dışa bağımlılık milli görev bilgisayarının tasarlanmasıyla aşılabilmiştir.

Görev Bilgisayarı tasarımının diğer elektronik cihaz tasarımlarından ve yazılım geliştirmeden farkı, havacılık alanında emniyetli tasarım için uyulması zorunlu standartlara uygun geliştirilmesi ve uçuşa elverişlilik için sertifikasyon alınmasıdır. Bu süreçler de tecrübe kazanılarak elde edilebilen, herhangi bir firmadan veya eğitimle kazanılamayan ciddi bir bilgi birikimidir (know-how).

AVİYONİK YAZILIMIN DİĞER YAZILIMLARDAN FARKI NEDİR?

Günümüzde, hepimizin kullandığı elektronik cihazlarla birlikte piyasaya pek çok yazılım sürülmekte, her birinde de belli hatalar (bug) bulunmaktadır. Sonrasında gelen güncellemelerle bu hatalar giderilmeye çalışılmaktadır. Ancak, aviyonik alanında bunu yapmanınız söz konusu olamaz.

Bir yazılımı hava aracına yükleyebilmek için oluşturulan obje kodunun (Executable binary) her bir bit'inin hangi amaçla orada olduğunu ve amaca uygun olarak doğru çalıştığının bir testle doğrulandığını sertifikasyon otoritesine kanıtlamanız gerekmektedir. Yani, test edilmemiş veya amaca hizmet etmeyen bir bit bile yazılımın içerisinde yer alamaz. Bunun nasıl başarılacağına yönelik tek bir yöntem olmadığı gibi, olası yöntemlere ilişkin bir bilgiye ulaşmak da neredeyse imkansızdır. Buna yönelik uygun teknikleri kendiniz belirlemeniz ve sürecinizi ona göre kurgulamanız gerekir ki, işin sonunda yazılımınız sertifiye olabilsin. Kurguda bir hata varsa, işin mali boyutundan bağımsız olarak sertifikasyonu alamaz ve yazılımı uçağa yükleyemezsiniz.

Aviyonik Yazılımların geliştirilmesinde sertifikasyon otoritelerinin baz aldığı standart, RTCA/DO-178C'dir. Bu doküman aslında bir standart değil, bir rehber dokümandır. Bu dokümana uyumlu ilerlendiğinde yazılımın sertifiye olabilmesi olasılığı yüksektir ve otoriteler tarafından izlenmesi tavsiye edilmektedir. İşin muallaklığı ve zorluğu da buradadır: hiçbir şey net değildir. Duruma göre ele alınmalıdır.

DO-178C

"Aviation" ve "Electronics" kelimelerini birleşiminden oluşan "Avionics" kelimesi, uçak elektronik sistemlerini temsil etmekte, bu elektroniklerin içerisinde yer alan yazılımlara da kısaca "Aviyonik Yazılım" olarak adlandırılmaktadır. Gömülü yazılımın bir alt alanı olan aviyonik yazılım, sadece teknik açıdan değil, yazılım yaşam döngüsü boyunca uygulanan süreçleriyle de farklılık göstermektedir.

Sivil havacılıkta uyulması zorunlu olan DO-178C standardı, aviyonik sistemlerde oluşabilecek yazılım hatalarının insan hayatına zarar vermemesi için hem izlenen yazılım süreçleri açısından hem de geliştirilen yazılım açısından dikkat edilmesi gereken esasları ve süreçlerin izlendiğine dair oluşturulması gereken sertifikasyon kanıtlarını tanımlamaktadır. Yazılım geliştirmenin her safhasında, geliştirilen yazılımın kritiklik seviyesine uygun olarak analiz, tasarım, kodlama ve testlerin bağımsız olarak gözden geçirilmesi, emniyet ve hata analizlerinin yapılması ve bu sayede can ve uçuş güvenliğine (safety) etki edebilecek her türlü hatanın ayıklanması amaçlanmaktadır. Sivil havacılık alanının olmazsa olmazları arasında yer alan bu standart askeri alanda da kendini kabul ettirmiş ve tüm askeri havacılık projelerinde de ülkemizde uyulması zorunlu hale gelmiştir.

SAE ARP 4754A ve ARP 4761 aviyonik sistem ve emniyet süreçleri ile birlikte işletilen RTCA/DO-178C süreci, platform ve sistem seviyesinde belirlenen kritiklik seviyelerinin yazılımda güvence altına alınmasında yol gösterir. RTCA/DO-178C, yazılımları, neden olabilecekleri sonuçların etkisine göre A'dan E'ye kadar beş seviyeye ayırmaktadır. A seviyesi, yazılım hatası oluştuğunda insan hayatına mal olabilecek yazılımlar için, E seviyesi de, insan hayatına etkisi olmayan yazılımlar için tanımlanmıştır. Her seviye için kanıt oluşturulması gereken ilave adımlar eklenmektedir. Bu nedenle, A seviyesi bir yazılımın geliştirilip doğrulanması, yazılım sürecinde en fazla zaman ve kaynak gerektiren seviye olmaktadır.

Seviye A olarak belirlenen bir yazılımın, üzerinde koştuğu tüm hava araçlarının görev yaptıkları tüm ömür/servis döngüleri boyunca tek noktadan kaynaklanan bir hatadan dolayı ölümcül sonuçlar oluşmayacağını taahhüt etmek ve bununla ilgili tüm kanıtları oluşturmak gerekmektedir. Böyle bir taahhüt için ilave sistem seviyesi çözümler oluşturulmakta, aviyonik mimari buna uygun tasarlanmaktadır.

Artık ASELSAN iç süreçleri, aviyonik alanında yazılım geliştirildiğinde, projede DO-178C ve/veya sertifikasyon isteri olmasa da, DO-178C'ye uygun olarak geliştirilmektedir ve sertifikasyon süreci, iç denetimlerle otorite yerine yürütülmektedir.

YAZILIM SERTİFİKASYONU

Hava aracına çıkan tüm yazılımların uçuşa elverişlilik (airworthiness) açısından sertifikasyonlarının yapılması gerekmektedir. Sivil hava sahasında uçabilmesi için hava aracına Tip Sertifikasyonu (TS) alınması zorunludur. Bu sertifikasyonun yazılım için zorunlu kıldığı standart DO-178C'dir. Hava aracından bağımsız olarak bazı standart birimlere tek başına TSO/ETSO sertifikasyonu alınabilmektedir. Bu sertifikalandırmayı Avrupa'da EASA, Amerika'da ise FAA havacılık otoriteleri gerçekleştirmektedir. Ülkemizde de bu rolü sivil projelerde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) ve askeri projelerde Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB) üstlenmektedir. Sertifikasyon otoritesi yazılım açısından öncelikle DO-178C planlarını onaylamakta, sonrasında kanıtların ve sürecin planlara uygunluğunu SOI (Stage of Involvement) adı verilen denetimlerle gerçekleştirilmekte ve süreç boyunca üretilen tüm DO-178C kanıtlarını onaylamaktadır.

Seviye	Emniyet Etkisi	Kriter Sayısı	Bağımsızlık
A	Felaket	71	30
B	Tehlikeli	69	18
C	Majör	62	5
D	Minör	26	2
E	Emniyet etkisi yok	0	0

DO-178C Seviyelerine göre sağlanması gereken kriterler (objectives)

DO-178C Yazılım Geliştirme Süreci

ASELSAN Görev Bilgisayarı Yazılımları ATAK Helikopteri ile başlayan süreçte T-38 Eğitim Uçağı, ANKA İnsansız Hava Aracı, ÖZGÜR F-16 Blok 30 Modernizasyonu, HÜRKUŞ-B Yeni Nesil Temel Eğitim Uçağı projeleri kapsamında SSB tarafından bağımsız olarak DO-178 açısından denetlenmektedir. Sikorsky ile birlikte yürütülen Genel Maksat Helikopteri projesinde Sikorsky QAB (Quality Assurance Board) tarafından bu süreç yürütülmüştür. Gökbey Helikopteri projesinde de sivil konfigürasyon için SHGM bu rolü üstlenmiştir.

AVİYONİK YAZILIM GELİŞTİRME SÜRECİ

Aviyonik Yazılım geliştirme süreçleri DO-178C standardında tanımlanmıştır. Yazılımın kritiklik seviyesine göre gerçekleştirilmesi gereken aktiviteler ve oluşturulması gereken sertifikasyon kanıtları (artifacts) değişiklik göstermektedir. Emniyet seviyesi arttıkça beklenen kriterlerin (objectives) sayısı da artmaktadır.

Burada aynı zamanda bağımsız olarak yürütülmesi gereken faaliyetlerin sayısı da seviye arttıkça artmaktadır. Bu faaliyetler temelde gözden geçirme ve doğrulama faaliyetler olarak özetlenebilir. En basit anlatımla, bir çıktıyı (artifact) üreten kişi ile o çıktıyı doğrulayan kişin farklı olmasıdır. Benzer şekilde, kritiklik seviyesi düşük yazılımlarda konfigürasyon kontrolü altındaki kanıtların bir kısmı için sadece son sürümlerinin yer alması yeterli olabiliyorken, daha yüksek seviyelerde tüm versiyonların saklanması ve yeni sürümlerin sadece değişiklik yönetimi süreci ile oluşturulması zorunlu olmaktadır.

Süreç, sertifikasyon konularının nasıl ele alınacağını anlatan Yazılım Sertifikasyon Planı (PSAC – Plan for Software Aspects of Certification) ile başlar ve sürecin bu plana göre nasıl sonlandığını anlatan Yazılım Başarım Özeti (SAS – Software Accomplishment Summary) ile son bulur.

Planlama aşamasında PSAC'in yanı sıra yazılım geliştirme (SDP), doğrulama (SVP), konfigürasyon yönetimi (SCMP) ve kalite güvencesi (SQAP) için dört farklı plan ve gereksinim (SRS), tasarım (SDS) ve kodlama (SCS) için üç ayrı geliştirme standardı oluşturulmaktadır. Gereksinim aşamasında üst seviye gereksinimler, tasarım aşamasında da yazılım mimarisi ve alt seviye gereksinimler oluşturulup, kodlama ve entegrasyon aşamalarına geçilmektedir. Sistem gereksinimlerinden üst ve alt seviye gereksinimlere ve oradan kodlamaya kadar çift yönlü izlenebilirlik kurulmaktadır. Benzer şekilde tüm gereksinimlerle test prosedürleri arasında da izlenebilirlik sağlanmaktadır.

Doğrulama süreci geliştirme sürecine paralel gitmektedir. Her aşamada kontrol listeleri kullanılarak sırasıyla gereksinim, tasarım, kodlama, entegrasyon, doğrulama prosedürleri ve doğrulama sonuçları gözden geçirilmekte ve kayıtları konfigürasyon kontrolü altında saklanmaktadır. Doğrulama aşamasında gereksinim bazlı testlerle yazılımın tamamı doğrulanmakta ve kapsama analizleri ile testlerin yeterliliği değerlendirilmektedir.

Kalite tüm süreci yakından takip etmektedir. Ayrıca sertifikasyon otoritesi, tüm dokümantasyonu onayladığı gibi ayrıca planlama, geliştirme, doğrulama ve sertifikasyon aşamalarında dört adet denetim (SOI – Stage of Involvement) gerçekleştirmektedir.

GÖREV BİLGİSAYARI YAZILIMI

Pilota uçuş ile ilgili tüm gösterge ve kontrolleri sağlayan ve uçuş yönetim sistemi (FMS) yazılımını da içeren Görev Bilgisayarı, hava aracında yer alan güvenli haberleşme, silah, elektronik harp, kask, hedefleme ve silah sistemlerinin denetimlerini gerçekleştirmekte, aviyonik sistemlerin arıza ve yedekleme yönetimini sağlamaktadır.

Görev Bilgisayarı Yazılım Mimarisi

Yazılım güvenliği (safety) ve engetre modüler aviyonik (IMA – Integrated Modular Avionics) kavramlarıyla beraber bölüntü (partition) kavramı oluşmuştur. Bölüntüleme, yazılım parçalarını hem hafıza kullanımı, hem de işlemci kullanımı açısından tamamen birbirinden bağımsız hale getirmektedir. Bu sayede yazılımlar, sanki farklı işlemcilerde çalışıyormuşçasına tek bir işlemci üzerinde birbirlerini etkilemeden çalışabilmektedirler. Bir bölüntüde oluşan hata diğerini kesinlikle etkilememekte; hata oluşan bölüntünün diğer yazılımları etkilemeden yeniden başlatılabilmesine imkan vermektedir. ARINC-653, bu bölüntülemeye uygun standart işletim sistemi arayüzü sunmaktadır. Bölüntülemenin yanı sıra bu standart arayüz sayesinde işletim sistemi bağımlılığı da ortadan kalkmakta, işletim sistemi değişiklikleri uygulama seviyesinde kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir.

ASELSAN Görev Bilgisayarı Yazılımı, bu bölüntüleme yapısı kullanılarak geliştirilmiş ve tüm yazılım, kritiklik ve fonksiyonellik açısından modüler parçalara ayrılmıştır. Bölüntüler arası iletişim için kullanılan standart arayüzler sayesinde hava aracı konfigürasyonu ve ihtiyaçlarına bağlı olarak bölüntüler, ya tek bir işlemci ya da birden çok işlemci üzerinde koşabilmektedir. Bir işlemci üzerinde koşan bir bölüntü, ileride doğabilecek genişleme ihtiyaçlarına bağlı olarak farklı bir işlemci üzerine kolaylıkla taşınabilmektedir.

Görev Bilgisayarı Yazılımı modüler, katmanlı, model-tabanlı bir yazılım mimarisi üzerine kurulmuş ve ARINC-653 uyumlu işletim sistemi ile donanıma bağımlılığı en aza indirgenmiştir.

Katmanlı yapının en altında, Gerçek Zamanlı İşletim Sistemi ile üzerinde koşulan donanımlara erişimi sağlayan Kart Destek Paketi (BSP – Board Support Package) ve Sürücü (device driver) yazılımları yer almaktadır. Bu yazılımlar, uygulamadan bağımsız tamamen donanıma özgü olarak geliştirilmektedir. Her tür donanım değişikliklerinde bu yazılımlar güncellenmektedir. Kart Destek Paketi ve Sürücü yazılımları, kullanılan işletim sistemine özgü geliştirilmektedir. Bu katmanın üzerinde, işletim sistemine standart bir arayüz üzerinden erişim sağlayan ARINC-653 uyumlu işletim sistemi katmanı yer almaktadır.

Bu iki katman, uygulamadan bağımsız, tamamen donanıma ve işletim sistemine özgü bir yapıda kurulmuştur. Donanım değişikliklerinden bu iki katman doğrudan etkilenmektedir. Ancak aynı donanımın kullanıldığı farklı uygulamalarda bu iki katman aynı kalmaktadır.

Bu iki katman üzerinde uygulama yazılımlarını donanımdan soyutlayan ve donanım ve dış arayüzlere ortak yazılım arayüzleri üzerinden erişimi sağlayan donanım soyutlama katmanı yer almaktadır. Bu katman, tüm görev bilgisayarları için ortak yazılım modülleri ile donanıma ve konfigürasyona özgü temel yazılımları içermektedir. Aynı zamanda uygulama yazılımları ile donanım arasında üst seviye bir arayüz sağlayarak donanımın tamamen uygulamadan soyutlanmasını sağlamaktadır. Bu katman sayesinde her türlü donanım ve ortam değişiklikleri uygulama katmanı değiştirilmeden kolaylıkla mümkün olabilmektedir.

En üst seviyede bulunan sistem yönetimi katmanı, tüm bu yazılımların ayağa kalkmasını, sağlıklarının izlenmesini, yedekleme yönetimini, işlemcilerin senkronizasyonu gibi yönetimleri gerçekleştirmektedir. Bir yazılımda problem olduğunun tespit edilmesi ve buna bağlı olarak sadece o yazılım yeniden çalıştırılmasını veya tüm yazılımın baştan çalışmasını yöneten de bu katmandır. İki görev bilgisayarı arası geçişi de bu yazılım sağlamaktadır.

TMKB

Tümleşik Merkezi Kontrol Bilgisayarı

Tümleşik Merkezi Kontrol Bilgisayarı (TMKB), aviyonik sistemlerin tek merkezden yönetimini sağlayan, gelişmiş işlem kabiliyeti ile pilota görevi icrasında destek olarak iş yükünü azaltan görev bilgisayarıdır. Arayüzleri, modüler donanım/ yazılım mimarisi sayesinde, platform ve uygulama özelliklerine göre kolayca ölçeklendirilebilmektedir. Tümleşik Merkezi Kontrol Bilgisayarı arayüz çeşitliliği, geniş hafıza altyapısı, yüksek işlem ve performans kapasitesi ile pilotun görevi etkin şekilde gerçekleştirmesini sağlar.

www.aselsan.com

aselsan

AVİYONİK SİBER GÜVENLİK

Elverişlilik Güvenlik Süreci Spesifikasyonu'nu (Airworthiness Security Process Specification ED202/DO326) yayınladı. ED202/DO326 spesifikasyonunun aviyonik sertifikasyon sürecine en büyük etkisi ise değişken siber tehdit unsurlarına karşı yazılım ve donanımların belli aralıklarla güncellenmesi gerekliliği oldu. Bunun sonucunda güncel siber güvenlik ihtiyacını karşılamak için döngüsel bir sertifikasyon süreci başlamış oldu.

Fırat GÖKTAŞ
İsa Can BABİR
Mustafa EVCİL
Ozan DÜLGEROĞLU
Zaliha Yüce TOK

AVİYONİK SİBER GÜVENLİK

Siber güvenlik, telekomünikasyon sistemlerinin her zaman yüksek öncelikli ve vazgeçilmez bir parçasıydı. Geleneksel aviyonik mimariler ise, doğası gereği, dış dünya ile veri etkileşimlerinden izole olacak şekilde tasarlandı ve kötücül yazılımların erişimine büyük ölçüde kapalı kaldı. Erişime açık olmayan aviyonik yazılım ve donanımların kullanımı da siber saldırganların ihtiyaç duyduğu spesifik bilgilerin erişimini engelliyordu.

Diğer birçok sektörde olduğu gibi havacılık endüstrisi de hızlı dijitalleşirken, 5G, Bulut, Wi-Fi, Uydu Haberleşmesi ve Yapay Zeka gibi teknoloji ve konseptler yeni nesil aviyonik süitlerde yerlerini aldı. Bu gelişmeler akabinde dış dünya ile iletişime geçen aviyonik platformlar ise siber saldırılara açık hale geldi. Artan bağlantı noktaları, donanım ve yazılım karmaşıklığının büyümesi de modern aviyonik sistemler için tehdit yüzeyinin artmasına yol açtı.

Yeni nesil sivil ve askeri uçaklardaki gelişmelere paralel olarak, dünyadaki sivil havacılık düzenleyicileri, iletişim, navigasyon ve gözetim teknolojilerini geliştiren şirketler için yeni politikalar, düzenlemeler ve kılavuzlar geliştirmeye başladı. 2019 yılında Avrupa ve Amerikan havacılık endüstrisi, EASA ve FAA ile koordine olarak, hava aracı geliştirme aşamasında kılavuz olarak kullanılmak üzere Uçuşa

ASKERİ HAVACILIĞIN EVRİMİ

Birinci Dünya Savaşı sırasında ve hemen sonrasında, savaş uçaklarının ilk versiyonları havacılık sahnesine çıktı. Bu uçaklar birinci nesil jet avcı uçakları olarak sınıflandırıldı ve iletişim, navigasyon gibi fonskiyoneliteler için aviyonik sistemler kullanılmadı.

İkinci nesil askeri hava araçlarında yüksek hızlarda kullanılan silah sistemlerinin doğruluğu ve etkinliği artırmak için radarlar ve güdümlü füzeler kullanıldı. Ayrıca, savaş pilotlarının daha fazla savaş alanı desteğine ihtiyaç duyduğu da ortaya çıktı. Bu nedenle jet avcı uçakları bu ihtiyaçların bir kısmını karşılayacak çok rollü bir pozisyona adapte edildi. Merkezi ve dağıtık mimariler, analog veri gönderimi, dijital ve senkro arayüzler, kısıtlı tümleşik ekranlar ve görev emniyet kritik aviyonikler bu nesilde kullanılmaya başlandı.

Üçüncü nesil askeri hava araçlarında ise federe mimarilerin kullanıldığı, uzak terminal sayılarının arttığı ve hataya dayanaklı aviyonik sistemlerin yer aldığı görüldü. Sadece gerekli silahları taşımakla kalmadılar, aynı zamanda havadan havaya müdahalede bulunabildiler Ayrıca darbeli doppler radarı ve saha dışı hedefleme aviyonikleri gibi teknolojiler de bu nesilde karşımıza çıktı.

Bu nesildeki en önemli gelişmelerden biri federe mimari yapısı doğrultusunda "tek işlev -bir bilgisayar" prensibiyle yeni nesil aviyonik sistemlerin geliştirilmesi oldu. Federe yapılar hava aracının her bir fonksiyonunun kendine ait işlemci ve sensörden oluştuğu, verinin farklı fonksiyonlar arasında paylaşılmadığı, tek bir görevi icra eden kutuların yer aldığı mimarilerdi. Federe sistemler geleneksel

metodolojileri kullanması, sertifikasyon ve tasarımı nispeten kolaylaştırması ve hali hazırda bir tedarik zincirine sahip olması gibi avantajlar sağlarken; yer, ağırlık ve güç tüketiminin fazla olması, yazılımların yeniden kullanılabilirlik, taşınabilirlik ve modülerlik özelliklerini yeterince karşılayamaması gibi dezavantajları getirdi.

Dördüncü nesil askeri hava araçları dijital veri yollarının yoğun olarak kullanıldığı ve 1. Nesil IMA (Integrated Modular Avionics) mimarisinin görüldüğü nesil olarak yer aldı. Manevra kabiliyetleri, kablolu uçuşları, daha hafif kompozit malzemeleri, sentetik radarları ve kızılötesi yetenekleri ile karakterize edilen bu jetler, aerodinamik ve gizlilik açısından büyük bir gelişmeydi.

IMA mimarisi federe mimarilerin aksine ortak donanım modüllerinin bir araya getirildiği, sensör verilerinin birden fazla sistem bileşeni tarafından paylaşıldığı, bir ana işlemcinin aviyonik fonksiyonların çoğunu yerine getirdiği, aynı zamanda alan ve zaman bölütlendirmesine imkan sağlandığı mimari yapılardı. IMA mimarisi yer güç ve ağırlıktan kazanç sağlarken aynı zamanda yeniden kullanılabilirlik , taşınabilirlik ve modülerite açısından da yazılımda büyük avantaj sağladı. Ancak tasarım ve sertifikasyonunun daha kompleks olmasına yol açtı.

Dijital hesaplama ve mobil ağ, beşinci nesil savaş uçaklarını tanımlandığı nesil oldu. Yeni pilot kaskları, iletişim ağları, sensörler, yardımcı saldırı dronları ve daha güçlü motorlar, savaş havacılığında sınırları zorladı. 2. Nesil IMA mimarisi sayesinde iyileştirilmiş modülerlik ve hataya dayanıklılık, 5G, Bulut Bilişim, Makine Öğrenme, yapay zeka gibi teknolojilerin kullanımı yaygınlaştı. Ayrıca Aviyonik Siber güvenlik standartları da yerini almaya başladı.

ED202/DO326 UÇUŞA ELVERİŞLİLİK GÜVENLİK SÜRECİ SPESİFİKASYONU

Aviyonik endüstrisindeki siber güvenlik tehditleri diğer endüstrilere göre çok daha uzun süre sonra sorun teşkil etti. Bu durumun en önemli nedenleri arasında IT sistemlerinin ve aviyonik sistemlerin doğası gereği birbirinden farklı olması ve aviyonik altyapıya yönelik bu tür karmaşık saldırılarda kullanılabilecek bilgi birikiminin yalnızca içeride çalışanlar tarafından bilinmesi başka bir ifadeyle dışarıya kapalı kalmasıydı.

Aviyonik endüstrisinin hızla dijitalleşmesiyle COTS ürünler, Bulut Bilişim, 5G ve Yapay Zeka gibi teknolojilerin kullanımı yaygınlaştı. Dış dünya ile bağlantılı hale gelen aviyonik platformların siber ataklara açık hale gelmesi siber güvenlik çözümlerinin kullanımını zorunlu hale getirdi. Aviyonik sistemlerin kendine has bir disipline ve uzmanlık alanına ihtiyaç duyması, siber güvenlik çözümlerinde de özelleşmiş analiz tekniklerine ve güvence hususların gelişmesine yol açtı. Bu gelişmeler ışığında EASA hava aracı geliştirme aşamasında kullanılmak üzere Uçuşa Elverişlilik Güvenlik Süreci Spesifikasyonunu (Airworthiness Security Process Specification ED-202/DO-326) yayınladı.

RTCA DO-326A, "Uçuşa Elverişlilik Güvenlik Süreci Spesifikasyonu", uçaklarda siber güvenlik için fiili endüstri yol haritasıdır. Siber güvenlik tehditleri olarak da bilinen uçak sistemlerine yönelik kötü niyetli müdahalelerin sistematik olarak nasıl önleneceği ve azaltılacağı konusunda rehberlik sağlamaktadır. Endüstride genellikle "havacılık siber güvenliğine giriş" olarak adlandırılmaktadır.

DO-326A, tüm hava taşıtları, motorlar, rotorlu taşıtlar ve pervaneler için resmi uyumluluk gereksinimlerini temsil eder. Standardın içeriği, üreticiler için uyumluluk hedefleri ve veri gereksinimlerinin ana hatlarını çizerken, güvenli bir ekosistem oluşturmanın ne anlama geldiğini belirtir. DO-326A'nın ana odak noktası, bir saldırının uçağın çalışma şeklini ciddi şekilde etkileyebileceği ve yolcu ve operatör güvenliğini tehlikeye atabileceği durumlarda, geliştirme ve uçuş operasyonları sırasında kötü amaçlı yazılımların aviyonik sistemlere bulaşmasının nasıl önleneceğinin ana hatlarını çizmektir.

DO-326/ED-202 seti içeresindeki her bir spesifikasyon bir amaca yönelik oluşturulmuştur. DO-326/ED-202 spesifikasyonu sertifikasyon sürecinde ne yapılması gerektiğini belirtirken DO-356/ED-203 spesifikasyonu, nasıl yapılması gerektiğini anlatır. DO-355/ED-204 dokümanı üretim sonrası yapılması gerekenleri, ED-205 de ağırlıklı olarak Avrupa kullanımına yönelik yer sistemleri spesifikasyonunu içermektedir.

ÇİP SEVİYESİNDEN PLATFORM SEVİYESİNE SİBER GÜVENLİK ÇÖZÜMLERİ

Siber saldırılara karşı güvenli ve dayanıklı sistemler geliştirmek için çip seviyesinden platform seviyesine kadar çok katmanlı bir güvenlik mimarisinin oluşturulması gerekmektedir. Bu kapsamda değerli verilerin ve bilgilerin korunduğu, saldıralar karşısında sistemin kritik faaliyetlerini sürdürebildiği savunma mekanizmalarının katmanlaştırıldığı siber güvenlik yaklaşımları izlenmektedir. Fazla bileşenlere sahip bu çok katmanlı yaklaşım, bir bütün olarak sistemin güvenliğini arttırır ve birçok farklı saldırı vektörünü dikkate alır. Bu sebeple çip, kart, montaj, platform ve veriyollarına yönelik gerekli siber güvenlik mekanizmalarının oluşturulması önemlidir.

Çip seviyesinde en çok karşılaşılan saldırılar tersine mühendislik, yan kanal, voltaj sıçraması, bit değişimi ve kötücül yazılım saldırılarıdır. Tersine mühendislik saldırılarının başlıca amacı entegre devrenin tasarımının, gömülü program kodunun ve kriptografik verilerin elde edilmesidir. Çip üzerindeki kriptografik hesaplamalarda ortaya çıkan fiziksel veriler önbellek, zamanlama, güç analizi ve elektromanyetik saldırı yöntemleri kullanılarak analiz edilir. Voltaj sıçraması saldırısı ile bir veya daha fazla makine kodunun yürütülmesi kesintiye uğratılarak kimlik doğrulama gibi kritik işlemler atlatılabilir. Bit değişimi saldırısı ile çip üzerindeki hafıza alanlarının değeri değiştirilerek kritik fonksiyonlara erişim amaçlanır. Kötücül yazılımlar, kasıtlı veya çip tasarımından kaynaklı güvenlik açıklıklarından yararlanarak çip üzerinde arka kapı oluşturulabilir.

Çip seviyesindeki saldırılara karşı alınacak önlemler entegre devrenin tasarımına yöneliktir. Bu önlemler tedarik zinciri sürecinde ve üretim sürecinde uygulanılır. Tersine mühendislik yaklaşımlarına karşı entegre devreye müdahaleyi önleme amaçlı teknikler kullanılır. Yan kanal saldırılarına karşı entegre devrenin ürettiği her türlü veri emisyon yöntemleri için tasarım çözümleri uygulanır.

Kart seviyesinde yaygın olarak tersine mühendislik saldırıları, gömülü işletim sistemi ve uygulamalara yönelik saldırılar, veri yolu zafiyetini kullanan saldırılar, test birimine yönelik saldırılar ve donanım eklentisi saldırıları gerçekleştirilir. Baskı devre kartına yönelik tersine mühendislik saldırılarında kartın içerdiği özel donanım modüllerinin tasarımı, aygıt yazılımları, kartın katmanlı yapısının analizi sonucu kriptografik anahtarların çıkarılması mümkündür. Gömülü işletim sistemi ve uygulamaların sahip olduğu güvenlik açıklıkları kullanılarak kritik fonksiyonlara erişim sağlayacak şekilde yazılıma müdahale etme amaçlanır.

Baskı devre kartının tasarım aşamasında ürünlerin işlevsel özelliklerine yönelik saldırılar düşünülerek bileşenler arasında güvenilir ilişki ve veri akışları tanımlanmalıdır. Kartın tasarımında, sahip olduğu verileri elde etmek için yapılacak tersine mühendislik saldırılarına karşı caydırıcı karşı önlemler alınmalıdır. Kart tasarımında yer alan yazılım kurulumu, ürün testi, hata algılama ve onarım desteği sağlamak için oluşturulan test noktaları kritik fonksiyonlara erişim sağladıklarından bu noktaların azaltılması veya güvenli hale getirilmesi gereklidir. Veri yolları tersine mühendislik ve zararlı eklentiler için bir giriş noktası olduğu için bileşenler arasında veri ve mesaj bütünlüğünü sağlayan kriptografik çözümler uygulanmalıdır.

Montaj seviyesinde Hatta Değiştirilebilir Cihazlar (LRU) ve Elektronik Kontrol Cihazları (ECU) olarak adlandırılan entegre bileşenler platformun alt sistemlerini oluşturmaktadır. Montaj seviyesinde alınacak önlemler ile bu alt sistemlerin kapsadığı güç kaynaklarının, sinyal kontrol panellerinin, sensör işleyicilerin ve aktuatörlerin güvenliğini ve gizliliğini korumayı amaçlamaktadır. LRU'lar arasındaki haberleşme çoğu sistemde

birbirine güvene dayalı şekilde modellenmiştir. Kimlik doğrulamanın yapılmadığı bu sistemlerde birimler arasındaki haberleşmelerde mesajların orijinalliği garanti edilememektedir. Güvenlik açığı barındıran bir LRU ele geçirildikten sonra diğer LRU'ların çalışmalarını bozmaya yönelik ataklar için bir başlangıç noktası oluşturarak platformun işlerliğine zarar verilebilir. Çoğu sistemde LRU'lar konfigürasyon dosyaları üzerinden yönetilmektedir. Saldırganlar güvenli şekilde tutulmayan bu dosyalar üzerinden de konfigürasyonda değişiklikler yaparak platformun çalışmasını bozabilmektedir.

Montaj seviyesinde güvenliği sağlamak için LRU'ların kriptografik kimlik doğrulama metotlarını kullanması gerekmektedir. Bu yöntemle sistemde yetkisiz LRU'ların var olmadığı garanti edilerek zararlı birimlerin diğer birimlerle haberleşmesinin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. LRU'larda yüklü yazılımların yetkisiz olarak değiştirilmesini önleme amaçlı kriptografik protokoller yürütülmeli ve LRU seviyesinde anomalileri tespit etmek için saldırı tespit sistemleri kullanılmalıdır.

Platformlarda bulunan uçuş yönetim sistemi, haberleşme ve navigasyon sistemleri, silah sistemleri gibi alt sistemler, birçok cihazın birbiri ile bir veri yolu üzerinden haberleşmesi prensibi ile çalışır. Bu alt sistemler, çok çeşitli üretici, veri yolu, sensör, işlemci ve aktüatörlerden oluşabilmektedir. Bu çeşitlilik aynı zamanda farklı saldırıların yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Saldırganın birimler arasındaki doğrudan iletişimi engellemesi, veriyolu üzerinden yapılan atakların başında yer alır. Saldırgan, birimler arasındaki mesaj akışını bozan sahte mesajlar enjekte edebilir. Bu tür ataklar bir cihaz tarafından gerçekleştirilebildiği gibi, sistemde daha önceden bulunan masum bir cihazın ele geçirilmesiyle de gerçekleştirilebilir. Casus cihaz veri yolu üzerindeki mesajları gizlice dinleyebilir, dinlediği mesajları modifiye edebilir ve veri yoluna modifiye ettiği mesajları gönderebilir. Bu sayede sistem fonksiyonlarını kontrol dışı değiştirerek, sistemi saldırılara karşı savunmasız hale getirebilir.

Veriyolu üzerinden yapılacak ataklara karşı veri yolu saldırı tespit sistemleri geliştirilmektedir. Bu sistemler veriyolunun normal şartlar altındaki çalışma koşullarını makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi yöntemlerle modelleyerek çalışma sırasında oluşabilecek anomalileri tespit etmeyi amaçlar. Mesajların periyodu, kaynak ve varış adresleri, mesaj boyutu, veriyolunu kullanan cihazın sinyal karakteristiği gibi özellikler modelleme aşamasında kullanılmaktadır.

Platform seviyesinde yapılan saldırılar platform altyapısını, platformlar arası iletişimleri ve platform bakım arayüzlerini hedef almaktadır. Platformun bağlantı kurduğu sistemler (akıllı yollar, yer kontrol istasyonları, ağlar) üzerinden aktarılan verilerin bilinçli olarak üçüncü partiler tarafından bozulması, diğer platformlara eksik/bozulmuş veri aktarımı, diğer platformun saklı verilerini gizlice dinleme yöntemiyle

edinmesi gibi saldırıları içerir. Platformun haberleşme sistemlerine yönelik sinyal karıştırma saldırıları da bu seviyede karşılaşılan ataklar arasındadır.

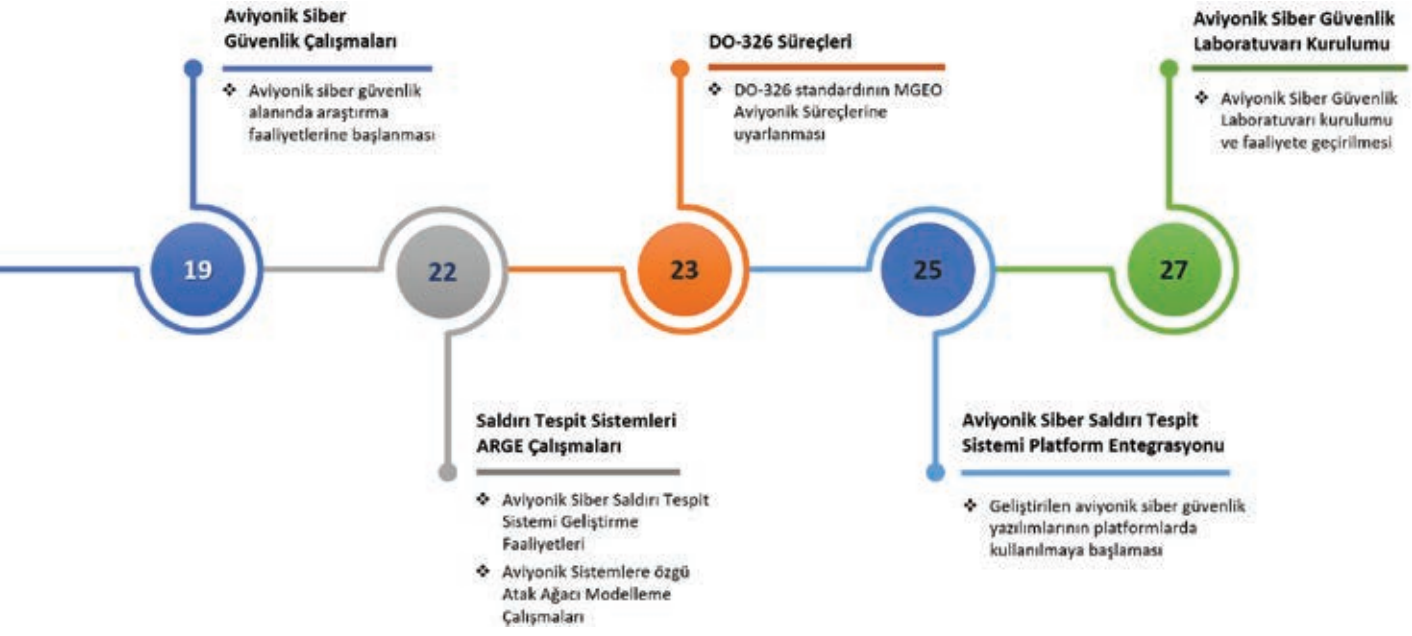
Platform seviyesinde güvenli haberleşme için sistemin çalışma karakteristiklerine uygun tasarlanmış kriptografik protokollere ihtiyaç duyulmaktadır. Yetki kontrolü, kimlik doğrulama, bütünlük, kriptografik anahtar paylaşımı, anahtar dağıtımı ve yönetimi kullanılması gereken kriptografik bileşenlerdendir. Aynı zamanda, bakım, onarım ve yazılım güncelleme faaliyetlerinin yapılacağı arayüzler tanımlanmalı ve bu arayüzlerin kullanımı için yetki kontrolü oluşturulmalıdır. Kritik sistem elemanlarının güvenli tedariği, doğrulanması ve sahte,eksik ya da üretim hatalı parça olmaması amacıyla tedarik zincirinin kontrolü ve incelenmesi için yeni kontrol planları ve prosedürleri oluşturulmalıdır.

ASELSAN AVİYONİK SİBER GÜVENLİK ÇALIŞMALARI

Aselsan Aviyonik Yazılım Tasarım Müdürlüğü bünyesinde aviyonik platformlarda siber güvenlik çalışmaları 2019 yılında başlatılmıştır. Aviyonik platformlara özel siber güvenlik çözümleri, kuantum sonrası kriptografik algoritmaların aviyonik sistemlerde kullanımı ve aviyonik siber güvenlik standartlarının var olan süreçlere adapte edilmesi konusunda çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

2022 yılında, elde edilen birikim doğrultusunda Aviyonik Siber Güvenlik Saldırı Tespit Sistemi ve Aviyonik Sistemlere Özgü Atak Ağacı Modelleme ana başlıkları altında ARGE projesi başlatılmıştır. Bu çalışmalardaki nihai amaç Aselsan tarafından geliştirilen aviyonik platformlarda uçtan uca güvenliği sağlamak olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda Saldırı Tespit Sistemi ile aviyonik platformlarda koşan yazılımlar ve aviyonik veriyolları üzerinde oluşabilecek anomalilerin tespit edilmesi ve kuantum ataklara karşı dayanıklı güvenli kimlik doğrulama, anahtar değişimi ve imzalama protokol geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Aviyonik siber güvenlik yol haritası doğrultusunda Aviyonik Siber Güvenlik Standartlarının süreçlere adapte edilmesi için gerekli çalışmalar başlanmış olup 2023 yılı içerisinde tamamlanması planlanmaktadır. Geliştirilecek aviyonik siber saldırı tespit sisteminin 2025'de halihazırdaki aviyonik platformlarımıza entegre edilmesi öngörülmektedir. 2027 yılında elde edinilmiş bilgi birikimi ve geliştirilmiş teknolojik çözümler ışığında Aviyonik Siber Güvenlik Laboratuvarının kurulumu ve faaliyete geçirilmesi planlanmaktadır. Bu laboratuvarın işler hale geçmesiyle birlikte karşılaşılan siber tehditlere karşı hızlı çözümlerin oluşturulması ve aviyonik siber güvenlik alanında yenilikçi çözümlerin hayata geçirilmesi planlanmaktadır.



CATS

Elektro-Optik Keşif, Gözetleme ve Hedefleme Sistemi

CATS, İnsansız Hava Araçları (İHA) için geliştirilmiş olan, yüksek performanslı bir elektro-optik keşif, gözetleme ve hedefleme sistemidir. CATS sisteminde 3-5 mikrometre kızılötesi kamera, yüksek çözünürlüklü gündüz görüş kamerası, düşük ışık kamerası, lazer hedef işaretleyici, lazer mesafe ölçme birimi, lazer aydınlatma ve lazer noktalama birimi bulunmaktadır.

www.aselsan.com

aselsan

AVİYONİK BİRİMLERİN MEKANİK TASARIM SÜRECİ

Serkan DÖRTKARDEŞLER

Aviyonik sistemler ve navigasyon ekipmanları hava platformlarının vazgeçilmez sistemleridir. Uçuş bilgilerinin izlenmesi, gerekli kontrollerin yapılması, sistemler arası kurulan ağ yapılarıyla güvenli bir uçuşun sağlanabilmesi için pilota gerekli bilgiler sağlayan bu ekipmanların zorlu çalışma koşullarına uygun şekilde yapısal olarak etkin bir şekilde tasarlanması ve çalışma koşullarına uygun koşullar dikkate alınarak doğrulanması gerekmektedir.

Tipik bir süreç akışı aşağıda verilmiştir.

ASELSAN tarafından tasarlanan aviyonik sistemlerde ihtiyaçların belirlenmesi sonrasında alt sistemler için kırılan gereksinimler, mekanik tasarım için detaylandırılmaktadır. Yapılan konsept çalışmaları sonrasında mekanik tasarımı ilgilendiren arayüz, performans, fiziksel, çevre koşulları, kaynak, kalite, tasarım ve yapı gereksinimleri belirlenerek üst sistem gereksinimleri ile izlenebilirlik oluşturulur. Ön tasarım çalışmalarında bu gereksinimlere uygun alternatif çözümler değerlendirilir ve sonrasında bu alternatiflerden birisi seçilerek detay tasarım gerçekleştirilir. Yapılan çalışmalar her aşamada gözden geçirilerek hatalar/bulgular not edilir ve tasarım iyileştirilir. İlk prototiplerin üretimi ile yapısal denemeler ve testler gerçekleştirilir ve mekanik tasarım doğrulama kaydı oluşturularak teknik doküman paketi yayınlanır.

Çalışmaların her aşamasında 3D modeller, analizler, raporlar ve yapılan çalışmaların çıktıları konfigürasyon yönetim araçları üzerinden takip edilmekte ve kayıtları tutulmaktadır.

KASKA ENTEGRE GÖSTERGE SİSTEMLERİ İÇİN MEKANİK ANALİZ SÜREÇLERİ

Jet kaskları için HMD tasarımı

Öner Murat AKBABA

Günümüz yeni nesil savaş uçakları, pilotların görev etkinliğini en yüksek seviyeye çıkartacak pek çok yeni nesil teknolojiler ile donatılmaktadır. Bu teknolojilerden belki de en önemlisi, görev sırasında pilotun ihtiyaç duyduğu pek çok bilgiyi gözlerinin önüne aktaran, pilotun görev sahasına adaptasyonunu sağlayan ve uçak üzerindeki pek çok sistemin kumanda edilmesine olanak sunan kaska entegre gösterge (HMD) sistemleridir.

Jet pilotları için hayati öneme sahip olan bu teknoloji, bir gösterge ve kumanda sistemi olmasının yanı sıra aynı zamanda pilotu dış etkilere karşı koruyan bir kask yapısıdır. Doğrudan insan ara yüzü olan bu sistem için tasarım aktiviteleri çok dikkatle gerçekleştirilmeli, pilotun baş ve boyun bölgesine bir zarar gelmemesi için uçuş koşullarında ve çevresel şartlarda oluşabilecek bütün zorlu senaryolar hesaba katılmalıdır.

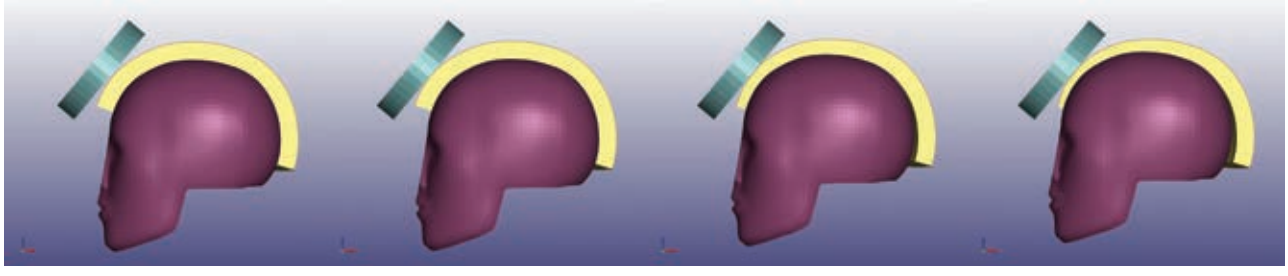
Bu senaryolara, pilotun çok sert bir iniş yapması ve kafasını bir yere çarpması durumu örnek olarak verilebilir. Pilotun kafasını bir yere çarpması sonucu oluşan darbenin enerjisi, kask yapısının içerisinde bulunan darbe sönümleyici parçalarla sönümlenmeli, pilotun kafası belli bir ters ivmelenme seviyesine kesinlikle çıkmamalıdır. Bu yüzden darbe sönümleyici parçanın malzeme çeşidinin ve optimum geometrik ölçülerin belirlenmesi ciddi bir mühendislik çalışması gerektirir.

Pilotun kafasına fırlayabilecek delici bir cisim de yine bu kötü senaryolardan bir tanesidir. Fırlayan delici cisim, kaskın en dışında kullanılan ince kabuk malzemeyi delip geçerek pilotun başına ulaşmamalıdır. Bu tasarım problemi ancak doğru malzeme çeşitleri, katman açıları ve katman kalınlıkları kullanılarak oluşturulan hibrit kompozit yapılar sayesinde çözülebilir.

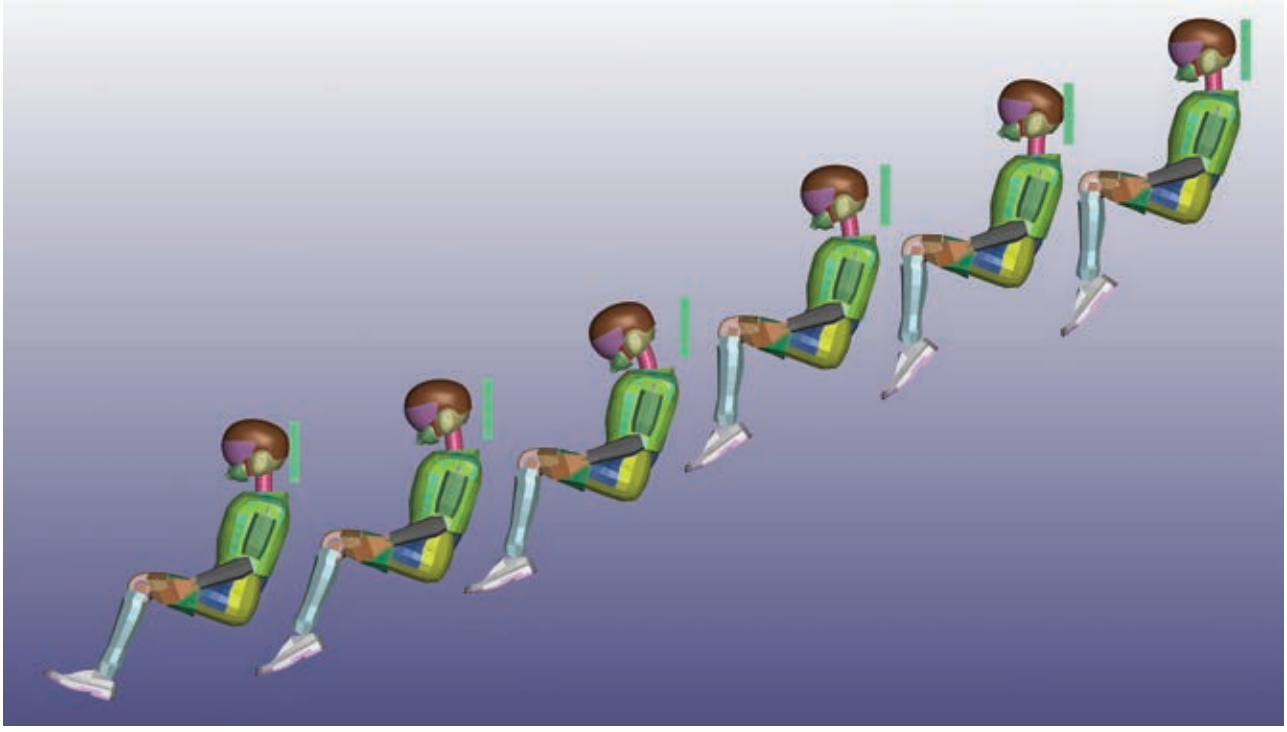
HMD tasarımı konusunda mekanik tasarım faaliyetleri açısından darbe ve delinme senaryoları gibi pek çok başka senaryo mevcuttur. Ancak bu senaryolardan belki de en kritik ve en zorlayıcı olanı, pilotun fırlatma koltuğunu kullanmak zorunda olduğu durumdur. Pilotun başının üzerinde taşıdığı iki kg'lık bir kask, fırlatma anında yaklaşık 20 g ivmelere ulaşan fırlatma koltuğunun hareketi sonucunda pilotun boynunda kırk kg'lık bir etkiye sebep olacaktır. Fırlatmanın etkisinin üzerine bir de rüzgâr yükleri eklenince, pilotun boynu çok ciddi yüklere maruz kalmaktadır. Fırlatma senaryosunda pilot boynunda oluşan yükler, standartlarca tanımlanmış olan insanın zarar görmeden dayanabileceği maksimum boyun yüklerinden az olmak zorundadır.

İşte bu en kritik senaryo, diğer bütün tasarım kararlarını etkilemektedir. Örneğin darbe testlerinde çok başarılı olmuş bir darbe sönümleyici tasarımı, belirlenen ağırlık limitlerinin üstünde kaldıysa, maalesef başarısız bir tasarım haline gelmektedir. Kısacası, geometri ve malzeme optimizasyonunun yanı sıra, özellikle ağırlık ve ağırlık merkezi optimizasyonları baştan sona bütün tasarımsal aktivitelerde dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardır.

Yapılan bir tasarımın güvenilirliğini anlamanın en doğru yöntemi gerçek çevresel koşullarda test yapmaktır. Gerek darbe ve delinme senaryolarını gerekse uçaktan fırlatılma anını fiziksel testler ile simüle etmek mümkündür. Her ne kadar darbe ve delinme testlerinin uygulamaları daha kolay olsa da uçaktan fırlatılma anının testleri bir o kadar zor ve maliyetlidir. Jet motorlarıyla donatılmış ve raylı bir sistemin üzerine oturtulmuş gerçek uçak gövdesinin içerisine, gerçek koltuk modeli ve fiziksel manken modelleri konularak bu testler gerçekleştirilmekte, fiziksel manken modelinin üst boyun bölgesinde bulunan sensörler aracılığıyla pilotun maruz kaldığı boyun yükleri elde edilmektedir.



Darbe Analizleri



Fırlatma analizleri

Bu kapsamda hangi test olursa olsun, test sayısının minimize edilmesi büyük önem arz eder. Bu yüzden doğru mühendislik yaklaşımı, öncelikle HMD kask tasarımını belli bir olgunluğa getirip, tasarım hatalarını azaltıp, optimize bir tasarım ile bu testlere girmektir. Bu sebeple, sonlu elemanlar temelli simülasyon programları ile gerçek çevresel şartların modellenmesi ve tasarımın buna göre iyileştirilmesi tasarım sürecinde önemli bir kilometre taşıdır.

Milli Muharip Uçak için ASELSAN tarafından gerçekleştirilen Kaska Entegre Gösterge Sistemi tasarımlarının zorlayıcı çevresel koşulları, AVCI sisteminden gelen geçmiş tecrübeler ve en güncel teknolojik bilgiler ışığında simülasyon ortamına taşınmaktadır.

Bu simülasyonlara örnek vermek gerekirse, farklı yoğunlukta ve enerji sönümleme potansiyelinde olan malzemeler, farklı geometrik ölçüler ve farklı çarpma senaryoları için pek çok darbe analizleri gerçekleştirilmekte ve pilot kafasındaki ivmelenme grafikleri kontrol edilerek optimum darbe sönümleyici parçalara karar verilmektedir. Bunun sonucunda gerçek testlerde kullanmak üzere yalnızca belirlenen geometri ve malzeme çeşitlerinde üretim yapılmaktadır. Böylece zaman tasarrufu sağlanmakta, bu işi gerçekleştirmek için harcanacak üretim ve iş gücü maliyetleri azaltılmaktadır.

Bir başka örnek ise, gerçekleştirilmesi pek çok açıdan zorlayıcı olan uçaktan fırlatma testinin, simülasyonlarıdır. Pilot koltuğunun fırlatma anındaki ivme yükünün ve Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği simülasyonları sonucu elde edilen rüzgâr yüklerinin analiz modeline tanımlanması sonucu, pilot boynunda oluşan kuvvetler ve momentler, simülasyon ortamında elde edilebilmekte, boyun hasar kriterleri hesaplanabilmektedir.

Fiziksel testlerle analiz modelinin doğrulanma imkânının olmadığı bu tarz kompleks sonlu elemanlar analizlerinde, sonuçların gerçek testlerde elde edilen sonuçlarla birebir aynı olmasını beklemek pek gerçekçi bir yaklaşım olmayabilir. İdeal amaç, gerçek durumu birebir modellemek olsa da gerçek test koşullarında var olan ve modele dahil edilemeyen pek çok parametre bulunmakta ve analizlerde birçok varsayım yapılmaktadır. Burada uygulanması gereken yöntem, analiz yazılımının sunduğu imkânlar ile modellenebilecek en karmaşık ve olabildiğince en doğru analiz modelini oluşturmak ve farklı tasarım parametrelerinin nihai sonucu göreceli olarak nasıl değiştirdiğini tespit etmektir. Böylece analizler, tasarım iyileştirmeleri için çok önemli girdiler verirler.

ASELPOD

Gelişmiş Hedefleme Podu

Üstün Menzil Performansı, Yüksek Performanslı IR ve TV Kamera, Çift Dalga Boylu Lazer Mesafe Ölçer,
Gelişmiş Görüntü İşleme, Hassas Hedef Konumu Belirleme ve Hassas Stabilizasyon

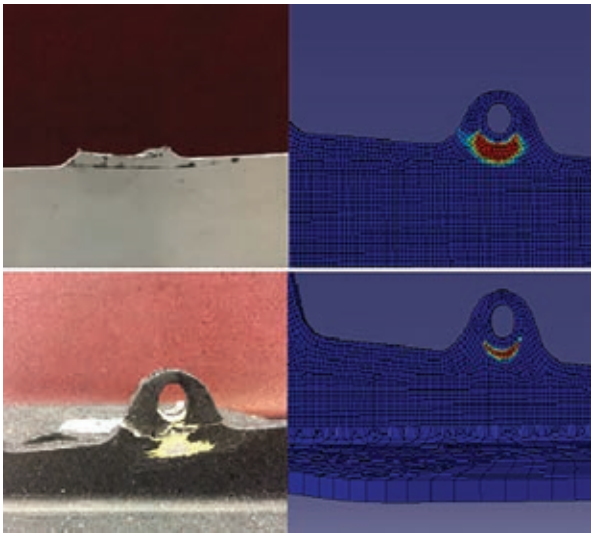
www.aselsan.com

aselsan

AVİYONİK BİRİMLERDE MEKANİK YORULMA ANALİZİ VE TEST SÜREÇLERİ

Onur OKCU
Dr. Güvenç CANBALOĞLU

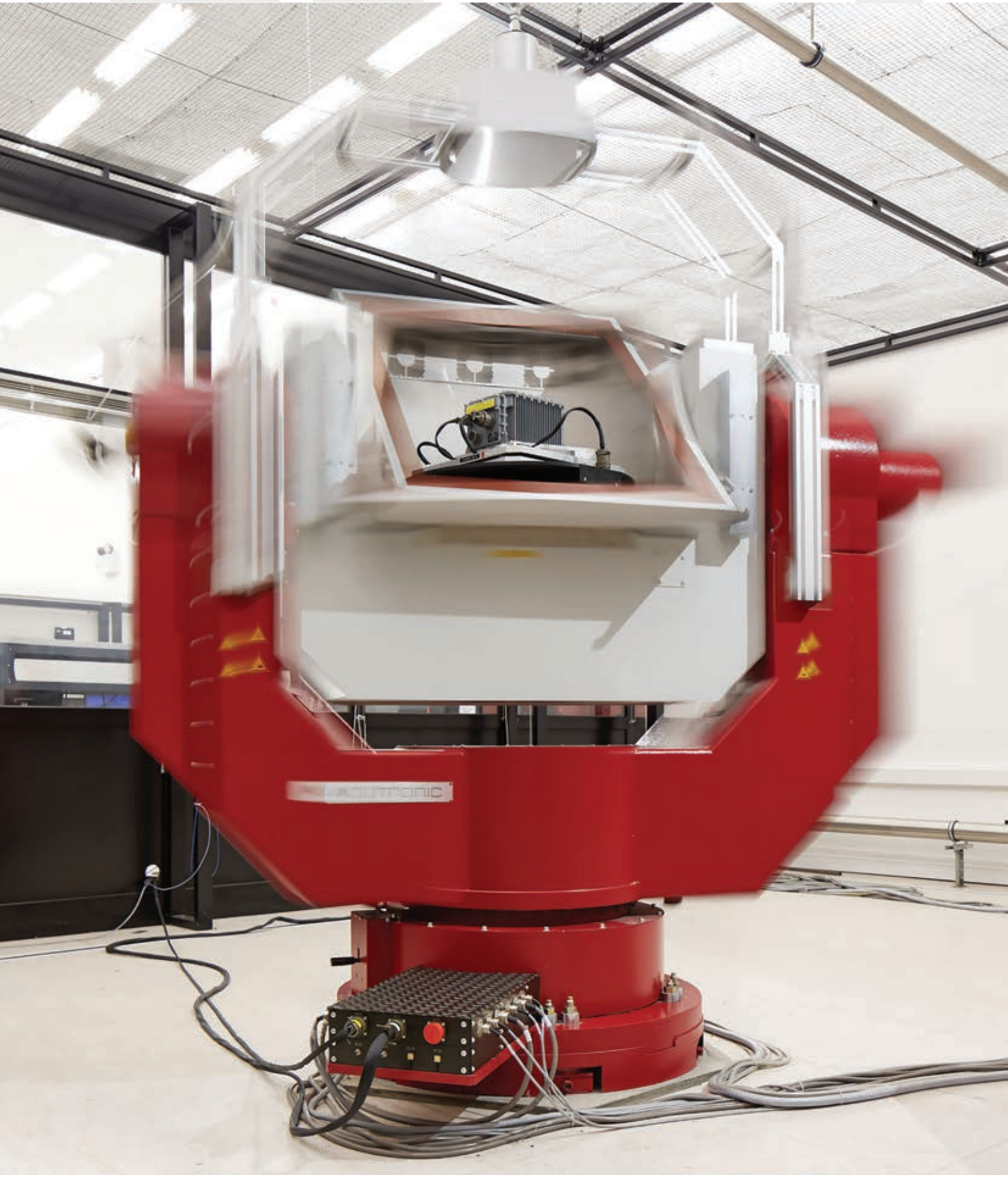
Sabit veya döner kanatlı hava araçları, görev kabiliyetlerini artırmak için kullanılan birçok aviyonik birim ile donatılmaktadır. Bu aviyonik birimler kokpit içerisine yerleştirilen çok fonksiyonlu göstergeleri, uçuş kontrol birimlerini veya aviyonik bölmeye yerleştirilen görev bilgisayarları gibi farklı işlevleri olan cihazları kapsamaktadır. Tüm bu birimlerin uçuş güvenliği veya pilotların uçuş hakimiyetlerinin artırılması gibi kritik görevleri bulunmaktadır. Bu sebeple, kullanımları boyunca herhangi bir hasara veya arızaya maruz kalmamaları önem arz etmektedir.

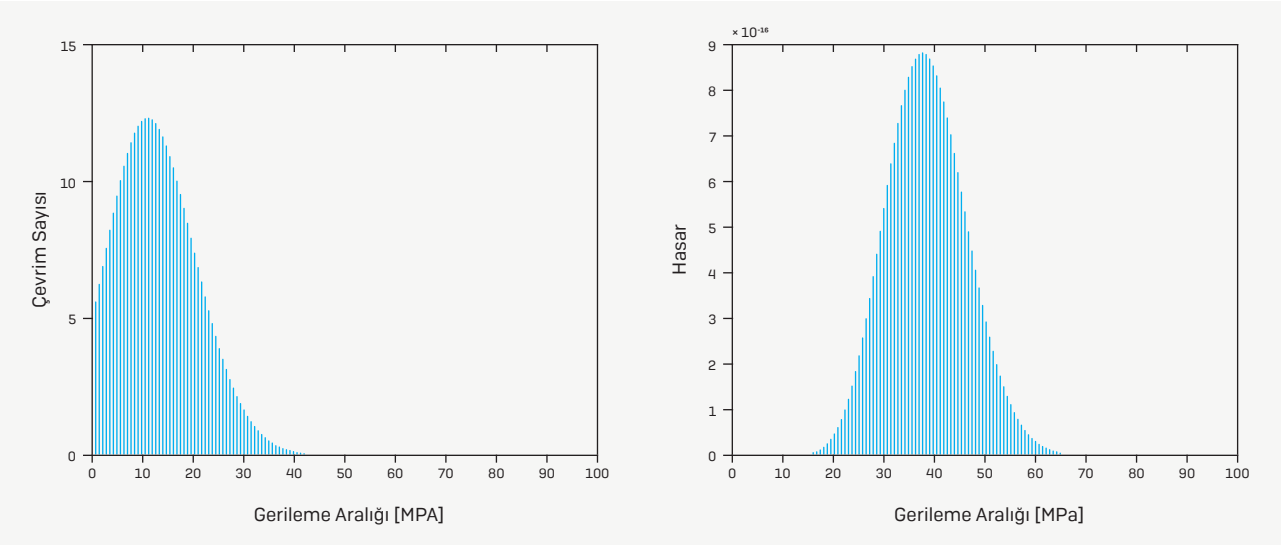


Ömür hesabı için sonlu elemanlar analizi ve çatlak oluşumu

Hava araçlarına entegre edilen bu aviyonik birimler uçuş esnasında birçok farklı yüklemeye maruz kalır. Bu yüklemeler statik ve dinamik olarak iki kategoride değerlendirilebilir. Statik yüklemeler hava araçlarının farklı manevralarla çektiği "g" ivme yüklerini, dinamik yüklemeler ise zamana veya frekansa bağlı olarak oluşabilecek her türlü titreşim, şok veya silah ateşleme yüklerini içerir. Aviyonik birimlerin entegre edileceği hava platformlarında dinamik yüklemeler çok daha baskın şekilde etki etmekte ve birim tasarımlarında kritiklik arz etmektedir. Üstelik bu yüklemeler periyodik şekilde sürekli etki ediyorsa, birimler üzerinde oluşan gerilme değerleri malzemenin akma dayanımının altında olsa bile yorulma hasarı oluşabilmektedir. Bu sebeple, titreşim kaynaklı yorulma malzemelerin yapısal analizlerinde kullanılan en önemli olgulardan biridir. Birimlerin kullanım süreleri boyunca hasara maruz kalmamaları kritik öneme sahip olduğundan, yorulma analizleri ile malzemelerin yorulma ömürlerinin tespit edilmesi zorunludur.

Hava araçlarına entegre edilen aviyonik birimler, araç motorundan, pallerinden ve manevralardan kaynaklanan rastsal titreşim yüklerine maruz kalır. Bu yüklemeler hava platformlarının uçuş zarflarının içinde kalan farklı manevra ve uçuş koşullarına göre de değişmektedir. Tüm bu uçuş koşullarını içerecek şekilde, oluşan yüklemeler operasyonel olarak platform üzerinde birimlerin monte edileceği bölgelerden titreşim verisi toplanarak elde edilebilir. Farklı uçuş koşularında elde edilen bu veriler analiz edilip birleştirilerek gerekli olan titreşim profili oluşturulabileceği gibi, platform üzerinden veri toplamanın mümkün olmadığı durumlarda da askeri





Gerilme-çevrim eğrisi ve hasar eğrisi

standartlarda sabit ve döner kanatlı hava araçları için ayrı ayrı tanımlanan titreşim profillerinden uygun olan seçilip kullanılabilmektedir.

Malzeme yorulması temel olarak üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar çatlak oluşumu, çatlak ilerlemesi ve hasar oluşumudur. Farklı yaklaşımlar kullanılarak çatlak durumuna göre yorulma ömrünün tespiti yapılabilir. Gerilme-ömür (S-N) ve Gerinim-ömür (E-N) yöntemlerinde çatlak oluşumuna kadar geçen süre malzemenin yorulma ömrü olarak kabul edilirken, çatlak büyümesi yönteminde çatlak ilerlemesi incelenip kritik büyüklüğe ulaşana kadar geçen süre yorulma ömrü olarak kabul edilmektedir.

S-N yöntemi gerilme değerlerinin akma mukavemetinden daha düşük olduğu ve çevrim sayısının yüksek olmasının beklendiği durumlarda kullanılmaktadır. Bu sebeple S-N yöntemi, yüksek çevrimli yorulma yöntemi olarak da adlandırılır. Bu yöntemde parça üzerinde oluşan gerilme değerleri, malzemenin SN eğrisi ile tanımlanan ilgili gerilme için izin verilen maksimum çevrim sayısı ile kombine edilerek parça üzerinde yükleme süresi boyunca oluşan tüm gerilme değerlerine karşılık gelen hasarlar tespit edilir. Daha sonra bu hasarlar lineer olarak toplanarak malzeme üzerindeki toplam hasar elde edilebilmektedir. Toplam hasar 1'e ulaştığında malzeme yorulma ömrünü tamamlamış olarak kabul edilmektedir.

Sonlu elemanlar ortamında yorulma ömrünü hesaplamanın ilk adımı yapının dinamik davranış karakteristiğinin bulunmasıdır. Bu sebeple yapının doğal frekansları ve bu frekanslardaki mod şekilleri çıkartılarak baskın frekanslar elde edilmektedir. Daha sonra harmonik analizler sonucunda yapının birim ivme yükü (1 g) altındaki gerilme cevapları elde edilerek sistemin transfer fonksiyonu bulunmaktadır. Platform üzerinden toplanan veya askeri standartlardan alınan yükleme verileri ile bulunan transfer fonksiyonu ilişkilendirilerek sistemin maruz kaldığı yükleme koşulu altındaki cevabı bulunabilir. Bu cevap fonksiyonu kullanılarak malzemenin hangi gerilmeye kaç çevrim maruz kalacağı elde edilmektedir. Elde edilen bu veri ile malzeme SN eğrisi birleştirilerek yapının hasar eğrisi hesaplanıp, yorulma ömrü bulunmaktadır.

Yorulma analizlerinde, sonlu elemanlar modelinin gerçek koşulları mümkün olduğunca doğru yansıtacak şekilde hazırlanması çok önemlidir. Çünkü yorulma ömrü, gerilme değerleri veya malzemenin sönümleme katsayısı gibi etkenlere direkt bağlıdır. Gerilme veya sönümleme katsayısı değerlerindeki minör değişimler malzeme ömründe radikal değişikliklere sebep olabilmektedir. Bu sebeple, malzeme ömrünün doğru tespiti için yapının kritik bölgesinin doğru tayini ve sonlu elemanlar modelinin güvenilir olması kritik öneme sahiptir.

Sonlu elemanlar metodu kullanılarak gerçekleştirilen yorulma analizlerine ek olarak, birimlere kalifikasyon amacıyla testler uygulanmaktadır. Fakat aviyonik birimlerin hedeflenen operasyonel kullanım süreleri test koşullarındaki sürelere göre yüksek olduğundan, test için kullanılan titreşim profilleri askeri standartlarda belirtilen metotlar kullanılarak, yapıya benzer hasarı verecek şekilde hızlandırılmalıdır. Bu profil kullanılarak gerçekleştirilen testlere Hızlandırılmış Ömür Testi adı verilmektedir. Profil hızlandırma işlemi sonrasında da ilgili test faaliyetleri gerçekleştirilebilmektedir.

HİSAR A+

Otonom Hava Savunma Füze Sistemi

Zırhlı mekanize ve hareketli birliklerin hava savunmasını sağlamak amacıyla hava tehditlerinin (savaş uçakları, helikopterler, seyir füzeleri, insansız hava araçları ve havadan karaya atılan füzeler) tesirsiz hale getirilmesi görevini yerine getirmektedir.

www.aselsan.com

aselsan

ATALETSEL SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ

YAPISAL GEREKSİNİMLERİ, YAKLAŞIMLARI VE ÖRNEKLER

Dr. Taner KALAYCIOĞLU

Ataletsel seyrüsefer sistemleri; bünyesinde barındırdığı çeşitli jiroskoplar, hassas ivmeölçerler ve elektronik devre kartlarını kullanarak bulunduğu platformun seyrüsefer bilgilerini ve seyrüsefer performans bilgilerini kendi başına üretebilen sistemlerdir. ASELSAN tarafından üretilen bu seyrüsefer sistemleri; F-16 savaş uçakları, Sikorsky Blackhawk, Sikorsky Seahawk ve Eurocopter Cougar helikopterleri gibi hava platformlarında, Panter Obüsü, Alkar 81/120 mm Havan Silah Sistemi, Boran Havadan Taşınabilir Obüsü gibi kara platformlarında ve MİLGEM, sahil güvenlik arama ve kurtarma gemisi, yeni tip karakol botu ve fırkateyn, hücumbot, korvet, mayın avlama gemileri gibi birçok deniz platformu olmak üzere çeşitli platformlarda kullanılmaktadır. Dolayısıyla, her bir seyrüsefer sisteminin yapısal gereksinimleri öncelikle kullanıldığı platformun bulunduğu fiziksel ortam şartlarına, ardından bu platformun kendi fiziksel yapısı ve operasyonel şartlarına göre çeşitlilik göstermektedir. Seyrüsefer sistemlerinin yapısal gereksinimleri bu çeşitliliğe bağlı olarak farklı seviyelerdeki statik (ivmelenme) ve dinamik yük (şok ve titreşim) gereksinimlerinden oluşmaktadır.

Statik ivme yükleri hava platformlarına entegre edilen seyrüsefer sistemlerinde söz konusu olmaktadır. Bu statik ivme yükleri sistemin entegre edildiği hava platformunun manevra yeteneklerine göre çeşitlilik göstermektedir. Seyrüsefer sistemine etkiyecek statik ivme yükleri mevcut ise hava platformuna ait uçuş zarfından, yoksa gereksinimde verilen test standardında (MIL-STD-810, DO-160 gibi) önerilen platform tipine özel jenerik ivme yüklerinden elde edilebilir. Tasarım doğrulama çalışmaları kapsamında mekanik tasarımı yapılan sistemin yapısal statik analizi sonlu elemanlar yöntemi ile bu ivme yükleri uygulanarak gerçekleştirilir.

Seyrüsefer sistemlerine etkiyen dinamik yükler ise sırasıyla şok ve titreşim başlıkları altında ayrı ayrı ele alınmalıdır. Seyrüsefer sistemlerine etkiyen şok yüklerinin kaynakları şöyle sıralanabilir:

Fiziksel ortam kaynaklı şoklar: Seyrüsefer sisteminin entegre edildiği platformun kara, hava veya deniz platformu olması, platformun dolayısıyla da platforma entegre seyrüsefer sisteminin bu fiziksel ortamda maruz kalabileceği şok tipi ve seviyelerinin çeşitlilik göstermesine sebep olmaktadır. Örneğin, deniz platformlarında

su hareketlerinden kaynaklı şok yükleri, su altı patlamasından kaynaklı şok yükleri gibi, kara platformlarında ise silah atış şokları, taşınma esnasında oluşabilecek şoklar gibi veya hava platformlarında silah atış şokları, iniş veya kalkış kaynaklı şoklar gibi.

Silah atış şoku: Platformda atış yapan bir silahın varlığı platformda kullanılan seyrüsefer sistemi için bir şok kaynağıdır. Bu silahın attığı mühimmatın büyüklüğü, barut hakkı, atış senaryolarına bağlı olarak namlu pozisyonu, platformun büyüklüğü/küçüklüğü, seyrüsefer sisteminin platformdaki namluya olan uzaklığı gibi faktörler şok seviyesini etkileyen faktörlerdir.

Çarpışma şoku: Özellikle kara ve hava platformlarında çarpışma anında çarpışmadan kaynaklı şokun etkisiyle platformda var olan seyrüsefer sisteminin montaj arayüzünden ayrılıp ayrılmayacağı ve yapısal bütünlüğünü koruyup koruyamayacağı göz önünde bulundurulur.

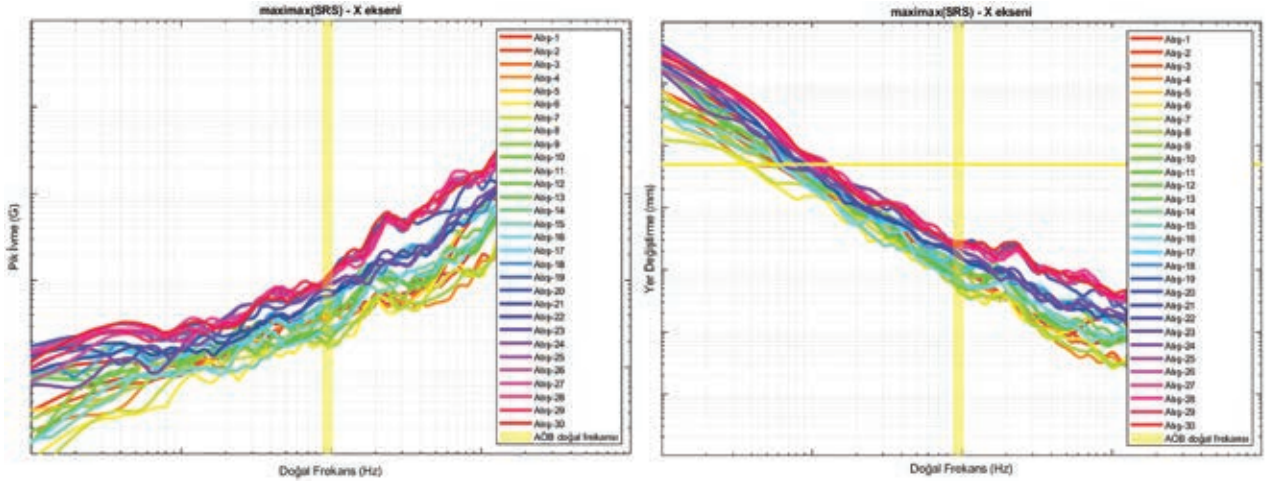
Düşürme şoku: Seyrüsefer sisteminin monte edildiği yerden takma/sökme esnasında olabilecek kazara düşmelere dayanıp dayanmayacağını belirlemede ele alınır.

Mekanik tasarım sürecinde seyrüsefer sistemlerinin şok gereksinimlerine yaklaşım özetle şu şekildedir:

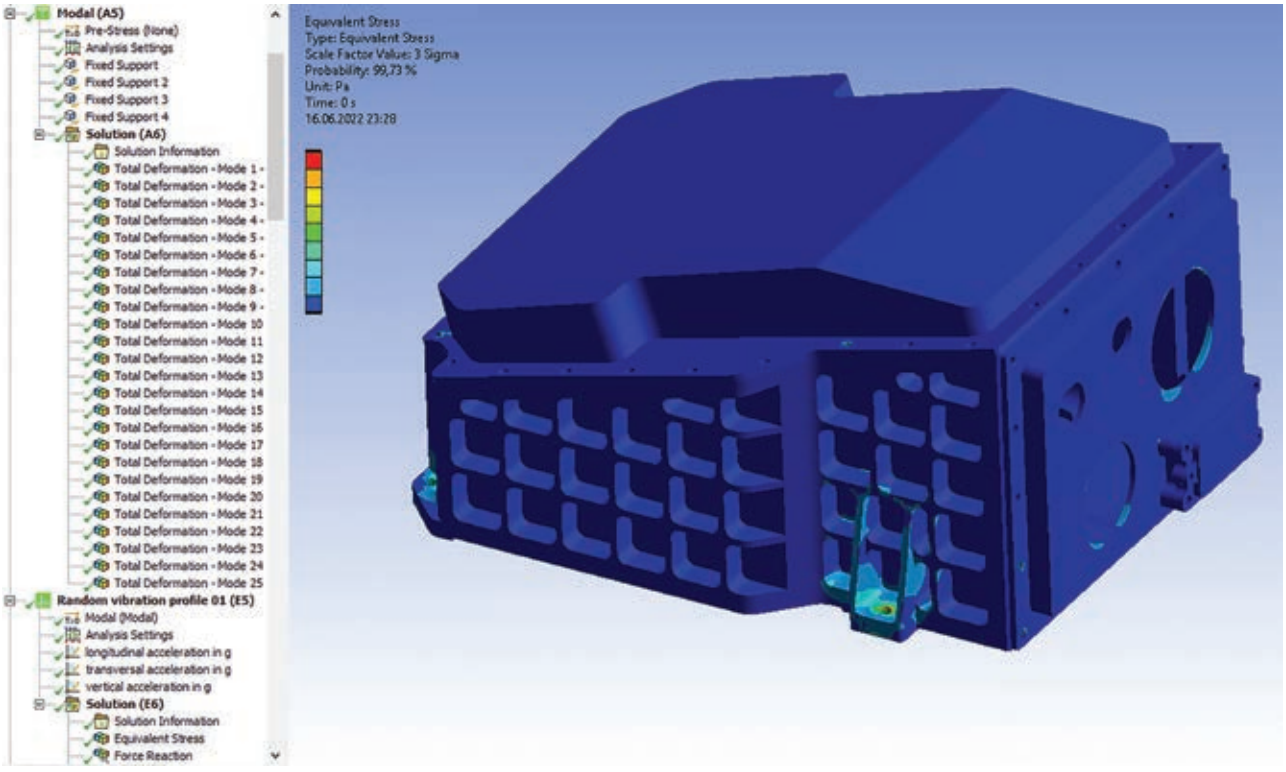
Öncelikle sisteme etkiyecek şok verisi sorgulanmaktadır. Şok verisi mevcut ise tasarım doğrulama çalışmaları kapsamında mekanik tasarımı yapılan sistemin zaman geçmişi (transient) analizi sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak gerçekleştirilir. Şayet şok verisi mevcut değil ise, mümkünse sistemin kullanılacağı platformda takıldığı bölgeden sahada ilgili şok senaryosu esnasında şok verisi toplanır ve bu şok yükleri kullanılarak sonlu eleman analizleri gerçekleştirilir. Fiziksel olarak platformun kendisine dahi erişimin mümkün olmadığı durumlarda, gereksinimde verilen test standardında (MIL-STD-810, DO-160 gibi) önerilen jenerik şok profilleri kullanılarak bu yapısal analizler gerçekleştirilir.

Analizler neticesinde sistemde kırıma giden mekanik parçaların tasarımları iyileştirilir ve analizler tasarım doğrulanana dek iteratif olarak sürdürülür. Ek olarak, sisteme etkiyen şok seviyelerinin genliği sistemde yer alan jiroskop, ivmeölçer ve elektronik kart gibi hassas alt birimlerin mekanik dayanım limitlerinin üzerinde olup olmadığı tespit edilir. Şayet üzerinde ise bu alt birimlerde genellikle pasif sönümleme uygulamaları kullanılmaktadır. Pasif sönümleme uygulamalarında hangi şok sönümleyicilerin kaçar adet ve hangi montaj konfigürasyonunda kullanılacağı, pasif olarak izole eden alt birimin şok dayanım seviyesi gözetilerek optimize edilir. Bu optimizasyon işleminde SRS (Shock Response Spectrum – Şok Cevabı Spektrumu) teorisi kullanılarak pasif olarak izole edilen hassas alt birimlere sönümleme sonrası etkiyecek ivmeler ve bu birimlerin zamana bağlı yer değiştirme miktarları hesaplanmaktadır.

Hesaplanan ivme değerleri alt birimlerin dayanım seviyelerinin altına iniyorsa ve hesaplanan yer değiştirme miktarlarına uygun olarak mekanik tasarımda yeterli salınım mesafesi boşlukları



Bir silah atış şokuna ait ivme ve yer değiştirme SRS grafikleri



ANS-420 cihazının modal ve rastgele titreşim analizlerine ait bir sonuç görüntüsü

oluşturulabiliyor ise optimizasyon sonlandırılır. Böylelikle jiroskop, ivmeölçer ve elektronik kart gibi hassas alt birimler sisteme etkiyen şoktan korunmuş olurlar.

Seyrüsefer sistemlerine etkiyen titreşim yüklerinin kaynakları arasında ise operasyon sırasında platformun kendi titreşimi, platformda taşınma esnasında maruz kalacağı titreşimler, kanatlı hava platformlarında kanatlardan kaynaklı titreşimler sayılabilir.

Mekanik tasarım sürecinde seyrüsefer sistemlerinin titreşim gereksinimlerine yaklaşım kısaca şöyle özetlenebilir:

Öncelikle şokta olduğu gibi sisteme etkiyecek titreşim verisi sorgulanmaktadır. Titreşim verisi mevcut ise tasarım doğrulama çalışmaları kapsamında mekanik tasarımı yapılan sistemin modal ve rastgele titreşim analizleri sonlu elemanlar yöntemi uygulanarak gerçekleştirilir.

Şayet titreşim verisi mevcut değil ise, mümkünse sistemin kullanılacağı platformda takıldığı bölgeden sahada ilgili operasyon senaryosu esnasında titreşim verisi toplanır ve bu titreşim yükleri kullanılarak sonlu eleman analizleri gerçekleştirilir. Fiziksel olarak platformun kendisine dahi erişimin mümkün olmadığı durumlarda, gereksinimde verilen test standardında (MIL-STD-810, DO-160 gibi) önerilen platform tipine özel jenerik titreşim profilleri kullanılarak bu yapısal analizler gerçekleştirilmektedir.

Analizler neticesinde sistemde kırıma giden mekanik parçaların tasarımları iyileştirilir ve analizler mekanik tasarım doğrulanana dek iteratif olarak sürdürülür. Ayrıca, seyrüsefer sistemlerinde yer alan jiroskop ve ivmeölçer gibi alt birimlerin ölçüm bant aralığı göz önünde bulundurularak sistemin bu bant aralığında global bir mod şeklinin (dolayısıyla baskın bir doğal frekansının) olmaması için mekanik tasarım optimizasyonları ve buna bağlı olarak iteratif modal analizleri de gerçekleştirilmektedir.

DRAGONEYE

Elektro-Optik Sensör Sistemi

Orta Dalga Kızılötesi Sensör, HD Renkli TV, Termal ve Gündüz Kameralarında Sürekli Yakınlaştırma Yeteneği, Lazer Mesafe Ölçer, Manyetik Pusula ve GPS Entegre Sistem, Ethernet Altyapısına Sahip, Otomatik Hedef Takip, Resim/Video Kayıt, Sınıfının En İyi Teşhis/Tespit/Tanımlama Menzillerine Sahip

www.aselsan.com

aselsan

AVİYONİK SİSTEM DONANIMLARININ ISIL YÖNETİMİNDE YENİLİKÇİ BİR ÇÖZÜM

DÜZ OLUKLU ISI BORUSU

ENTEGRE SOĞUTMA PLAKASI

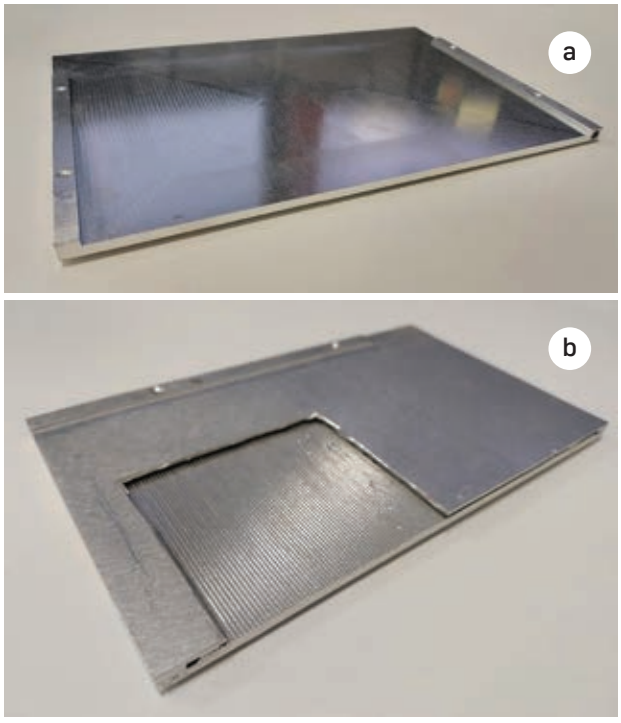
Dr. Arif Cem GÖZÜKARA
Dr. Mustafa OCAK

Hava platformlarında kullanılan aviyonik sistemler, çevresel birimlerden toplanan verilerin işlenmesi, kullanıcıya sunulması ve bu verilerin depolanması işlevlerini yerine getirmektedir. Elektronik ve mekanik bileşenlerden oluşan bu sistemlerin, hava platformlarında kullanılmaları sebebiyle, düşük ağırlık, yüksek mekanik ve ısıl dayanıma sahip olmaları gerekmektedir. Bu sebeple, aviyonik sistemler, platform üzerinde entegre edildiği bölgede gözlenebilecek, şok, titreşim ve yüksek sıcaklık gibi olumsuz koşullara dayanıklı şekilde tasarlanarak üretilmektedir. Aviyonik sistemleri, çok yüksek ve çok düşük ortam sıcaklıklarına, hava aracının yere sert inişlerine ve/veya çarpmalarına, engebeli arazide uzun süreler taşınmaya, dünyanın en yüksek tuz oranına sahip ortamlarına, yağmura maruz kalmaya vb. olumsuz şartlara dayanabilecek ve bu şartlar altında çalışabilecek yüksek performanslı mikro bilgisayarlar olarak tanımlayabiliriz. Hava platformlarına kullanılmaları nedeniyle de aviyonik sistemlerin az yer kaplamalarına, hafif olmalarına ve yüksek güvenilirliğe sahip olmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

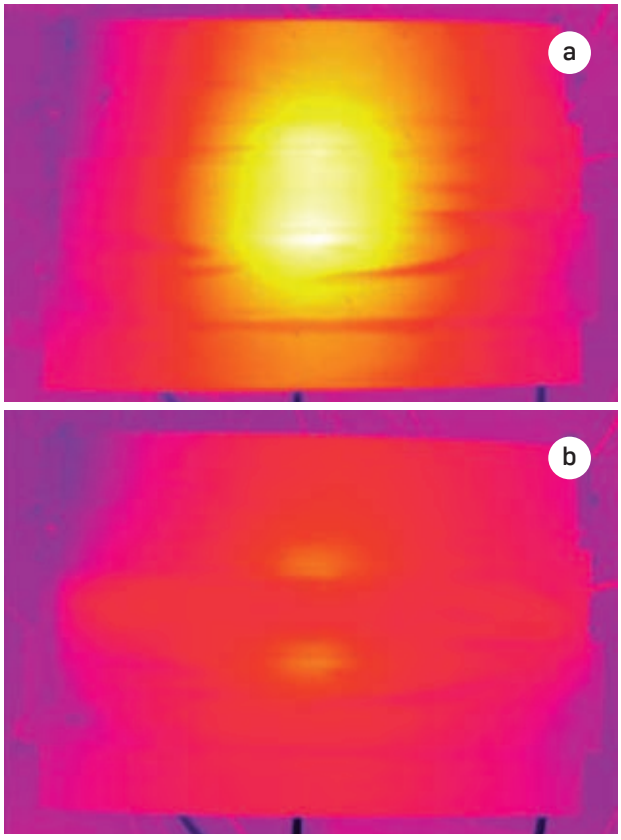
Platformdan ve çevresel koşullardan kaynaklanan bu zorlayıcı tasarım kriterlerine ek olarak, bu sistemlerin tasarımlarında referans olarak kullanılan bazı standartlar bulunmaktadır. Bu standartlar sistemlerin mekanik tasarım özelliklerinin tanımlanması, baskı devre kartları üzerinde bulunan devre elemanlarının mümkün olduğunca verimli şekilde yerleştirilmesi, elektronik kartların farklı cihazlara uyumluluğu ve değiştirilebilirliği gibi konularda yol göstermektedir.

Bu sebeple aviyonik sistemler mekanik uyumluluğun ve standardizasyonun sağlanabilmesi amacıyla, tasarım özellikleri standartlarla belirlenmiş bileşenlerden oluşmaktadır. Bu bileşenlerden biri de sistemin içerisinde bulunan elektronik alt bileşenleri çevresel etkilerden koruyan ve tanımlı koşullar altında sağlıklı bir şekilde çalışmasını sağlayan dış kabuktur. Bu dış kabuk şase veya gövde olarak da adlandırılmaktadır.

Bahsedildiği üzere, maruz kaldığı çevre koşulları sebebiyle aviyonik sistemlerin mekanik şaseleri/gövdelerinin çoğunlukla sızdırmaz yapılar olarak tasarlanması gerekmektedir. Gövde/şase içerisinde yer alan elektronik alt bileşenler (baskı devre kartı üzerindeki devre elemanları ve entegre devreler) tarafından tüketilen güç, büyük oranda ısıya dönüşür. Gövdenin sızdırmaz olması sebebiyle, ısınan bileşenlerin doğrudan hava üflenerek soğutulması mümkün olamamaktadır. Bu tarz tasarımlarda ısı öncelikle, elektronik kart bütününde yer alan soğutma plakalarına buradan da iletim yoluyla gövdeye aktarılmaktadır.



Şekil 1 – Geliştirilen prototip
a) dış görünüm b) kesilmiş (iç detay) görünümü



Şekil 2 – Orta bölgeden ısı uygulanması durumunda soğutma plakaların termal kamera görüntüleri a) ısı borusu entegre edilmemiş alüminyum soğutma plakası b) düz oluklu ısı borusu entegre alüminyum soğutma plakası

Aşırı ısınma ve bunun sonucunda artan sıcaklıklar entegre devrelerin ve elektronik bileşenlerin performansının düşmesine ya da beklenenden daha kısa sürede arızalanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, elektronik bileşenlerin etkin bir şekilde soğutulabilmesi önem taşımaktadır. Isıl performansın iyileştirilmesi ile baskı devre kartı (PCB) üzerinde ve elektronik devrelerde çalışma sırasında daha düşük sıcaklıkların gözlenmesi hedeflenmektedir. Daha spesifik olarak, ısıl performans; ısıyı ısı kaynağı ile ısı atımının gerçekleştiği nokta arasında minimum sıcaklık farkı ile iletmek olarak tarif edilebilir. Bu noktada, soğutma plakalarının ısıl iletkenlik değeri önemli bir faktör haline gelmektedir. Yani soğutma plakaları ısıyı ne kadar iyi iletirse, sistemin performansı o ölçüde iyileşebilmektedir.

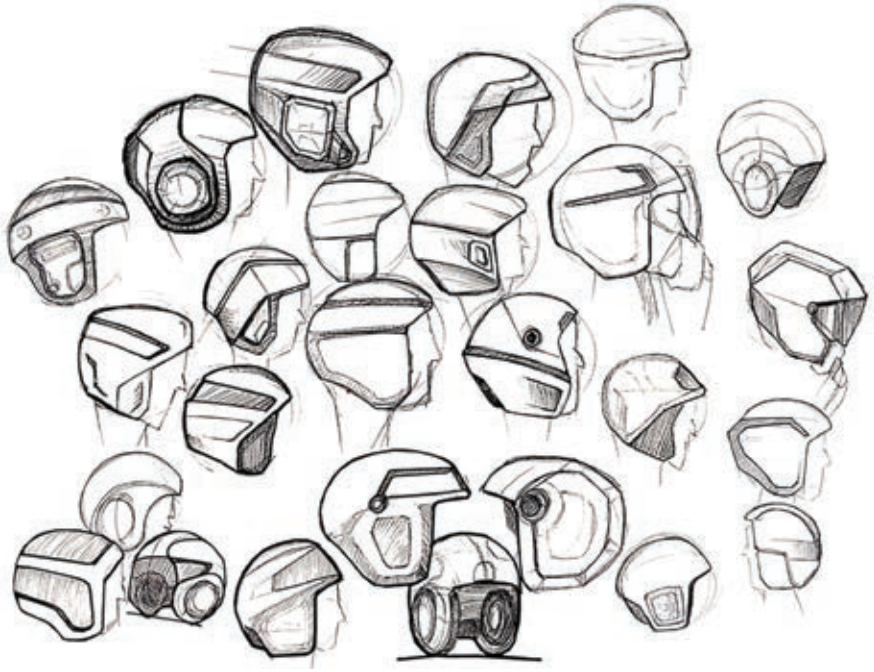
Yüksek ısıl iletkenlik denildiğinde, endüstride de yaygın kullanımı sebebiyle akla ilk gelen malzemelerden biri bakırdır. Bu soğutma plakalarının bakır malzemeden üretilmesi ısıl performansı iyileştirebilen bir yaklaşımı olabilmekle birlikte, yüksek yoğunluk değeri sebebiyle aynı boyutlardaki havacılık sınıfı alüminyum plakalara göre 2,3 kat daha ağır olmaktadır. Öte yandan, bakır plakalar, havacılık sınıfı alüminyum plakaların yaklaşık olarak iki katı ısıl iletkenlik değerine sahiptir.

ASELSAN'ın öz kaynakları ve İ.D. Bilkent Üniversitesi ile iş birliğiyle gerçekleştirdiği üç yıllık çalışmanın sonunda ısı borusu teknolojisinin özelleştirilmiş bir uygulaması olarak, soğutma plakaları, faz değişim döngüsü içerecek şekilde yeniden tasarlanarak, ilk prototiplerin üretim ve testleri tamamlanmıştır. Geliştirilen plaka prototipleri aynı boyuttaki bakır bir soğutma plakasının üçte bir ağırlığına ve bakır plakaya göre daha yüksek ısıl iletkenliğe sahiptir. Soğutma plakası prototipi Şekil 1a'da ve plakanın iç detayı (kesilmiş görünümü) Şekil 1b'de görülebilmektedir. Geliştirilen plakaların amaca özel bütünleşik tasarımı sayesinde faz değişimi döngüsü ile yüksek ısıl iletkenlik değerlerine sahip olması sağlanabilmektedir. Bu sayede, ısı borusu entegre edilmemiş bir soğutma plakasının ortasında (Şekil 2a) bölgesel yüksek sıcaklık dağılımı gözlenirken, ısı borusu entegre soğutma plakasında (Şekil 2b) ise daha homojen bir sıcaklık dağılımı gözlenmektedir. Çalışmalar sonucunda ortaya çıkan özgün fikir ve tasarım için patent başvurusu gerçekleştirilmiş olup, sürecin yakın zamanda sonlanması beklenmektedir.

AVİYONİK SİSTEMLERDE ENDÜSTRİYEL TASARIM VE KULLANICI ARAYÜZÜ ÇALIŞMALARI

Aviyonik sistemlerde endüstriyel tasarım faaliyetleri, müşteri ve kullanıcı ihtiyaçlarını belirleyip konsept oluşturma aşamasından, nihai ürün üretimi ve sonrasındaki kullanım aşamasına kadar ASELSAN bünyesinde endüstriyel tasarımcılar ve mühendislik ekipleri ile birlikte yürütülmektedir.

Doğancan SAĞIROĞLU



F35 JSF HMDS

BAE STRIKER II

D-JHMCS

JHMCS II

ASELSAN AVCI

LIFT AV1

THALES TOPOWL

ELBIT X-SIGHT

GENTEX ALPHA

Endüstriyel tasarım, endüstride üretilen, nihai kullanıcıya yönelik ürünlerin, işlevsellik, hedef kitlenin beğenisine ve kullanıcının ihtiyaçlarına uygunluk gibi ölçütleri gözeterek fikren geliştirilmesi ve üretime uygun yeni bir ürün olarak projelendirilmesidir. Endüstriyel tasarım, endüstriyel yöntemlerle üretilen nesnelerin insanla ilişkisini kurmaya yönelik bir meslektir.

Aviyonik sistemlerde endüstriyel tasarım faaliyetleri, müşteri ve kullanıcı ihtiyaçlarını belirleyip konsept oluşturma aşamasından, nihai ürün üretimi ve sonrasındaki kullanım aşamasına kadar ASELSAN bünyesinde endüstriyel tasarımcılar ve mühendislik ekipleri ile birlikte yürütülmektedir.

ASELSAN Aviyonik Sistemler Tasarım Direktörlüğü tarafından, sabit ve döner kanat platformlar için özelleşmiş endüstriyel tasarım sürecini aşağıdaki alt başlıklarda inceleyebiliriz.

ÜRÜN ARAŞTIRMASI

Aviyonik sistemlerin ve ürünlerin geliştirilmesi aşamasında endüstriyel tasarım süreci, müşteri ve kullanıcı ihtiyaçlarının belirlenmesinden sonra estetik fikirlerin ve güvenilir bilgilerin elde edilmesi amacı ile rakip ürünlerin ve tasarıma yön verecek alternatif ürünlerin araştırılması ile başlar.

BEYİN FIRTINASI VE ESKİZ ÇALIŞMALARI

Beyin fırtınası ve eskiz çalışmaları, sistem ve ürün geliştirilmesi yapılan her projede önemli bir yer tutar. Bu aşamanın amacı geçerli tüm fikirleri eleme aşamasına gelmeden keşfetmektir. Tasarımcılar, ön toplantılar esnasında fikirler konuşulurken, birkaç eskiz yaparak fikirlerini dile getirirler. Genellikle siyah beyaz skeçler yapılarak hızlı bir şekilde fikirler görselliğe dökülür. Yapılan eskiz çizimleri ile tasarlanacak olan ürünün dış görünüş, kullanım detayları, platform yerleşimi gibi temel proje çözümleri hakkında hızlı bir şekilde fikir sahibi olunur. Yapılan eskiz çalışmaları ve detaylı görsel çizimler tasarımın her aşamasında önemli bir yere sahiptir.

ÜÇ BOYUTLU KONSEPT ÇIKTILAR

Üç boyutlu konsept çıktılar aşamasında endüstriyel tasarımcılar tarafından ürün araştırması ve beyin fırtınasından elde edilen sonuçları birkaç iyi alternatife indirgenir. Seçilen alternatifler gerçeğe yakın formda, detaylara fazla yer verilmeden 3D çıktılar olarak sunulur. 3D modelleme programları ile oluşturulan bu çıktılar ürünün ileride nasıl görüneceği hakkında bilgi verir. Ayrıca bu çıktılar, müşterinin tasarımı çok fazla zaman ve kaynak harcanmadan önce değerlendirmesine olanak tanır.

ERGONOMİK TASARIM

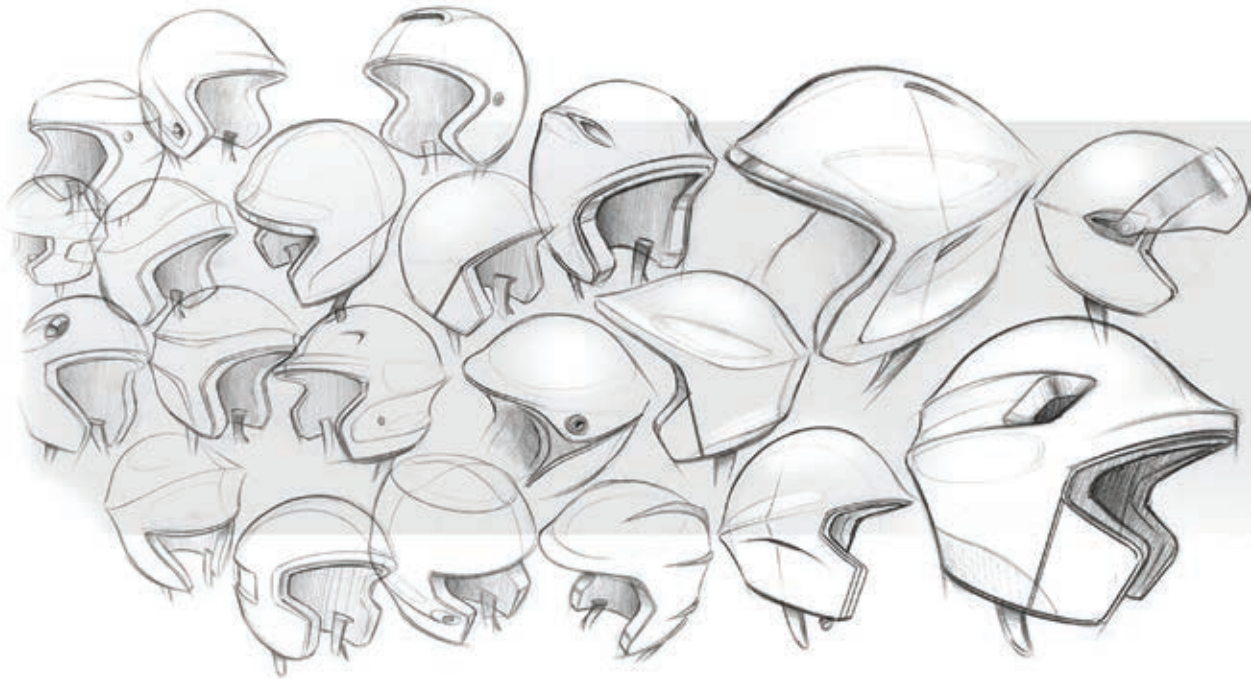
Ergonomik tasarım, kullanıcının konfor, erişim ve dokunsal geri bildirimini mükemmelleştirmek için gereklidir. Dokümanlarda bulunan antropometrik veriler, hedef kullanıcı kitlesinden elde edilen gerçek ölçümler ve kullanıcı deneyimi verileri ile karşılaştırılır. Hedef kullanıcı kitlesindeki antropometrik veri yüzdeleri belirlenerek tasarımın ergonomik özellikleri ve boyutları belirlenir. Ergonomi standardı dokümanlarında bulunan referans değerlerde eklenerek eskiz çalışmaları ve üç boyutlu konsept çıktılar ile oluşturulan model antropometrik ölçülere göre tekrardan gözden geçirilir. Genel yaklaşım hemen basit bir maket yapıp, bunu çabucak test etmektir. Yapılan modeller kullanıcı testleri ile doğrulanarak tasarım süreci olgunlaşmaya devam eder.

KULLANICI ARAYÜZÜ

Kullanıcı arayüzü tasarımının amacı, kullanıcı dostu (user friendly) sistemler ve ürünler tasarlamaktır. Endüstriyel tasarımcı, ürünün kullanımının hızlı bir şekilde öğrenildiğinden ve kolay kullanılabilir olduğundan emin olmak ister. Kullanıcı arayüzü tasarımında ve analizinde hem 2D grafik tasarım öğeleri hem de 3D öğeler kullanılır. Kullanıcı arayüzüne örnek olarak, kontrol panelleri ve arayüzleri, ürün fonksiyonlarını yerine getiren arayüzler, ürünlerin üzerinde bulunan bilgilendirici grafik ve ekran arayüzleri verilebilir.

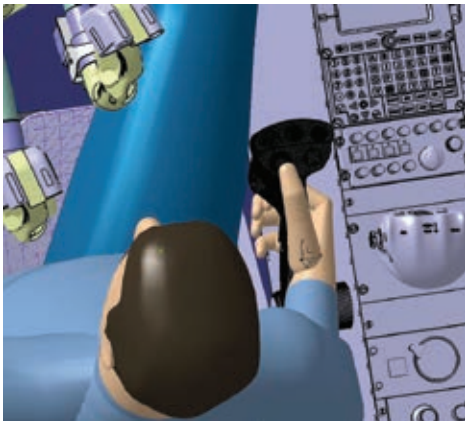
GÖRÜNÜM MAKETİ

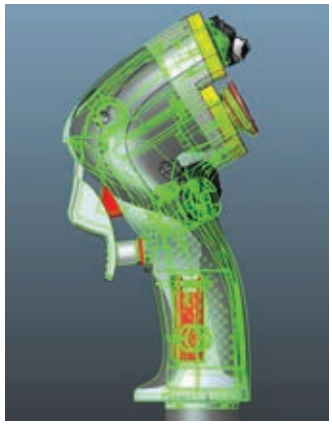
Görünüm maketlerinin amacı, tasarımı iyileştirmek ve 3D model geometrisine katkı oluşturmaktır. Geometri dış görünüm detaylarını yansıtacak şekilde genelde içi boşaltılmamış şekildedir. İçteki parçaların boşluk toleransları tahminidir ve genellikle blok malzemeden üretilir. Bu aşamadaki geometri daha sonra daha kapsamlı bir model oluşturmak için de şablon oluşturur. Müşterilere görebilecekleri ve dokunabilecekleri gerçekçi bir maket sunulur. Bu maketler estetik açıdan gerçekçi, birebir ebada yakın, ancak çalışmayan maketlerdir. Bir önceki adımda oluşturulmuş 3D görünüm geometrisine uygun olarak 3D printerlarda, CNC tezgahlarda üretilmiş alternatif malzemelerden veya köpük, köpük türevleri, plastik ve kilden üretilebilirler.



Hava platformu kask tasarım aşaması

El kumanda birimi tasarım aşaması

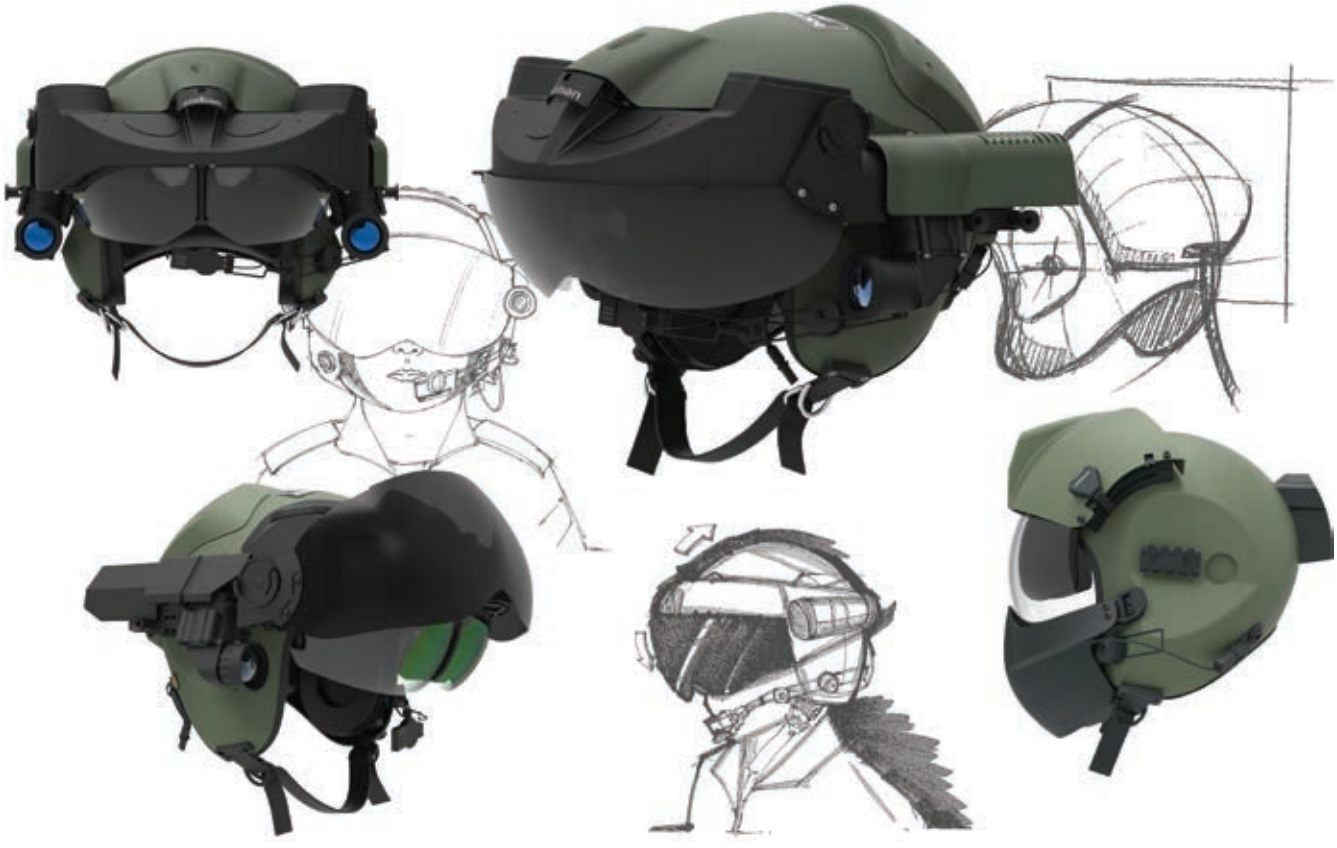




El kumanda birimi ergonomi ve yerleşim çalışması

Kullanıcı arayüzü tasarımı ve yerleşim çalışması yapılmış aviyonik cihazlar

Döner ve sabit kanatlı platformlar için kaska entegre kumanda sistemi maketleri



AVCI kaska entegre kumanda birimi prototip modeli

PROTOTİP TASARIMI VE PROTOTİP MAKET

Prototip tasarımı, mümkün olduğunca ürünün son tasarımına yakın şekildedir. Bu aşamada ürünün geometrisi genellikle PTC Creo gibi CAD programları kullanılarak oluşturulur. Bu geometri, tamamıyla tanımlanmış dış yüzeyler, mekanik arayüzler, destek ve birleşim noktalarını içerir. Genellikle SLA, SLS, FDM veya CNC tabanlı bir yöntemle üretilir. Bu aşama, aynı zamanda en son mühendislik tasarımı içinde bir şablon oluşturur.

Prototip maket yapmanın amacı, ürünü son haline en yakın şekilde temsil etmektir. Estetik görünüm, parça adedi, servis, endüstri standartları, üretim yöntemleri, malzeme ve montaj 3D printer ve CNC metotları el verdiği sürece gerçekçi şekilde sunulmaktadır. Bu aşamada, elde edilen maket estetik ve mekanik açıdan gerçekçi, doğru, aynı zamanda çalışan bir makettir.

SATICI VE TEDARİKÇİ BULMA

Satıcı ve tedarikçi bulmak; doğru üretim yöntemi, doğru tedarikçi ve doğru ürünü eşleştirebilmektir. Konsept tasarım ile başlayan süreçte tasarıma uygun üretim yöntemi ve malzeme tedarikçileri bulmak üretim ve geliştirme sürecini kısaltır. Böylece konsept aşamasından son ürüne kadar imalat ve parça üretimi konusundaki maliyetler tahmini olarak bilinir.

MÜHENDİSLİK

Mühendislik amaçları, ürün tasarımı ve geliştirme süreci boyunca, bahsi geçen tüm alt başlıklarda da göz önünde bulundurulur. Tasarımcı, bu süreç boyunca mühendislerle birlikte çalışır ve mühendisliğin, üretim yöntemlerinin ve de endüstriyel standartların getirdiği kısıtlara göre tasarımında kullanıcı açısından önemli olan görsel, dokunsal, fonksiyonel, ergonomik ve de güvenlik kriterlerini optimize eder. Tasarlanacak ürün ne olursa olsun, endüstriyel tasarım birimleri, ürün tasarımı ve geliştirme süreci boyunca mühendislerle birlikte çalışır. Ayrıca, Ar-Ge grubundaki mühendislerle olduğu gibi müşterinin proje için atadığı mühendislerle de paralel olarak görev yapar.

Sabit kanat platformlar için kaska entegre kumanda sistemi gelişim aşaması

SAKA

Mikro İnsansız Hava Aracı

Kolaylıkla taşınabilen, kara platformları ile entegre edilebilen, keşif, gözetleme ve istihbarat amaçlı açık ve kapalı mekanlarda görev icra edebilen İnsansız Hava Aracıdır.

www.aselsan.com

aselsan

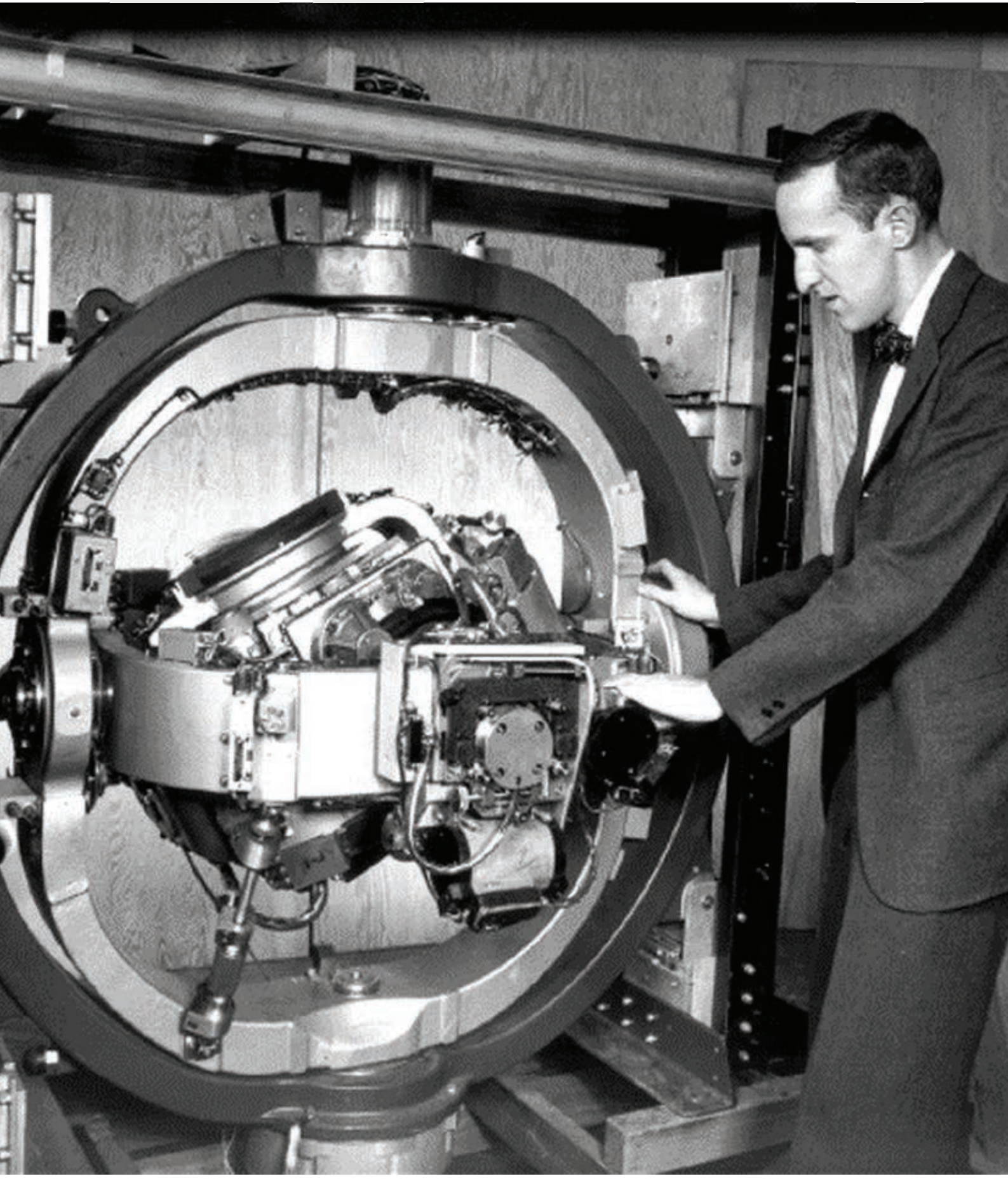
HAVA PLATFORMLARI İÇİN ASELSAN NAVİGASYON SİSTEMLERİ

Berkay AĞARAN
Meltem AKAR

Günümüzde savaş alanındaki tüm unsurlar kendi konumlarını, dost ve düşman kuvvetlerinin yerlerini ve hangi yöne gitmeleri gerektiğini belirli hassasiyetlerde bilmek zorundadır. Hareket eden tüm platformlar için seyrüsefer sistemleri çok önemlidir. Bu durum kara ve deniz platformlarına göre çok daha yüksek hızlarda hareket eden hava platformları için daha da kritik hale gelmektedir. Örneğin insansız bir hava aracı, navigasyon sistemi çalışmadığı zaman bir iki dakika içinde kontrolden çıkıp, kaza kırıma uğrayabilmektedir. Dinamik hava platformları genellikle yüksek hız, yüksek ivme, yüksek ivme değişimi (ing. Jerk), yüksek titreşim ve yüksek sıcaklık ve sıcaklık değişimlerine maruz kalmaktadır. Ayrıca yönelim süreleri kısadır. Kullanılan sistemler çevresel şartlara uyum için gerekli testlerden geçmiş ve dinamiği yüksek koşullar altında çalışabilir nitelikte olmalıdır. Hava araçları için en önemli özelliklerden bir tanesi de cihazın küçük ve hafif olmasıdır. Performansın doğrudan hacim ile ilişkili olmasından dolayı hassasiyetler arttıkça ağırlık ve boyut isteri daha zorlayıcı bir hale gelmektedir. Teknolojinin gelişmesi ile bir buçuk metre çapında ve bir buçuk tonluk mekanik sistemlerden, günümüzde on kilogramdan daha küçük ve kompakt optik sistemlere ulaşılması mümkün hale gelmiştir.

Konum ve yönelim bulma amacıyla değişik platformlar için muhtelif teknolojiler geliştirilmiştir. Dünyayı gözleyerek (manyetik sensörler), uzayı gözleyerek (sekstant, yıldız izler), radyo dalgaları ile (VOR, TACAN, OMEGA, GPS), ataletsel algılayıcılar kullanarak (ivmeölçerler, dönüölçerler) veya bu teknolojileri birlikte kullanarak (INS/GPS, LORAN/GPS) konum ve yönelim bulan çeşitli seyir sistemleri mevcuttur.

Günümüzde özellikle askeri araçların temel gereksinimi olan kendi konumunu ve yönelimini dışarıdan hiçbir destek almadan bulma ihtiyacı, sadece ataletsel navigasyon sistemleri ile karşılanmaktadır. Ataletsel navigasyon sistemleri ataletsel algılayıcı tabanlı olduğundan bağımsızdır, karıştırılamaz, kesintiye uğratılamaz. Denizin altında, uzayda, diğer sistemlerin kullanılamayacağı ortamlarda rahatlıkla çalışabilirler. Sistemler hiçbir sinyal yayınlamadıkları için gizlilik gerektiren uygulamalarda kullanılabilirler, yüksek hızlarda ve dinamikte bilgi verebilirler. Yalnız ilk konum bilgisine ihtiyaç duyar ve doğruluğu zamana bağlı olarak azalır. Diğer tüm seyrüsefer sistemleri (GPS, yıldız izler, görüntü destekli navigasyon ve arazi destekli seyrüsefer vb.), ataletsel navigasyon sistemine destek vermek amacıyla uygun koşulların sağlanması durumunda kullanılabilir. Örneğin, düz yüzey üzerinde uçuşta (deniz, ova vb.) arazi destekli seyrüsefer desteği alınamayabilir. GPS gibi uydu

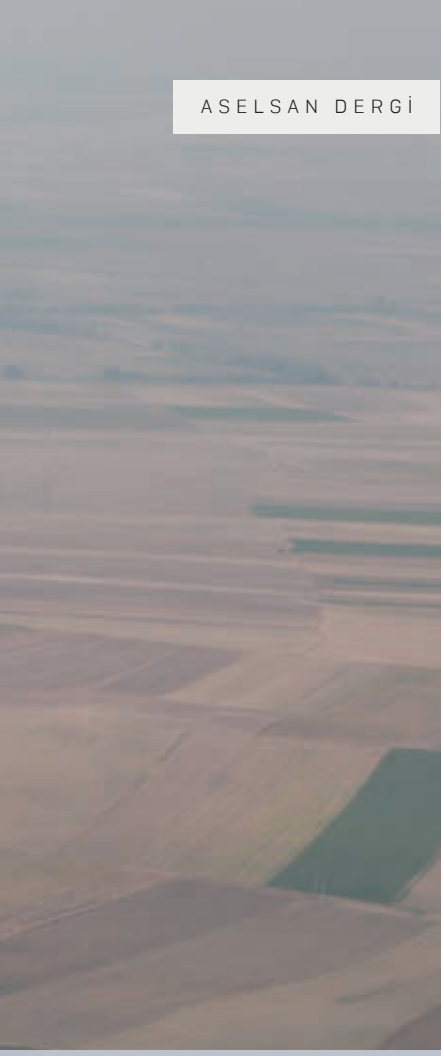


SPIRE ataletsel navigasyon sistemi, Draper Laboratuvarları, 1953

Günümüzde özellikle askeri araçların temel gereksinimi olan kendi konumunu ve yönelimini dışarıdan hiçbir destek almadan bulma ihtiyacı, sadece ataletsel navigasyon sistemleri ile karşılanmaktadır.

016

17-105



ANS-510 navigasyon sistemi T-129 ATAK Helikopteri ve ANKA İnsansız Hava Aracında başarı ile görev yapmaktadır.

HÜRKUŞ-Nijer kapsamında ANS-511 Sivil GNSS Entegrasyon faaliyetlerine başlandı.

tabanlı navigasyon sistemleri karıştırma olmadığı ortamlarda kullanılabilir. Ya da yıldız izler desteği sadece yüksek irtifa uçuş evresinde ya da hava açıkken kullanılabilir.)

Ataletsel navigasyon sisteminin temel taşlarından biri de navigasyon ve kalman filtresi algoritmalarıdır. Navigasyon sistem bilgisayarında ataletsel sensör verilerinin integrali ile elde edilen navigasyon çözümü, hiçbir destek olmadığı durumda hataları giderek artan bir özellik göstermektedir. Dolayısıyla hataların ya da hataların artış hızının azaltılması istendiğinde sistem navigasyon çözümüne destek verilmesi gerekmektedir. Ataletsel navigasyon çözümü ile destek navigasyon çözümü (GPS, hava hızı sensörü, yükseklik ölçer vb.) verileri optimal istatiksel kestirim tekniği (kalman filtresi) ile birleştirilmektedir. Kalman filtresinin performans başarımı ataletsel hata kaynaklarının ve destek sistem hatalarının doğru bir şekilde modellenmesine bağlıdır.

ASELSAN kara, hava ve deniz platformları kapsamında 1988 yılından itibaren lisans altında ürettiği navigasyon sistemlerinin entegrasyonu ile kazandığı tecrübenin bir sonucu olarak, 2000'li yılardan itibaren kendi ataletsel navigasyon sistemlerini geliştirmeye başlamıştır. İlk defa kendi tasarımı olan taktik ve navigasyon sınıfı özgün ataletsel seyrüsefer sistemlerini (ANS-3XX ve ANS-5XX) 2010 yılından itibaren üretmeye ve platformlara entegre etmeye başlamıştır. 2010 yılı itibarıyla hava platformları için özgün tasarım ANS-510 navigasyon sistemini, T-129 ATAK Helikopterinin ve devamında ANKA İnsansız Hava Aracının konfigürasyonlarına dahil etmiştir. ANS-313 ise taktik seviye hava navigasyon sistemi olarak ANKA İnsansız Hava Aracı için geliştirilmiş olup TUSAŞ'a seri üretim teslimatları devam etmektedir.

Bu tasarımlarla, tüm navigasyon algoritmaları, kalman filtre tasarımı, görev yazılımları, tüm kart tasarımları özgün olarak geliştirilmiştir. ANS-5XX ailesi sistemler, modüler yapıda ve esnek mimaride tasarlanmış olup, daha sonra milli olarak geliştirilecek AÖB, GNSS alıcısı vb. sistemlerin kullanılabilmesine olanak sağlamıştır. Üç bin civarı ASELSAN ürünü navigasyon sistemi hâlihazırda birçok kara, deniz ve hava platformlarında kullanımda bulunmaktadır.

ÜRETİM SİPARİŞ MALZEMELERİ

Son yıllarda hava araçlarında kullanılacak emniyet kritik ekipmanlar için RTCA/DO-178 ve RTCA/DO-254 sivil sertifikasyon uyumluluk gereksinimleri tanımlanmaya başlamıştır. Bu standartlar, güvenli bir yazılım ve donanım geliştirmek için gerekli süreci tanımlamakta ve gereksinimlerin belirlenmesinden doğrulamalara kadar pek çok kanıt dokümanının üretilmesini şart koşmaktadır. Bu kapsamda 2017 yılı itibarıyla sivil sertifikasyona uyumlu DAL-C seviye ANS-511 hava navigasyon sisteminin kalifikasyon testleri tamamlanarak HÜRKUŞ-B Yeni Nesil Temel Eğitim Uçağı kapsamında tüm teslimatları tamamlanmıştır. Mevcut durumda ise, DAL-A ANS-511 hava navigasyon sisteminin Genel Maksat Helikopter Programı kapsamındaki doğrulama faaliyetleri ve HÜRKUŞ Nijer Programı kapsamında harici sivil GNSS entegrasyon faaliyetleri tüm hızıyla devam etmektedir.

Fiber optik dönüölçer teknolojisinin avantajlarını iyi analiz eden ASELSAN, 2010-2016 yılları arasında Savunma Sanayii Başkanlığının desteği ile yürüttüğü Ar-Ge faaliyetleri sonucunda fiber optik dönüölçer teknolojisini ülkemize kazandırmıştır. 2016-2021 yılları arasında ASELSAN öz kaynaklı Ar-Ge faaliyetleri sonucunda KILAVUZ Ataletsel Ölçüm Birimi (AÖB) ürün ailesini geliştirmiş ve ANS-6XX/ANS-4XX ürün ailesinde kullanılmaya başlamıştır.

Bugün itibarıyla ANS-600 hava cihazının ihraç versiyonu olan multi GNSS'li ASNAV-100 sisteminin yurtdışı bir müşterinin Su-25 uçaklarına entegrasyonuna yönelik teslimatları tamamlanmıştır.

ANS-511 hava navigasyon sisteminin aviyonik sertifikasyon sürecinden edinilen tecrübe ve Kılavuz AÖB'lerin geliştirilme faaliyetlerinin tamamlanması ile Özgün AÖB'li ANS-600 hava navigasyon sisteminin sivil sertifikasyon sürecine de başlanmıştır. Ülkemizde geliştirilen fiber optik tabanlı Kılavuz AÖB'lerin yazılımının RTCA/DO-178, donanımının da RTCA/DO-254 uyumlu hale getirilmesiyle, başta T-625 GÖKBEY Helikopter programı ve ÖZGÜR F16 uçaklarının modernizasyonu projesi kapsamında milli AÖB'li navigasyon sistemlerimizin hava araçlarında kullanımı açısından önemli bir adım daha aşılmış olacaktır.

HAVA PLATFORMLARI İÇİN ALTERNATİF NAVİGASYON DESTEK SİSTEMLERİ

Hasan Hüseyin SÖNMEZ
Tolga SÖNMEZ

NAVİGASYONUN TARİHÇESİ

Navigasyon, gemi, uçak vb. bir aracın konumunu belirleme ve belirli bir varış noktasına yönlendirme bilimi olarak tanımlanmaktadır. Navigasyon kişinin aracın bağıl konumunu (bilinen) başka bir konuma göre bilmesini gerektirir.

Kaşifler ve denizciler, binlerce yıl boyunca birçok farklı navigasyon tekniği kullanmıştır. Bilinen en erken seyrüsefer yöntemlerine, belirli yer işaretlerini gözleme ve güneş ve yıldızları izleme dahildir. Antik çağlarda denizciler açık denizlere açılmaktan kaçınmış, seyir edebilmek için kıyılar görüş alanında kalacak şekilde yelken açmışlardır. Bunun mümkün olmadığı zamanlarda da takımyıldızları izleyerek konumlarını belirlemeye çalışmışlardır. Örneğin Akdeniz'de, M.Ö. 3000-1100 yılları arasında Girit civarında yaşayan Minos medeniyetinden kalan kayıtlardan seyir için yıldızların kullanılarak Mısır'a gidildiği bilinmektedir. Göksel (celestial) navigasyon için bir başka yazılı kaynağa da Homeros'un meşhur Odyssey eserinde, Calypso Odysseus'a Büyük Ayı (Ursa Major) ve Pleiades takımyıldızlarını izleyerek denize açılmasını söylemektedir.

Erken orta çağda, Vikinglerin güneştaşı adını verdikleri bir mineral yardımıyla ve ışığın polarizasyonundan yararlanarak gün içinde, kapalı havalarda dahi, güneşin konumunu belirleyebildikleri ve gemilerini yönlendirebildikleri bilinmektedir. Bu yolla, İzlanda üzerinden Pasifik Okyanusunu geçerek, Kolomb'dan üç yüz yıl önce, Kanada kıyılarına ulaşmışlardır.

Vikingler ile benzer tarihlerde, on birinci ve on ikinci yüzyılda Çin'de manyetik pusula geliştirilmeye ve denizde navigasyon için kullanılmaya başlanmıştır.

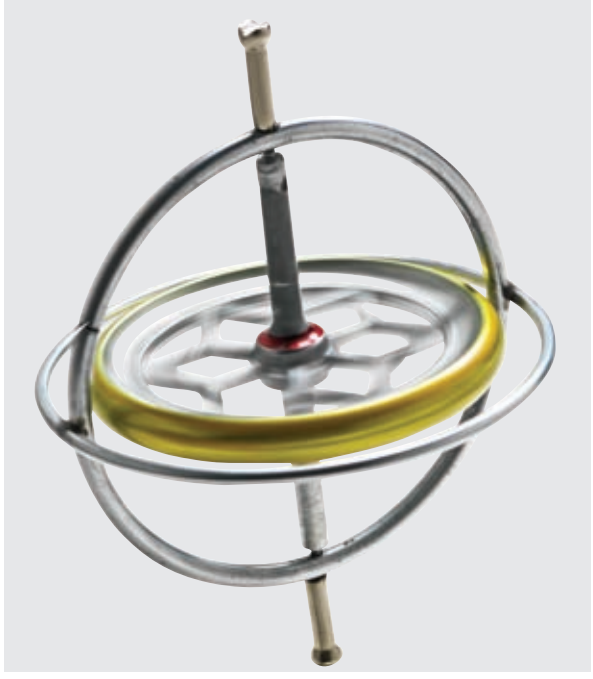
Bulunduğu coğrafi konum özellikleri ve ticaret ağları nedeniyle, Arap medeniyetinin, İslam'ın altın çağında, navigasyon konusunda çok önemli katkıları olmuştur. Manyetik pusula, usturlap, kamal gibi aletler kullanılarak gök cisimlerinin enlem ve boylamları ölçülebilmiştir. Rönesans döneminde bu bilgilerin daha sonra İspanya, Portekiz gibi İber medeniyetleri ve İtalyan denizciler tarafından da öğrenilmesi, Coğrafi keşiflerin yolunu açmış ve Yeni Dünya'nın keşfine de yardımcı olmuştur.

Vikingler güneştaşı mineralini kullanarak on birinci yüzyılda Kanada kıyılarına ulaşabilmişlerdir.

Memlükler dönemi, 1282 tarihli bir usturlap

MODERN NAVİGASYON

Günümüzde yüksek hassasiyetli ve güvenilir navigasyon çözümleri insansız platformlar, havacılık, uzay, askeri vb. uygulama alanları için özellikle önemli gereksinimler haline gelmiştir. Özellikle insansız/otonom platformların yaygınlaşması ile birlikte, navigasyon sistemleri için maliyet, boyut ve performans gibi gereksinimler daha da önemli hale gelmiştir. Navigasyon için temel veri kaynağı olarak, özellikle zorlu koşullarda (manevra vb.), kısa süreli hassasiyet, yüksek hızda veri sağlama ve güvenilirlik özelliklerinden dolayı ataletsel sensörler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, mevcut navigasyon sensörleri bu gereksinimlerin tümünü tek başına ve uzun sürelerde sağlayabilecek kapasiteye sahip değildir. Bu yüzden, navigasyon problemlerinde yaygın yaklaşım, yüksek hassasiyetli ve güvenilir çözümler için iki veya daha fazla farklı navigasyon sensörlerinin çıktılarının birlikte kullanılmasına dayalıdır.



Gimballi bir ataletsel navigasyon sistemi şeması

ASELSAN ANS-510 hava navigasyon sistemi. Döner kanat, sabit kanat, insansız hava aracı gibi platformlara uyarlanabilen esnek yazılım/donanım altyapısına sahiptir.

Bu veri kaynakları temelde ivmeölçer ve dönüölçer sensörlerinden oluşmaktadır. Ancak bu sensörlerin temel kusuru, ilk değerleme ve sistematik sensör hatalarının (bias), nihai navigasyon çözümünde zamanla birikmesidir. Bu da uzun süreli navigasyon çözümü gerektiren uygulamalarda büyük hataların ortaya çıkmasına ve güvenilir olmayan bir çözüm üretilmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla bu sensörler, bu tür uygulamalarda başka bir veri kaynağından desteğe ihtiyaç duymaktadır.

Ataletsel navigasyon sistemleri (ANS) için temel destek kaynağı olarak GPS, GNSS gibi küresel konumlama ve uydu sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Platform üzerindeki bir alıcı ile elde edilen uydu verilerinden yapılan konum kestirimi, ataletsel navigasyon çıktısıyla beraber kalman filtresine ölçüm olarak beslenmektedir. Ancak, uydu verilerinden yapılan konum kestirimi kısa zaman aralıkları için beklenen hassasiyeti sağlayamamaktadır (örneğin düşük hızda seyir yapan platformlar için). Bu yüzden, ataletsel sensörler ve uydu sistemleri, birbirinin zayıf yönlerini doğal olarak tamamlayan sistemler olarak entegre navigasyon sistemleri arasında öne çıkmaktadır. Ancak, uydulardan alınan veriler görüş açısı tünel, binalar, kentsel kanyonlar gibi nedenlerle kısmen veya tamamen kaybedilebilir. İkinci olarak, uydu sinyalleri, yanıltma (spoofing), karıştırma (jamming) gibi harici müdahalelere karşı zafiyete sahiptir. Son olarak da uydu verileri platform için gerekli tüm navigasyon büyüklüklerini sağlayamamaktadır. Ayrıca, uydu desteğinin mümkün olmadığı (kapalı alanlar ve uzay görevleri gibi) durumlar da mevcuttur.

Özellikle uydu desteğinin bulunmadığı veya güvenilir olmadığı durumlarda, platformda yerleşik (on-board) veri kaynakları/sensörler ataletsel navigasyon sistemlerine destek bilgisi elde etmek için kullanılabilmektedir. Bunun için, görsel sensörler ve kamera gibi pasif algılayıcılar navigasyon için zengin bilgi içerme, düşük maliyet, küçük boyut ve hafiflik gibi özelliklerinden dolayı öne çıkmaktadır. Bilinen bir çevreyi gözlerken, kameranın konumu ve yönelimi kestirilebilmektedir. Ayrıca, görüntü dizilerinde öznitelikler takip edilerek, kamera hareketi kestirilebilmektedir. Hassasiyet ve veri hızı açısından ataletsel sensörler ve görsel sensörler birbirini tamamlayan sistemler olarak ortaya çıkmaktadır ve son yıllarda bu konuda aktif araştırma yapılmaktadır.

Şekil 1 – Örnek geodetik referanslı ortofoto ve uçuş güzergâhı

GÖRÜNTÜ DESTEKLİ ATALETSEL NAVİGASYON

Görüntü destekli navigasyon için kullanılan varsayımlar şu şekildedir:

- Üzerinde seyir yapılan bölge için önceden hazırlanmış, tespit edilebilecek özniteliklerin jeodezik koordinatlarını içeren bir veri tabanı.
- Uçuş esnasında alınan görüntüden elde edilen özniteliklerin veri tabanı ile doğru eşleştirilmiş olması.
- Kamera (pinhole model) parametrelerinin biliniyor olması.

Şekil 1'de örnek bir geodetik referanslı ortofoto ve üzerine yerleştirilmiş örnek bir uçuş rotası (turuncu) gösterilmektedir. Başlangıç ve bitiş noktaları, sırasıyla, kırmızı ve mavi yıldız ile işaretlenmiştir. Yeşil dairelerle gösterilen noktalar, ortofoto üzerinden tespit edilen öznitelik noktalarını göstermektedir.

Kamera geometrisi ile kameradan alınan anlık görüntüler ve referans ortofoto arasındaki ilişki bilindiğinde, kameranın (dolayısıyla platformun) mutlak konumu kestirilmektedir. Ardından, hesaplanan bu konum da navigasyon destek bilgisi olarak kullanılabilmektedir.

MGEO'da Seyrüsefer Sistemleri Tasarım Müdürlüğünde, uydu desteğinin bulunmadığı (GNSS-denied) durumlarda hassas navigasyon kabiliyetinin sağlanabilmesi için alternatif destek sistemleri üzerinde çalışılmaktadır. Kullanım kolaylığı ve farklı gereksinimlere uyarlanabilmesi açısından modüler mimariler üzerinde durulmaktadır.

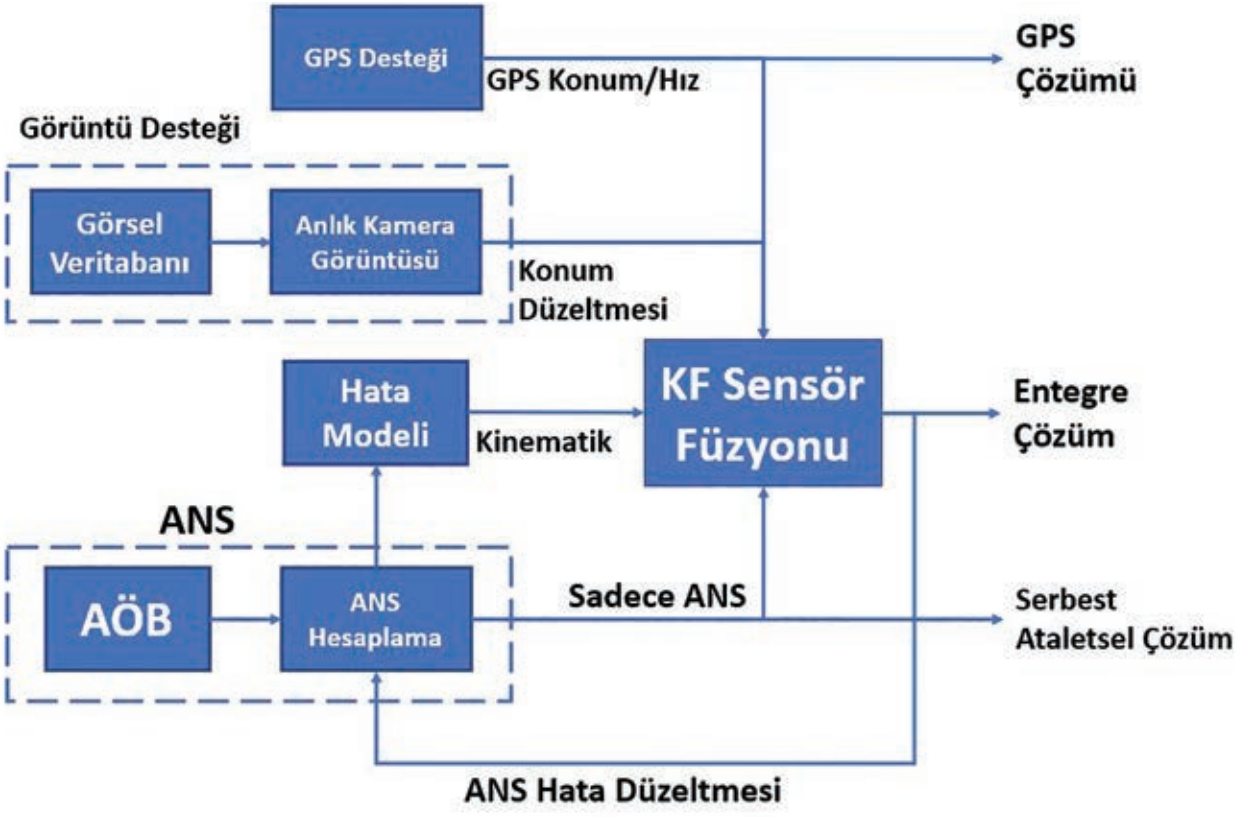
Bu amaçla bir simülasyon ortamı oluşturulmuştur. Bu simülasyon ortamında kinematik ve görüntü ölçümleri oluşturulabilmekte ve hata analizleri gerçekleştirilebilmektedir.

Şekil 2'de ataletsel navigasyon için genel bir blok şema gösterilmektedir. Ana navigasyon sistemi olarak ataletsel sensörlere dayalı bir navigasyon sistemine uydu, görüntü gibi destek sistemleri harici olarak entegre edilebilmektedir. Alternatif destek sistemi radar, manyetik alan haritası gibi başka sensör teknolojileri de içerebilir.

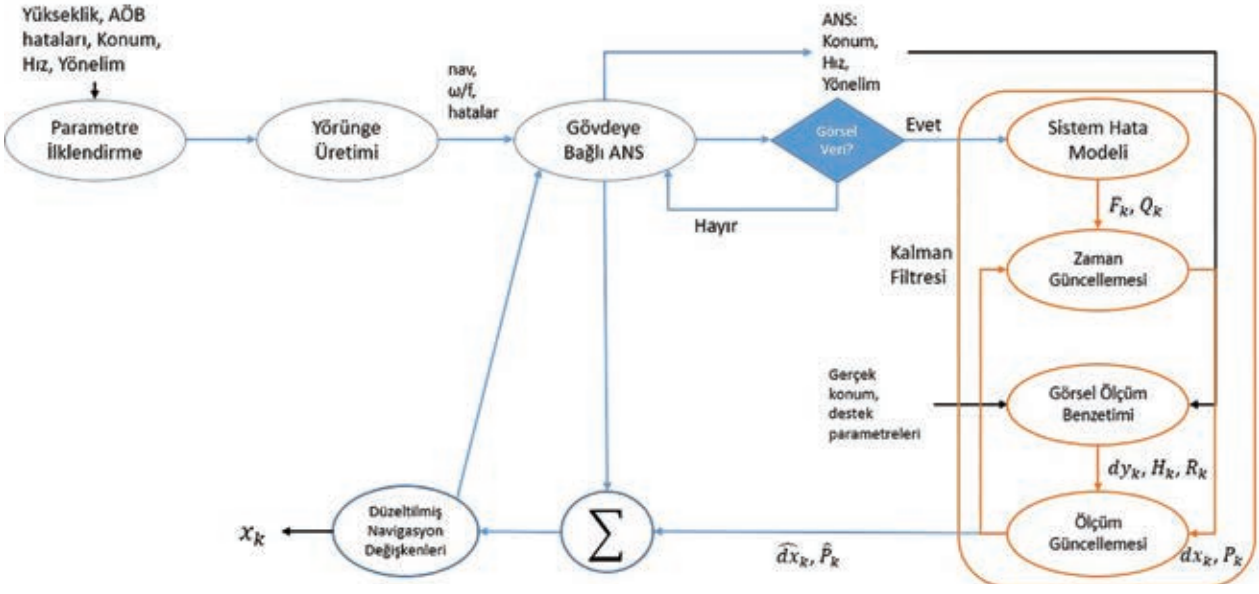
Şekil 3'te gösterilen algoritma akışı, ana navigasyon sistemi ataletsel sensörlere dayalı ve destek bilgisi olarak görüntü desteği kullanmaktadır.

MGEO'da Seyrüsefer Sistemleri Tasarım Müdürlüğü bünyesinde, alternatif navigasyon destek sistemleri kapsamında aşağıdaki başlıklarda aktif olarak çalışmalar yürütülmektedir:

- Görüntü desteği için farklı tür görüntülerin eşlenmesi (RGB-IR-SAR),
- Radar altimetre ve DTED haritaları ile arazi destekli navigasyon,
- Farklı sensör teknolojilerinin hassas navigasyon amacıyla füzyonu gibi güncel teknolojiler üzerinde durulmaktadır.



Şekil 2 – Navigasyon destek sistemi genel blok şeması



Şekil 3 – Görüntü destekli navigasyon uygulaması algoritma akış şeması

GNSS: KÜRESEL UYDU SEYRÜSEFER SİSTEMLERİ

Mehmet Fikret ÖCAL
Tolga SÖNMEZ

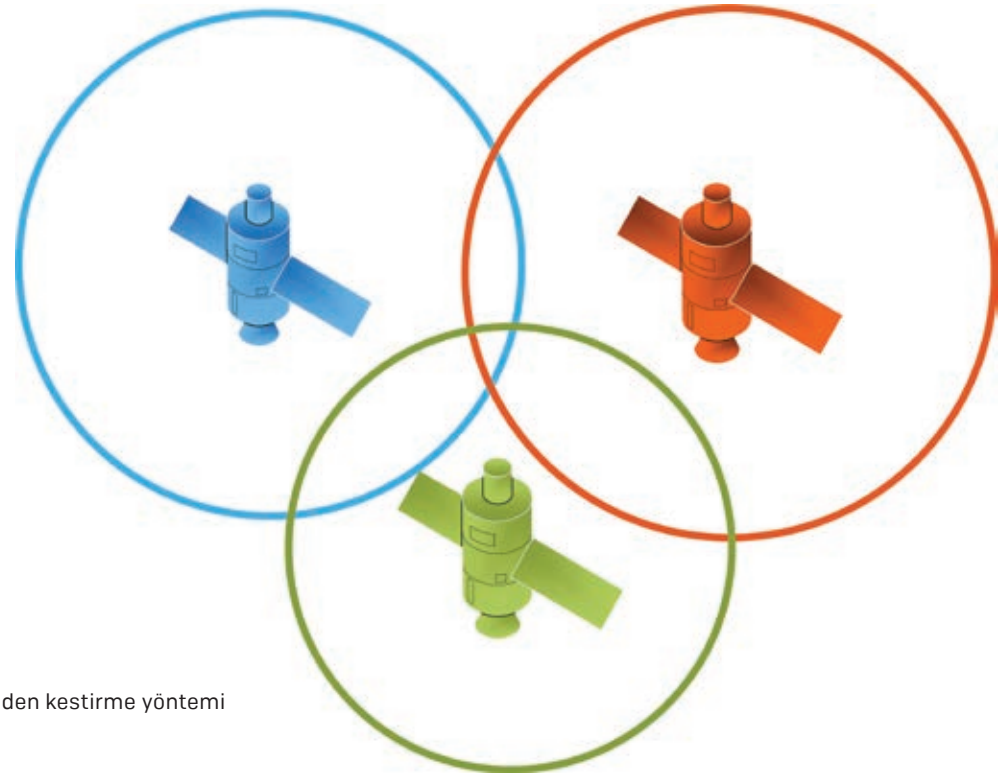
Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemleri (GNSS) tek-yönlü (uzaydan dünyaya) pasif mesafe ölçme sistemleridir. Bu sistemler, dünyanın üzerinde veya yakınında, herhangi bir zamanda, her türlü hava koşulunda, seyrüsefer, zaman transferi ve konumlama amaçlarıyla geniş bir alanda kullanılabilmektedir. Bu sistemlerden ilk tam işlevsel kabiliyete erişen Global Positioning System (GPS), Amerika Birleşik Devletleri tarafından, askeri gücü genişletme amacıyla geliştirilmiş ve 1970'lerin sonlarına doğru yörüngeye yerleştirilmeye başlanmıştır. Bir süre sonra, sivil kullanıcılara da belirli kısıtlamalar ile hizmet vermeye başlamış, ilerleyen dönemlerde sivil kullanımın artmasıyla birlikte bu kısıtlar önemli ölçüde yürürlükten kaldırılmıştır. GPS dışında, uzay-tabanlı konumlama sistemleri olarak GLONASS (Rusya), Galileo (Avrupa Birliği), BeiDou (Çin) gibi küresel kapsama alanına erişmiş ve ayrıca IRNSS (Hindistan), QZSS (Japonya) gibi ülkelerin çeşitli bölgesel sistemleri bulunmaktadır. Bu sistemlerden konum belirlemenin ötesinde jeodezi, jeofizik, astrometri gibi alanlarda da bilimsel birçok çalışmada faydalanılmaktadır. Tablo 1'de bu sistemlere genel bakış verilmiştir.

GERİDEN KESTİRME

GNSS, temelde uydu ve alıcı arasındaki mesafeyi ölçmeyi amaçlayan bir sistemdir. Bu sebeple, uydudan yayınlanan elektromanyetik sinyalin alıcıya ulaşana kadar geçen süreyi ölçebilen GNSS alıcısı, bu zaman farklarından üretilen mesafe bilgisini (mesafe = ışık hızı x zaman) kullanarak dolaylı olarak konum belirleyebilir. Bu şekilde konum belirleyebilmek için geriden kestirme adı verilen yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemde konumları bilinen noktalara olan mesafeler kullanılarak, konumu bilinmeyen bir başka noktanın konumu hesaplanabilmektedir. GNSS uydularının yaklaşık konumları sürekli olarak hesaplanabilmektedir. Dolayısıyla, Şekil 1'de görüleceği üzere en az üç uyduya olan mesafeler bilindiğinde, bu mesafelerin üç boyutlu uzaydaki kesişim noktaları GNSS alıcısının konumunu vermektedir. GNSS sistemlerinde zaman farkını ölçebilmek için kullanılan zaman sistemi uydularda atomik saatler ile takip edilse dahi, GNSS alıcılarında bulunan görece ucuz quartz saatler hatalı çalışmakta, bu sebeple dördüncü bir bilinmeyen ise GNSS alıcısının zaman ölçme hatası olduğu için pratikte en az dört uyduya yapılan eş zamanlı ölçümler sonucunda elde edilen denklem sisteminden GNSS alıcısına ait dört bilinmeyen (konum ve zaman) kestirilebilmektedir.

GNSS SİNYAL YAPISI

GNSS sistemlerinde uydu ile alıcı arasındaki menzilin bulunabilmesi için çeşitli mesafe ölçme kodları ve seyrüsefer mesajı, taşıyıcı dalga üzerinde modüle edilerek uydulardan sürekli olarak yayınlanmaktadır. GPS sistemi için bahsedilen mesafe ölçme kodları, sivil (Coarse/Acquisition, C/A) ve askeri (Precise, P) olarak ikiye ayrılmaktadır. Sivil kodlar tüm GNSS alıcıları tarafından alınabilen, görece düşük hassasiyet sağlayan ve dış müdahalelere açık bir yapıdayken; P kodu, sadece yetkilendirilmiş (şifreleme bilgisi yüklenmiş) askeri kodlu alıcılar

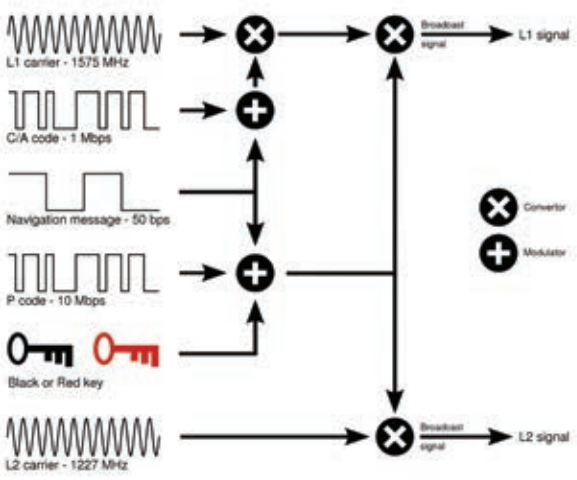


Şekil 1 – Geriden kestirme yöntemi

Tablo 1 - GNSS genel bakış				
	GPS	**GLONASS**	**Galileo**	**BDS**
Kullanımda olan uydu sayısı	31	24	23	37
Yörünge sayısı	6	3	3	6
Yörünge eğimi	55	64.8	56	55.5
Uyduların yüksekliği (km)	20.200	19.100	23.616	21.150
Yörünge periyodu (saat)	12	11.25	14.36	12.63
Çoklu erişim metodu	Kod bölmeli	Frekans ve kod bölmeli	Kod bölmeli	Kod bölmeli

tarafından kullanılabilen, hassasiyeti C/A koduna göre on kat daha yüksek, karıştırma/köreltme sistemlerine dayanımı bant genişliğinin fazla olması sebebiyle daha yüksek ve aldatmaya atakları karşısında ise, şifrelenmiş kodu yetkisiz kişilerin bilmemesi sebebiyle, aldatılamaz bir yapıdadır. GPS sinyali taşıyıcısı üzerinde yayınlanan seyrüsefer mesajında ise uyduya ait yörünge, saat, iyonosfer vb. gibi bilgiler yer almaktadır. Çift frekanslı bir uyduya ait örnek GPS sinyal yapısı Şekil 2'de verilmiştir. Sinyal yapısı verilen GPS sistemine benzer olarak diğer GNSS'lerinde de çeşitli sivil ve askeri ölçme kodları kullanımdadır. Küresel kapsama alanına sahip GNSS sistemlerine ait frekans bantları Tablo 2'de verilmiştir.

GNSS sistemlerinin uyduları ile alıcı donanım arasında aynı haberleşme uzayı üzerinden çoklu erişim sağlanabilmesi amacıyla çeşitli farklı metotlar kullanılmaktadır. Bu metotlardan kod bölmeli çoklu erişim (ing. CDMA) metodu ile uydulara ait kodlar vasıtasıyla tek bir taşıyıcı dalga frekansı üzerinden veri iletimi yapılırken; GLONASS sisteminde kullanılan frekans bölmeli çoklu erişim (ing. FDMA) metodu, farklı alt frekans bantlarında veri iletilmesi yöntemiyle çalışmaktadır. Kod bölmeli metotta kullanılan kodlar her bir uydu için birbirine dikey olan, PRN adı verilen sözde-rastgele gürültü bit dizisinden oluşur.



Şekil 2 – GPS sinyal yapısı

GNSS alıcısı tarafından alınan sinyalin taban banda indirilmesi akabinde, kod takip döngülerinde, uydulara ait PRN kodlarının alıcı içinde bulunan kopyaları ile taban banttaki sinyal korelasyon işlemlerine tâbi tutulması sonucunda kod temelli sözde-uzaklık yada kod fazı elde edilir. Benzer şekilde taşıyıcı takip döngülerinde, taşıyıcı dalga üzerinden yapılan korelasyon işlemi ile de taşıyıcı temelli sözde-uzaklık ya da taşıyıcı fazı belirlenir. Kod ve taşıyıcı sinyaller için yapılan gözlemler Denklem 1 ve Denklem 2'de verilmiştir. Verilen eşitliklerde P_a^u ve L_a^u kod ve taşıyıcı sinyallerden elde edilen sözde-uzaklığı, c ışık hızını, Δt_a^u sinyalin uydudan çıktığı andan, alıcıya ulaşana kadar geçirdiği süreyi belirtir. Taşıyıcı temelli ölçümlerde uydu ile alıcı arasındaki tam dalga sayısı $(\lambda \cdot N_a^u)$ bilinemeyeceği için bu parametre taşıyıcı faz belirsizliği olarak ele alınır. Hassas konumlama uygulamalarında taşıyıcı faz belirsizliğinin çözülerek taşıyıcı dalga ölçümlerinin de kullanılması gerekir.

Kod sözde-uzaklık gözlemi

$$P_a^u = c \cdot \Delta t_a^u$$

Taşıyıcı sözde-uzaklık gözlemi

$$L_a^u = c \cdot \Delta t_a^u + \lambda \cdot N_a^u$$

GNSS HATA KAYNAKLARI

GNSS uydularından elektromanyetik sinyalin yayınlanmasından, alıcı tarafından sözde-uzaklık gözlemlerine dönüştürülme sürecine kadar birçok hata kaynağının ölçülen sözde-uzaklıklar üzerinde etkisi bulunmaktadır. Bu sebeple yukarıda belirtilen kod ve faz sözde-uzaklık denklemleri ideal şartlarda geçerlidir. Bu hatalar GNSS sistemine, alıcı konumuna, uydu-alıcı arasındaki görüş hattına, GNSS alıcı donanımı vb. etkilere bağlı olarak çeşitli büyüklüklerde olabilir. Tablo 3'te hata kaynaklarının, elde edilen nihai konum doğruluğu üzerindeki yaklaşık etkileri verilmiştir.

GNSS ERİŞİMİ OLMADIĞI DURUMLAR

GNSS alıcısının çalışabilmesi için minimum dört uydunun GNSS alıcı anteninin görüş hattında olması gerekmektedir. Yeterli sayıda uydunun görüş hattında olmadığı durumlarda (örn: iç mekanlar, su altı, tünel, kentsel kanyon gibi) GNSS alıcıları genellikle güvenilir konum belirleyemezler. Bununla beraber uydular görüş hattında olmasına rağmen, alınan sinyalden çeşitli doğal ya da yapay sebeplerden ötürü doğru konum belirlenemediği durumlarda (karıştırma, köreltme, aldatma atakları, girişim etkileri, çok yolluluk vb.) mevcuttur. Tüm bu durumlarda GNSS sistemi seyrüsefer, zamanlama vb. amaçlar için kullanılamaz hale gelebilmektedir.

Seyrüsefer uygulamalarında GNSS alıcısı ölçümlerine ve belirlenen konum çözümüne güvenilmesi için aşağıdaki özelliklere sahip olması beklenmektedir:
Doğruluk: Belirlenen konumun belirli bir hata sınırı altında olması,
Bütünlük: Sistemin yanıltıcı bilgi üretmemesi,
Süreklilik: Sunulan hizmet kesintisiz olması,
Kullanılabilirlik: Sistem hizmete hazır olması.

Bu belirtilen özelliklere sahip olmayan bir alıcıdan elde edilen gözlem setinin seyrüsefer amacıyla herhangi bir kara, deniz, hava aracıda kullanımı mümkün olmamaktadır. Bu sebeple GNSS alıcısının elektronik ataklar karşısında dayanıklı, hassas ölçüm yapabilen ve hata kaynaklarının etkilerini azaltabilen bir tasarıma sahip olması beklenmektedir.

HASSASİYET ARTIRICI YÖNTEMLER

GNSS sisteminde bulunan hata kaynakları, GNSS alıcısında elde edilen konum doğruluğunu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenden ötürü hassas konum belirleme gerektirecek birçok uygulamada kod sözde-uzaklık temelli geriden kestirme yöntemi tek başına yeterli olamamaktadır. Bu yöntemin yanı sıra hata kaynaklarının etkisinin giderilmesi (modellenmesi veya kestirilmesi yoluyla), taşıyıcı faz belirsizliğinin çözülmesi gibi hassasiyet artırıcı çözümler gerekmektedir. Tüm bu sebeplerle, hassas konum belirleme amacıyla, tek alıcı (mutlak), iki alıcı (bağıl) veya ikiden fazla alıcı (ağ) ile çeşitli konum belirleme yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlarla beraber GNSS hata kaynaklarını sürekli olarak takip eden ve sürekli olarak yayınlayan yersel veya uydu

temelli düzeltme servisleri de çözüm doğruluğunu artırmaya yönelik katkılar sunmaktadır. Bu yöntemler ile gerçek zamanlı ve sonradan-işleme yöntemleri ile hassas konum belirlenebilmektedir. Seyrüsefer amaçlı olan uygulamalarda gerçek zamanlı çalışan Tablo 4'te doğrulukları verilen yöntemler kullanılabilmektedir. Bu yöntemlerin gerçek zamanlı çalışmaları tek başına taktik sahada kullanım imkânı vermemektedir. Düzeltme verilerinin GNSS alıcısına iletilmesi için genellikle VHF/UHF, hücresel veya internet haberleşme şebekeleri üzerinden gerçekleşmektedir. Bu sayılan haberleşme sistemleri üzerinden GNSS düzeltme sinyali alınması askeri donatılarda genellikle tercih edilmemektedir. Bununla beraber uydu temelli düzeltme sinyalleri ise doğrudan bölgesel kapsama alanlarında erişilebilen, GPS L1 uydu sinyaline benzeyecek şekilde, farklı ülkelerin iyileştirme uydu sistemlerinden yayımlanmaktadır (Şekil 3). Bu sebeple ek bir donanıma ihtiyaç duymadan GNSS alıcılarının düzeltme verileri alması mümkün hale gelmektedir.

Ayrıca özel şirketler tarafından geliştirilen uydu tabanlı iyileştirme servisleri de düzeltme sinyallerini yayınlamaktadır. Bu servisler Omnistar (Hollanda), Starfire (ABD), Veripos (İngiltere) olarak sıralanabilir.

ASKERİ VE SİVİL KODLU GNSS ALICILARI

GNSS sistemleri arasında işlevsel olan ilk sistem olan GPS sistemi askeri ihtiyaçları karşılamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu sebeple uzun süreler ABD ve müttefiklerinin askeri alandaki ihtiyaçlarını karşılama amacıyla kullanılmıştır. Askeri sistemlerde kullanılmak üzere üretilen GPS alıcıları, GPS'in ikincil kullanım alanı olan, sivil sistemlere göre üstün performans sunmuştur. Bu nedenle, askeri donatıların seyrüsefer ihtiyaçları doğrultusunda gereken hassas, güvenilir, kararlı çözümlerin sunulması amacıyla askeri kodlu GPS alıcıları ASELSAN ANS cihazlarında yakın zamana kadar mutlak konum sağlama desteği olarak tercih edilir olmuştur. Günümüzde sivil kodlu alıcıların kullanım alanının genişlemesi ve yörüngedeki işlevsel kabiliyetteki GNSS sayısındaki artışa paralel olarak hassas ve kararlı sivil kodlu alıcı ihtiyacı artmıştır. Bu sebeplerden ötürü ucuz ve tek frekanslı olan sivil kodlu alıcı donanımları, yerini çok frekanslı, çok uydu kümeli, kararlı ve harici etmenlere dayanımlı yapılara bırakmış, sivil kodlu alıcılarla konum belirleme hassasiyeti oldukça artmıştır. Bununla beraber, askeri kodlu alıcıların temin güçlüğü ve yüksek fiyatına kıyasla, sivil kodlu alıcıların kolay ve uygun fiyatlı çözümler sunması askeri sistemlerde dahi sivil kodlu GNSS alıcılara olan ilgiyi gün geçtikçe artırmaktadır.

Tablo 2 - GNSS taşıyıcı sinyal frekansları

GPS	GLONASS	Galileo	BeiDou
L1: 1575.42	G1: 1602+K *0.5625	E1: 1575.42	B1: 1559.052-1561.098
L2: 1227.60	G2: 1246+K*0.4375	E5: 1176.45-1207.14	B2: 1166.22-1217.37
L5: 1176.45	G3: 1202.025	E6 1278.75	B3: 1250.618-1286.423

Tablo 3 - GNSS hata kaynakları

Hata kaynağı	Büyüklük (metre)	Azaltma yöntemi
Uydu yörüngesi	±5	Hassas efemeris bilgisi kullanımı
Uydu saat	±2	Hassas uydu saat bilgisi kullanımı
İyonosfer	±5	Çift frekans kullanımı, modelleme, kestirim
Troposfer	±1.5	Modelleme, kestirim
Alıcı gürültüsü	±2	Çeşitli ampirik yöntemler
Çok-yolluluk	±2	Çeşitli ampirik yöntemler

GNSS sistemlerinin günden güne artan sivil kullanımı ile beraber, sivil sinyalleri kullanan askeri, bankacılık, ticari vb. kurumlara zarar vermek isteyen art niyetli kişiler, GNSS alıcısının çalışmasını engelleme amacıyla sair teknikleri kullanmaya başlamıştır. Ayrıca, günümüzde sayıları çarpıcı şekilde artan kablosuz haberleşme sistemleri sinyallerinin herhangi bir kötü niyet olmaksızın GNSS sinyallerine olan girişimleri de konumlama uygulamalarında önemli sorunlara sebep olmaktadır. Bu sebeplerden ötürü sivil kodlu GNSS alıcılarının, bahsedilen tüm zorlu koşullarda dahi gürbüz çalışması gerekmektedir. Tek uydu kümeli sivil GNSS (sadece GPS) alıcılarının karıştırma/aldatma taarruzları altında olan dayanıksız yapısı (10MHz bant genişliği), 2020 yılı itibarıyla dört GNSS sisteminin de tam işler kabiliyete ulaşması ile önemli ölçüde azalmıştır. Bahsedilen dört GNSS sisteminde bulunan sinyal bantları Şekil 4'te verilmiştir. Bu bantların tamamının kullanımı ile askeri kodlu alıcılarda olan 40 MHz'lik karıştırılması gereken frekans bandı 132 MHz'e çıkarak önemli ölçüde karıştırma/köreltme dayanımı sivil GNSS alıcıları kazanmıştır.

Şekil 3 –
Uydu tabanlı iyileştirme servisleri kapsama alanları

ASELSAN GNSS ALICILARI

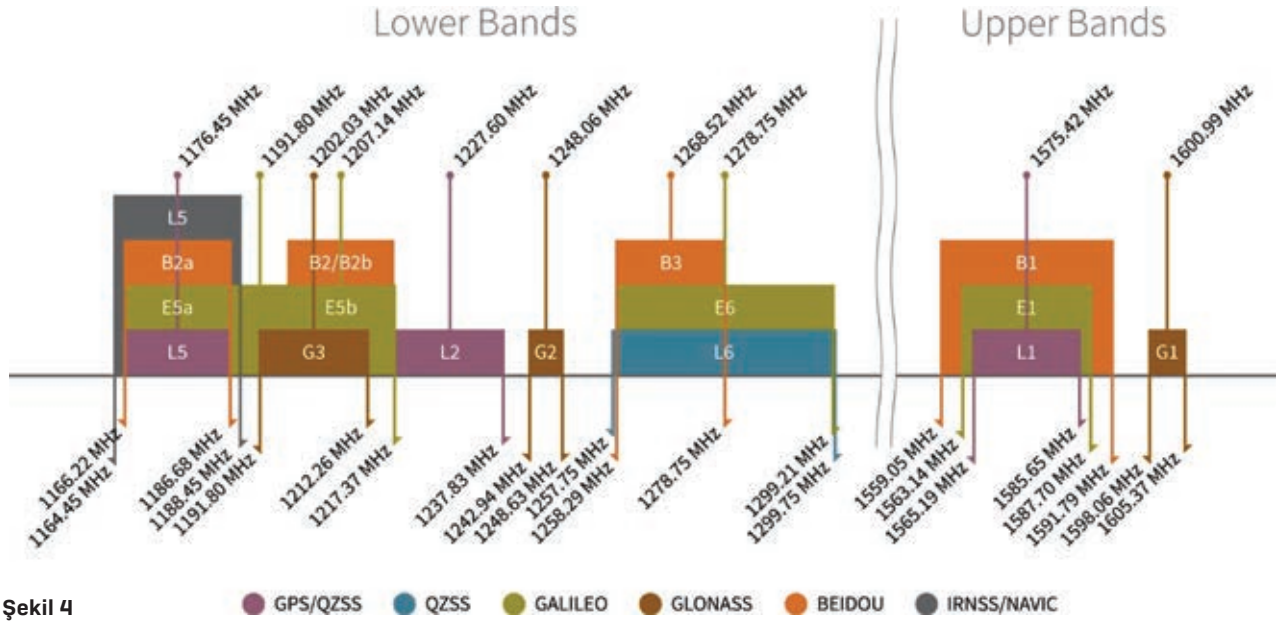
ASELSAN tarafından tasarımı ve üretimi gerçekleştirilen sivil kodlu GNSS alıcıları; tüm küresel kapsamaya ulaşan uydu kümelerinin frekans bantlarını desteklemekte ve ASELSAN ANS cihazlarında kullanılan askeri kodlu GPS alıcılarının yerini hızla alan bir kullanım alanı bulmaktadır. Ayrıca ANS cihazları dışında çeşitli güdümlü mühimmatların seyrüsefer ihtiyaçları için de kullanılabilmektedir. ASELSAN tarafından geliştirilen GNSS alıcılarından gömülü olarak ANS cihazı içerisinde askeri kodlu GPS'in yerine kullanılabilen dahili sürüm (Şekil 5) ve askeri kodlu GPS'li ANS cihazına dışarıdan bağlanarak destek sağlayan bağımsız çalışabilen harici ürün (Şekil 6) olmak üzere iki farklı temel ürün ailesi bulunmaktadır. Bu ürünlerin elektronik donanımsal, GNSS işlemcisi seçenekleri ve GNSS konum belirleme algoritmaları benzer şekilde tasarlanarak, ihtiyaca binaen kullanıcı ve entegratörlere sunulmuştur.

ASELSAN GNSS sistemleri özellikleri aşağıda verilmiştir:

- Küresel kapsama alanına ulaşan, GPS, Galileo, BeiDou, GLONASS uydularına ait sinyallerinden seçilen frekanslar ile konum belirleme,
- Uydu tabanlı iyileştirme sistemleri sinyalleri ile konum belirleme hassasiyetini artırabilme,
- Taktik sahada verilebilecek diferansiyel konumlama yardımcıları ile konum doğruluğunu artırabilme (Şekil 7),

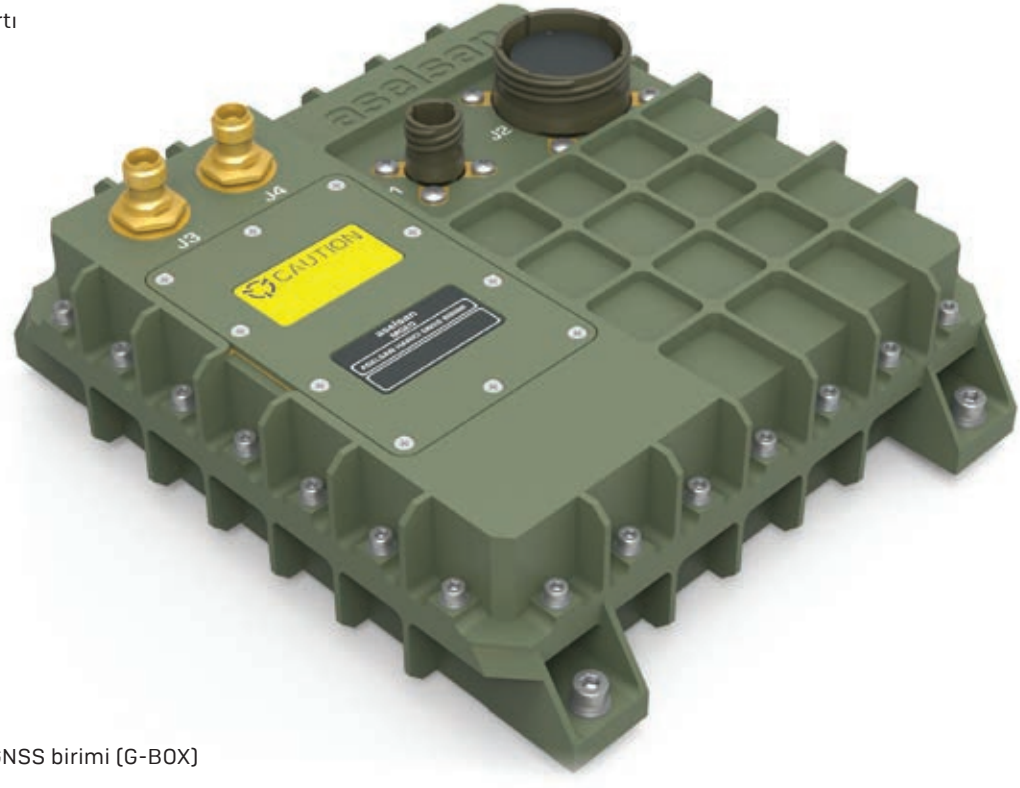
Tablo 4 - GNSS çözüm yöntemlerinin doğrulukları

GNSS alıcı sayısı	Çözüm yöntemi	Doğruluk (1σ, m)
Tek	Standart nokta konumlama	>10
	Gerçek zamanlı hassas nokta konumlama (örn. IGS-RTS)	0.1
	Ağ temelli gerçek zamanlı kinematik (örn. TUSAGA-Aktif)	0.1
	Yer tabanlı iyileştirme sistemleri	0.2-1
	Uydu tabanlı iyileştirme sistemleri (örn. WAAS, EGNOS)	1-3
İki	Diferansiyel GNSS	1
	Gerçek zamanlı kinematik	0.05

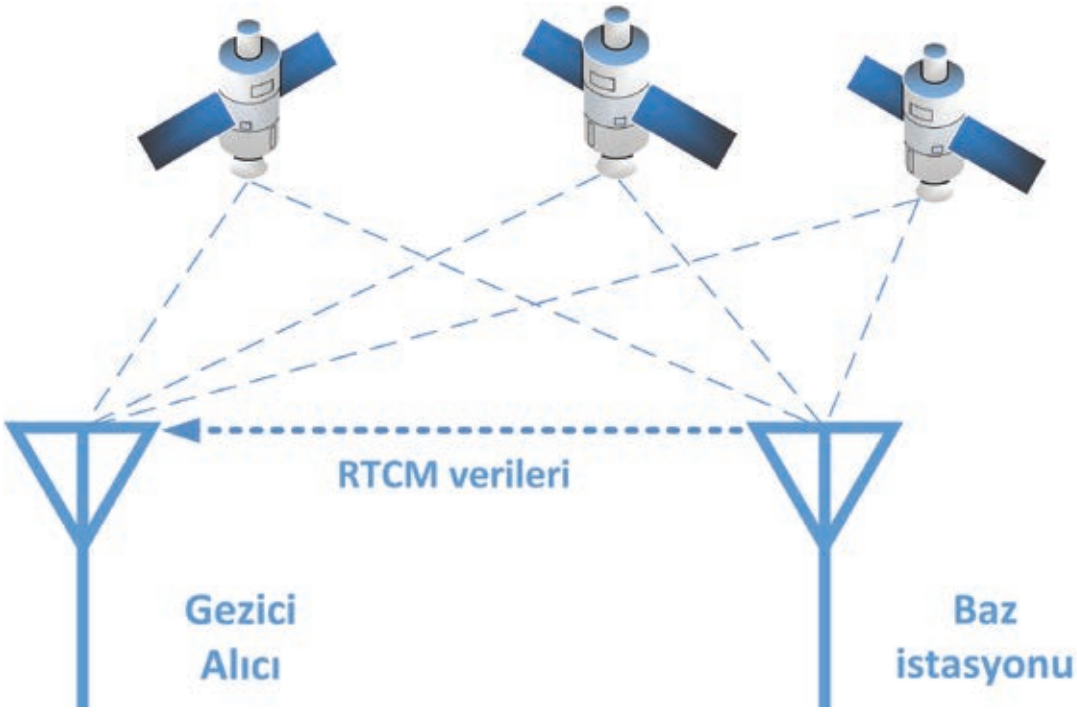


Şekil 4

Şekil 5 – Gömülü GNSS kartı



Şekil 6 – ASELSAN harici GNSS birimi (G-BOX)



Şekil 7 – Diferansiyel konumlama

- Çift GNSS alıcı çekirdeği veya çift antenli GNSS alıcı çekirdeği marifetiyle hareketli baz (gerçek zamanlı kinematik) çözüm yöntemi ile başucu açısı bilgisi üretebilme (sadece harici GNSS ünitesi tarafından desteklenmektedir),
- Gerçek zamanlı çözümlerde kullanılan konum belirleme hatalarını azaltacak en güncel hata kaynağı model ve yöntemlerini kullanabilme,
- Bütünlük izleme algoritmalarıyla, ölçümlerin tutarlılığı istatistiksel olarak kontrol edilerek hata tespiti yapılması, hatalı ölçümlerin seyrüsefer çözüm denklemlerinden çıkarabilme,
- Bütünlük izleme yöntemleri ile ikaz sınırları, ikaz zamanı, bütünlük riski ve koruma seviyeleri hesaplama,
- Aldatma atağı tespit için ileri algoritmalar ile aldatma altında olduğunun tespiti ve aldatma yayını yapılan GNSS sistemi/frekanslarından gelen bilgileri konum belirleme denklemlerinden çıkarabilme,
- Karıştırma/köreltme atakları karşısında; uyarlanır çentik filtre ile birden fazla dar bantlı girişim frekansını belirleyip bastırabilme; geniş bant filtre ile geniş bantlı girişimleri bastırabilme,
- Kontrollü Alım Örüntülü Antenler (İng. CRPA) ile çalışarak farklı konumlardaki çok sayıdaki karıştırma/ köreltme sistemlerinden gelen sinyallerin geliş yönünün anten alım örtüsünde bastırılması ile bu ataklara karşı güçlü dayanım sağlanabilmesi,
- Farklı fiyat bandındaki çeşitli ithal GNSS alıcı çekirdeği ile uyumlu yazılım ve donanım seçenekleri,
- Yerli ve milli imkânlar ile geliştirilecek yeni GNSS alıcı çekirdeklerine entegrasyona uyumlu yazılım,
- Harici GNSS ünitesi için çevre koşulu uyumu (MIL-STD-810G),
- Harici GNSS ünitesi için elektromanyetik koşulu uyumu (MIL-STD-461E),
- Harici GNSS ünitesi için güç arayüzü uyumu (MIL-STD-1275),
- RS422, Have quick ve 1PPS arayüzleri.

İHTAR

Anti-Drone Sistemi

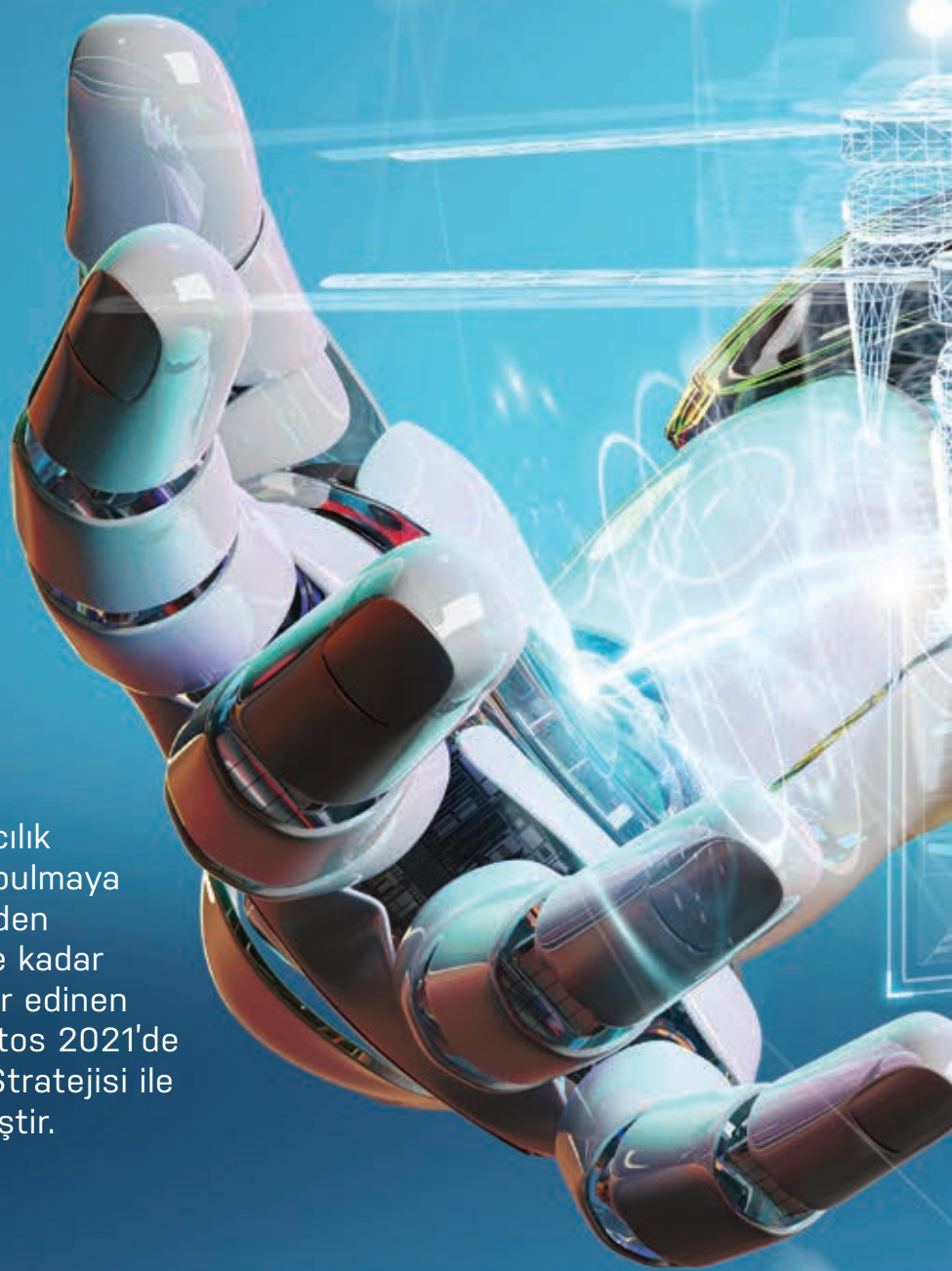
İHTAR, ASELSAN'ın mini ve mikro İHA tehdilerini şehir ve kırsal ortamda etkisiz hale getirmek için geliştirmiş olduğu bir drone karşı tedbir sistemidir. Kritik tesislerin korunması, yasadışı sızmalara karşı sınır güvenliği, kalabalık organizasyonların korunmasında kullanılmaktadır.

www.aselsan.com

aselsan

YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARI

Kemal Alperen ÇETİNER
Ünal ZUBARİ
Gözde BERBEROĞLU
Dr. Erkan YAVUZ
Dr. Şener YILMAZ
Ahmet MERT



Son yıllarda yapay zekâ alanında büyük miktarda veri toplama ve saklama kapasitesinin artması, işlem gücünde yaşanan artış ve oldukça güçlü algoritmaların geliştirilmesi ile yapay zekâ teknolojileri, yenilikler getirme potansiyeliyle birlikte, hayatın her alanında olduğu gibi havacılık sektöründe de kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Pilotların eğitiminden uçuş sistemlerinin güvenliğine kadar farklı konularda kendilerine yer edinen yapay zekâ teknolojileri, Ağustos 2021'de açıklanan Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi ile daha önemli bir konuma gelmiştir.

Son yıllarda yapay zekâ alanında,

- Büyük miktarda veri toplama ve saklama kapasitesinin artması
- İşlem gücünde yaşanan artış ve
- Oldukça güçlü algoritmaların geliştirilmesi ile

yapay zekâ teknolojileri, yenilikler getirme potansiyeliyle birlikte, hayatın her alanında olduğu gibi havacılık sektöründe de kullanım alanı bulmaya başlamıştır. Pilotların eğitiminden uçuş sistemlerinin güvenliğine kadar farklı konularda kendilerine yer edinen yapay zekâ teknolojileri, Ağustos 2021'de açıklanan Ulusal Yapay Zekâ Stratejisi ile daha önemli bir konuma gelmiştir.

Avrupa Sivil Havacılık Otoritesi, EASA, sivil havacılık alanında yapay zekâ/makine öğrenmesi çözümlerini içeren sertifikasyon başvurularının 2019 yılı itibarıyla başladığını belirtmektedir. Bu gelişmelere istinaden EASA, yapay zekâ uygulamalarının sertifikasyon yol haritasını 2020 yılında yayımlamıştır.

Yapay zekânın aviyonikte kullanım alanları, ana olarak otonom uçuş sistemleri ve uçuş destek sistemleri ve bunlara yönelik sertifikasyon süreçleri olarak belirtilebilir. Bu konular ilerleyen bölümlerde incelenecektir.

Yapay zekânın aviyonik konusunda diğer kullanım alanları kestirimci bakım, siber güvenlik ve kokpit ses tanıma olarak sıralanabilir. Bunlardan ilki olan kestirimci bakım, çeşitli uçuş ve sensör bilgileri ile makine öğrenmesi algoritmaları sayesinde herhangi bir aviyonik parçanın hata veya sorun çıkartmadan önce kullanıcıya uyarı vermesini sağlayan sistemdir. Sistem bu yolla onarım sıklığı ve onarım masrafları arasında dengeyi sağlar. Uçuş güvenliğine katkıda bulunurken aynı zamanda plansız uçuş kesintilerinin azaltılmasına yardımcı olarak maliyet katkısı da getirir. Siber güvenlik alanında kural bazlı saldırı tespit sistemleri, tehdit sınıflamasını belli kurallara göre yapmaktadır. Bilinen saldırı yöntemlerine karşı etkili olan bu sistemler, yeni tip saldırı yöntemlerine karşı ise yetersiz kalmaktadır. Yapay zekâya dayalı saldırı tespit sistemleri, ağ üzerindeki normal davranış ile saldırı davranışlarının makine öğrenmesi/yapay zekâ algoritmaları ile ayırt edilebilmesine olanak tanıyarak davranış temelli saldırı tespit yöntemlerinin geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Aviyonik terminolojisindeki komutlara ve platformdan kaynaklı yüksek arka plan gürültülerine dayanıklı derin öğrenme kullanılarak tasarlanmış kokpit ses tanıma sistemleri yapay zekânın hava elektroniği kapsamında kullanıldığı diğer bir alandır. Konuşma verilerini alıp anlamlandırarak ilgili alıcıya iletecek olan kokpit ses tanıma sistemleri pilotun iş yükünü azaltarak ses ile komut vermesine olanak sağlamaktadır.

OTONOM UÇUŞ SİSTEMLERİ

Otonom uçuş sistemleri pilot müdahalesi olmadan kalkış uçuş veya iniş sağlayabilen akıllı yazılım içeren sistemlerdir. Makine öğrenmesi ile eğitilen bu sistemlerin, aynı anda çok fazla sensör bilgisini birden değerlendirebilmesi, savaş uçaklarında ivmeden etkilenmeyen pilotsuz uçuşlara imkân vermesi sebebi ile insanlı uçuklara göre avantajlı olacağı öngörülmektedir.

Boeing firmasının geliştirdiği otonom savaş uçağı 2021 yılında ilk uçuş testlerini gerçekleştirmiştir. Otonom savaş uçağı kendi kendine ve insanlı savaş uçağı ile güvenli mesafeyi koruyarak birlikte uçma kabiliyetine sahiptir.

Benzer şekilde DARPA tarafından geliştirilen döner ve sabit kanatlı platformları uçurma yeteneği kazandırılan A.L.I.A.S sistemi Sikorksy Blackhawk tipi helikoptere entegre edilmiştir. Otonom helikopterin uçuş testleri 2022 yılında pilotsuz olarak gerçekleştirmiştir. Test sırasında kalkış, rota planlama ve iniş otonom sistem tarafından gerçekleştirilmiştir.

Otonom uçuş sistemlerine bir diğer örnek ise Airbus'ın otonom taksi, uçuş ve iniş sistemi ATTOL'dur. Airbus firmasının sivil uçaklar için geliştirdiği bu sistem görsel analizlerden yararlanarak taksi, kalkış ve inişler gerçekleştirmiştir.

EASA'ya göre, ticari yolcu taşımacılığı endüstrisi otonom uçuş alanında öncelikle sanal pilot yardımı ile tek pilotlu uçuşların mümkün kılınmasını hedeflemektedir. Sonraki adımların ise sırası ile pilot gözetiminde otonom uçuş ve pilotsuz otonom uçuş olacağı öngörülmektedir. Drone endüstrisinde ise tam otonom uçuşlara geçiş için daha acil bir ihtiyaç olduğu bildirilmektedir.

EASA, büyük uçaklarla tek pilotlu sivil hava taşımacılığı uçuşlarının 2030 yılında, tam otonom pilotsuz uçuşların ise 2035 ve sonrasında olabileceğini tahmin etmektedir. Savaş uçakları tarafında ise hali hazırda ilk uçuşu gerçekleştirmiş otonom uçaklar mevcuttur.

HAVA TAKSİ UYGULAMALARI

Şehir kullanımına uygun, dikey kalkış iniş yapabilen (VTOL, eVTOL) küçük hava araçlarının geliştirilmesi devam etmektedir. Hava taksi sistemlerinin şehirlerde kullanılacak olması, havacılık alanında yeni problemleri de beraberinde getirmektedir. Özellikle çok yoğun şehir içi hava trafiğinde uçaklar arası mesafenin kısalması ile güçlü ve etkili kazadan kaçınma algoritmalarına ihtiyaç duyulacağı değerlendirilmektedir. Bu problemlerin, aynı anda büyük miktarda sensör verisini algılayan, değerlendiren, makine-makine iletişiminden ve görsel analizlerden yararlanabilen yapay zekâ uygulamaları ile çözüleceği öngörülmektedir.

UÇUŞ DESTEK SİSTEMLERİ

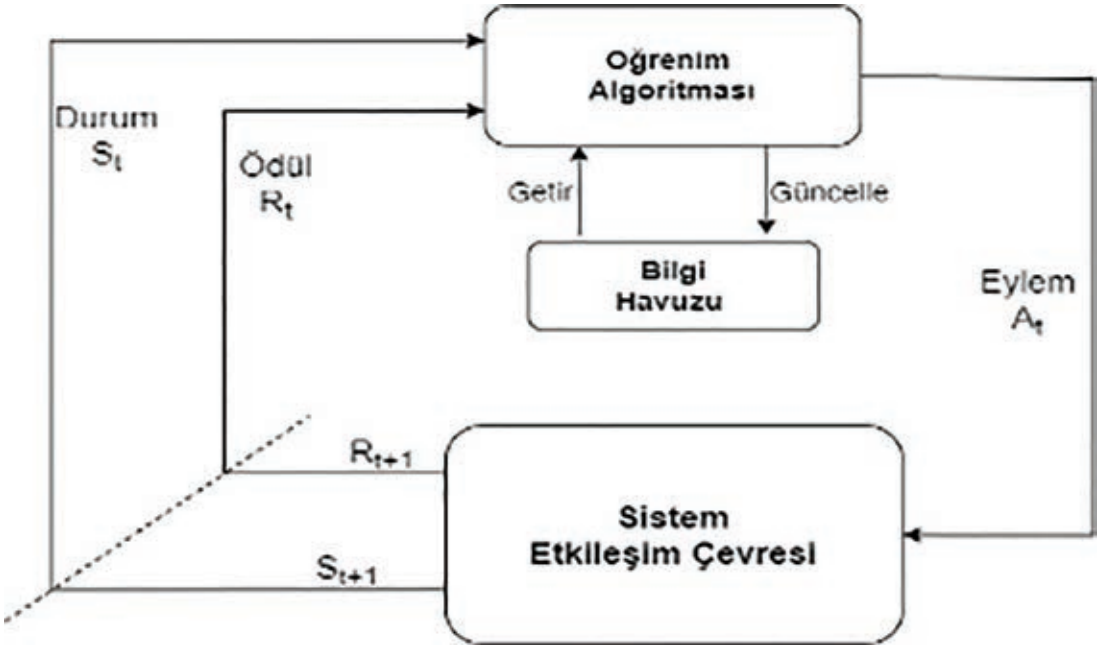
İT DALAŞI MOTORLARI

Her ne kadar uzaktan vuruş sistemlerinin gelişimi ile it dalaşı manevralarının önemi gölgelense de yoğun hava müdahalesinin bulunduğu çatışma koşullarında havadan havaya mücadeleler gözlenebilmektedir. Sabit kanatlı hava araçlarını yöneten pilotların bu tür mücadelelere karşı hazırlıklı olmaları gerekmektedir. Soruna çözüm olarak simülatörler üzerinde koşulan yapay zekâ tabanlı it dalaşı motorları pilotların eğitimleri sırasında kullanılabilir.

Sabit kanatlı hava araçlarına otomatik manevra kabiliyeti kazandırılmasına ilişkin çalışmalar genetik algoritması, RRT gibi optimizasyon algoritmaları çerçevesinde gerçekleşmekteydi. Ancak genetik algoritması benzeri optimizasyon algoritmaları çeşitli zorlukları barındırmaktadır. Bu zorluklardan bazıları; uyum veya maliyet gibi fonksiyonların çıkartılmasının karmaşık sistemlerde güç oluşu, problemin doğasına uygun operasyon ve değişkenlerin belirlenmesinde yaşanan sıkıntılar biçiminde sıralanabilir. Bundan dolayı son zamanlarda çevre etkileşimli ve ardışık kararları içeren problemlerde pekiştirmeli öğrenme temelli yaklaşımlar öne çıkmaktadır. Örneğin, DARPA tasarrufunda geliştirilen Air Combat Evolution (ACE) Full-Scale Aircraft TA-4 projesi kapsamında tasarlanan it dalaşı motoru pekiştirmeli öğrenme kullanılarak eğitilmiş ve simülasyon ortamında yapılan çatışmalarda Boeing eğitimli savaş pilotlarına karşı başarılı sonuçlar vermiştir.

Akış şemasından da gözlenebileceği üzere algoritma çevresel etmenler ile etkileşime girerek çeşitli eylemlerde bulunur. Bu eylemler sonucunda da ödüller edinir ve yeni durumuna gelir. Bu noktada seçim sürecini tekrarlayarak ödülünü artırmaya çalışır. Sonuç olarak durumların ne kadar iyi olduklarını tanımlayan bir değer fonksiyonu veya durumları eylemlerle eşleyen bir poliçe fonksiyonu ya da her ikisini de öğrenir. Bu bağlamda öğrenme algoritmasının yönlendirdiği yetiyi kazanmış olur. Bununla birlikte, veri toplama masraflarının yüksek olması ve verilerin etkisizliği gibi sorunlardan ötürü pekiştirmeli öğrenme uygulamalarında Gazebo, Unity3D ve MuJoCo gibi simülasyon ortamları tercih edilmektedir. Dolayısıyla it dalaşı motorunun gerçek dünyada kullanımı için Sim-to-Real Transfer kapsamındaki çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Pilotların çatışma durumlarında manevra kabiliyetlerini geliştirmenin yanında gerçek dünyaya aktarılması yoluyla pilotlara uçuş asistanlığı da sağlayabilecek olan it dalaşı motoru, havacılık dünyasındaki güncel teknolojilerden biridir.



Model içermeyen RL Akış Şeması

İNİŞ & YAKLAŞMA SİSTEMLERİ

Sabit kanatlı bir hava aracının iniş süreci iki temel aşamadan oluşmaktadır: Alçalma (Glide) ve palye (Flare). Pilotların bu aşamalar sırasında yere göre hız, yükseklik, motor itkisi, flaplerin durumu ve iniş takımları gibi değişkenleri göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Fazlasıyla iş yükü ve odak lazım olan bir durum olması sebebiyle de uçak kazalarının yüzde 45'ten fazlası iniş ve yaklaşma esnasında yaşanmaktadır. İniş ve yaklaşma anlarındaki sorunların önüne geçmek ve pilotların yükünü azaltmak amacıyla Oto-İniş Sistemleri geliştirilmiştir. Örnek olarak Enstrüman İniş Sistemi adındaki sistem, günümüzde kullanılan Oto-İniş Sistemlerinin başında gelmektedir. Yer ve platformdaki çeşitli sinyal alıcı-verici cihazlara ek olarak radyo işaretleyicilerden oluşan sistem yatay ve düşey doğrultularda pilota kılavuzluk etmektedir.

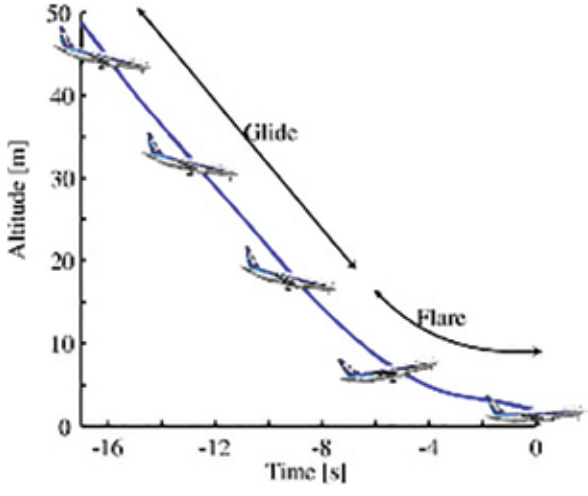
Oto-İniş Sistemleri işlem yaptıkları durumun doğası gereği çok fazla değişkeni hesaba katmaları gereken kontrol yapılarıdır. Son yıllarda derin sinir ağlarının fonksiyon yakınlayıcı özellikleri kullanılarak uyarlanabilir kontrolcüler tasarlanmaktadır. Dahası derin pekiştirmeli öğrenme tabanlı kontrolcüler çevre (iniş ortamı ve değişkenleri) ile etkileşime girerek nasıl başarılı inişler gerçekleştirebileceklerini öğrenebilirler. Low Noise Augmentation System benzeri yapay zekâ temelli sistemler optimum yükseklik, iniş oranı ve hızı gibi verileri saptayarak pilota iniş ve yaklaşma sırasında destek vermektedir. Ek olarak iniş yönergelerinin kask monteli ekran sisteminde gösterilmesi pilotun iniş ve yaklaşma anlarındaki farkındalığının artmasını sağlayacaktır.

GÖREV/ROTA PLANLAMA SİSTEMLERİ

Görev planlama sistemleri, uçuş sırasında karşılaşılacak tehditleri, hedefleri, coğrafi yapıları ve yakıt tüketimi, silah konfigürasyonları gibi uçak değişkenlerini hesaba katarak uçuş yol noktalarını belirleyen sistemlerdir. Görev planlaması bir rota çizimi olması dolayısıyla rota optimizasyonu sınıfında bir problem olarak ele alınmaktadır. Ortamın durumuna göre rota çizimi iki farklı biçimde gerçekleştirilebilir. Bunlar global rota çizimi ve yerel rota çizimidir. Geleneksel olarak ortam statik olarak tasarlanıp global rota çizimi yöntemleri uygulanır. Bu kapsamda A*, RRT ve Simulated Annealing benzeri rota optimizasyon algoritmaları kullanılır. Örneğin, F-35 uçaklarında bulunan Autonomic Logistics Information System (ALIS) uygulaması ve HÜRKUŞ platformuna entegre olan ATLAS haritasında gösterilebilen görev planları global rota çizimleri ile tasarlanmıştır.

Statik görev planlaması durgun çevre koşulları için optimal yol noktalarını sağlasa da görev

esnasında ortaya çıkabilecek beklenmedik hareketli hedefleri, tehditleri ve ani hava koşulu değişimlerini kayda alamamaktadır. Bundan dolayı anlık ortaya çıkabilecek durumlar, dinamik görev planlamasını zorunlu kılmaktadır. RRT gibi algoritmaların gerçek zamanlı-dinamik olarak kullanımı ise bu tip algoritmaların tüm bir ortamı ve ortamdaki dinamik engelleri haritalandırmasını gerektirdiğinden hesaplama gücü açısından masraflı bir süreçtir. Dolayısıyla, etkin, güvenli ve esnek bir görev planlama algoritmasına ihtiyaç vardır.

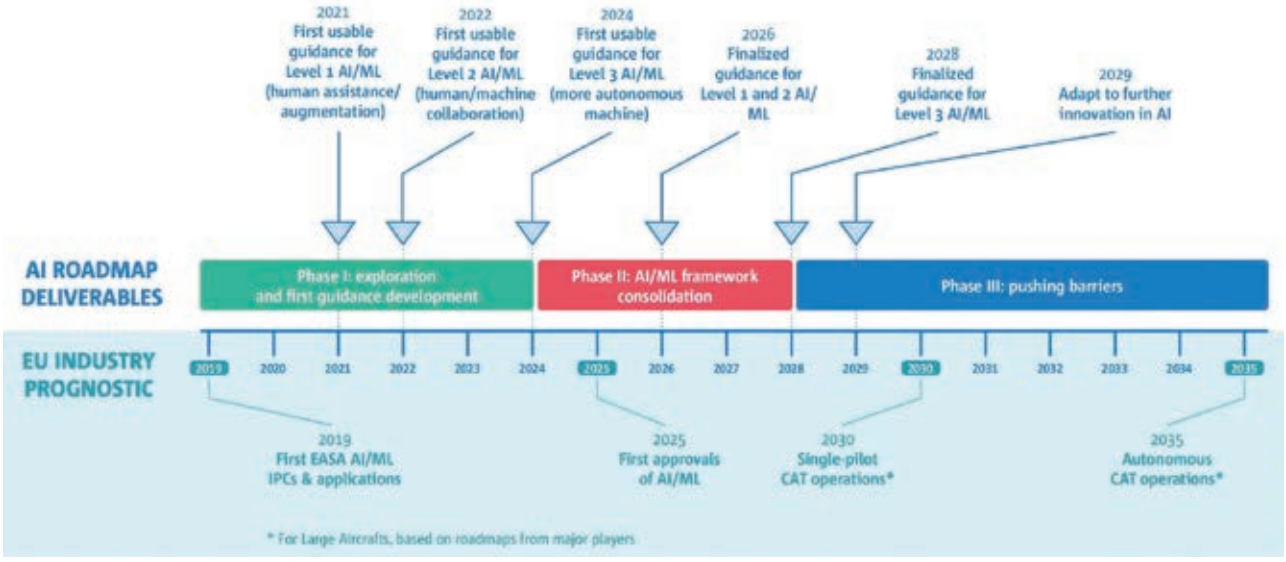


Bu amaca yönelik ortamın geometrik yapısının B-Spline fonksiyonları temelinde çıkartılıp edinilen verilerin derin pekiştirmeli öğrenme modeline girdi olarak kullanılmasıyla üç boyutlu ortamlarda görev yollarının dinamik hesabı mümkündür. Şu an bu doğrultudaki çalışmalar insan yönlendiriciyi devre dışı bırakmak için insansız hava araçlarına odaklanmış durumda ancak yapay zekânın insanlı hava araçlarının görev planlamasında kullanılmasına dair çalışmalar da sürmektedir.

ASİSTAN PİLOT SİSTEMLERİ

Asistan sistemler başka bir deyişle uzman sistemler, spesifik bir alanda problem çözme yeteneğini yapay zekâ teknolojilerini kullanarak simüle etmek üzere tasarlanan bilgisayar programlarıdır. Uzman sistemler temelde üç ana bileşenden oluşmaktadır; bilgi tabanı, kullanıcı ara yüz motoru ve çıkarım motoru. Bilgi tabanı, uzman olarak çözülmesi istenen problemlerle ilgili bilgileri temsil eder ve içeriğinde farklı uzmanlardan aynı konuda edinilen bilgi ve deneyimleri bulundurmaktadır. Bilgi tabanındaki verileri kullanan çıkarım motoru, çeşitli kararlar üretir ve bu kararları kullanıcıya sunacak olan arayüze aktarır.

Uzman sistemler, teknolojinin de gelişmesi ile birçok alanda belirlenen özgün konularda insanlara yardımcı olmaktadır. Bu alanların biri de aviyonik alanıdır. Uzman



EASA yapay zekâ sertifikasyon yol haritası

sistemler, hava araçlarında önemli kararlar veren pilotların sorularını cevaplandırmaya ve sorunlarını çözmeye yardımcı olmaktadır. Böylece, pilotların da yeterli olamadığı veya yardıma ihtiyacı oldukları durumlarında onlardan kaynaklanabilecek uçuş kazalarını önlemek hedeflenmektedir. Kokpitte bulunan uzman sistemler, sadece pilota yardımcı olmayı hedefler, karar verme yetkisi pilottadır. Bu sistemlerin geliştirilme amacı, görevi karar verme sorumluluğunda olan pilot için gelişmiş bir kokpit sistem sunarak pilot için karar verme ortamını kolaylaştırmaktır. Veri tabanındaki bilgileri, bilgi tabanındaki kurallar ile işleyen çıkarım motoru pilotun dolaylı olarak düşünmesi gereken ve zamanını alan konularda bir uzman gibi davranarak pilota sonuçlarını yansıtmaktadır. Böylece pilot üzerindeki kokpit yönetim sorumluğu azaltılarak karar verme yeteneği artırılması hedeflenmektedir.

AVİYONİK YAPAY ZEKÂ UYGULAMALARININ SERTİFİKASYONU

EASA SERTİFİKASYON YOL HARİTASI

EASA havacılık alanında kullanılan yapay zekâ sistemlerini sertifikasyon açısından üç seviyeye ayırmıştır:
Seviye 1: İnsanın karar ve eylemlerine yardımcı olan sistemler
İnsanın bilgi edinmesine ve bilgiyi analiz etmesine yardımcı olan sistemlerdir.

Seviye 2: İnsan/makine arası iş birliği içeren sistemler
Karar verme süreci insan tarafından denetlenebilen ve eylemlerine insan tarafından müdahale edilebilen otomatik sistemlerdir.
Seviye 3: Otonom sistemler
Karar verme süreci ve eylemleri insan tarafından müdahale edilemeyen otomatik sistemlerdir.

Seviye 1 sistemler için sertifikasyon kılavuzu 2021 yılında yayımlanmıştır. Seviye 2 sistemler için planlanan yayımlanma tarihi 2022, seviye 3 sistemler için ise planlanan tarih 2024'tür. EASA, Yapay Zekâ/Makine Öğrenmesi politikasının 2024-2028 yılları arasında konsolide olmasını ve 2028 yılında olgunlaşmasını öngörmektedir.

YAPAY ZEKÂ İLE EMNİYETLİ UYGULAMA GELİŞTİRME ZORLUKLARI

Model bazlı makine öğrenmesi teknikleri, bir uygulamanın standart kodlama teknikleri yerine model eğitimi ile gerçekleştirildiği farklı bir yazılım geliştirme tekniği olarak da değerlendirilebilmektedir.

Yapay zekâ sistemlerinin temel iki bileşeni veri kümesi ve modeldir. Model, girdi olarak kullanılan veri kümesi üzerinden oluşturulmakta ve bu veri kümesinin içeriğine bağlı olarak şekillenmektedir. Dolayısı ile oluşan model veri kümesindeki hatalara duyarlıdır.

Standart bir yazılımın tüm bileşenleri tamamen bilinmektedir. Ancak makine öğrenmesi yöntemlerinde oluşan model çoğunlukla insan tarafından yorumlanacak bir yapıda değildir. Model parametrelerine bakıp modelin hangi girdiye karşılık nasıl bir çıktı üreteceğine kesin olarak karar vermek çoğunlukla mümkün olmamaktadır. Makine öğrenmesi doğası gereği istatistikseldir. Eğitilmiş bir model, girdi tamamen aynı kaldığı sürece aynı çıktıyı vermektedir. Ancak girdide küçük bir değişiklik sonuç üzerinde beklenmedik etkilere sahip olabilmektedir. Bu yönü ile makine öğrenmesi algoritmalarının tahmin edilebilirliği düşüktür. Ayrıca, eğitilen modelin tam olarak neyi öğrendiğini kestirmek kolay değildir. Örnek olarak sokak köpeği ile kurt köpeğini ayırt etmesi için eğitilen bir model, arka planda kar görüntüsü olan resimlerin kurt köpeği resmi olduğu çıkarımını yapabilmektedir.

ÖĞRENME TEMİNATI YAKLAŞIMI

Yukarıda bahsedilen problemleri de göz önünde bulundurarak, Avrupa Birliği Sivil Havacılık Otoritesi, EASA yapay zekâ sistemleri için ilk kullanılabilir kılavuzu 2021 yılı sonunda yayımlamıştır. Kılavuz sadece denetimli makine öğrenmesi yöntemi kullanılan seviye 1 yapay zekâ sistemlerinin sertifikasyon süreçlerini kapsamaktadır. EASA, geleneksel yazılımlar için geliştirme teminatı talep ederken, öğrenen sistemler için ise öğrenme teminatı talep etmektedir.Geliştirme teminatı (Development Assurance) gereksinim, tasarım ve gerçekleştirme aşamalarında hataların tespit edilebildiğini ve giderildiğini kanıtlayabilecek planlı süreçlerin ve sistematik eylemlerin varlığını ifade eder. Söz konusu öğrenen yazılımlar olduğunda süreç, gereksinimlerin yazılım ile gerçekleştirilmesi yerine, veri ve model eğitimi tabanlı bir gerçekleştirme sürecine evrilmektedir. Bundan dolayı geliştirme teminatı yerine öğrenme teminatı talep edilmektedir. Öğrenme teminatı, sistem gereksinimlerinin belli bir performans düzeyinde ve güvenilirlikte karşılandığını gösterebilmek için, veri tabanlı öğrenme sürecinde hataların tespit edilebildiğini ve giderildiğini kanıtlayabilecek planlı süreçlerin ve sistematik eylemlerin varlığını ifade eder. Geliştirme teminatına uygun olarak geliştirilen yazılımlar için ana plan Plan for Software Aspect of Certification-PSAC iken, öğrenme teminatı ana plan dokümanı Plan for Learning Aspect of Certification-PLAC olarak adlandırılmıştır. Öğrenme teminatı süreci, veri yönetim süreci, model eğitim süreci, model gerçekleştirme süreci, model doğrulama süreci gibi alt süreçlere bölünmüştür.

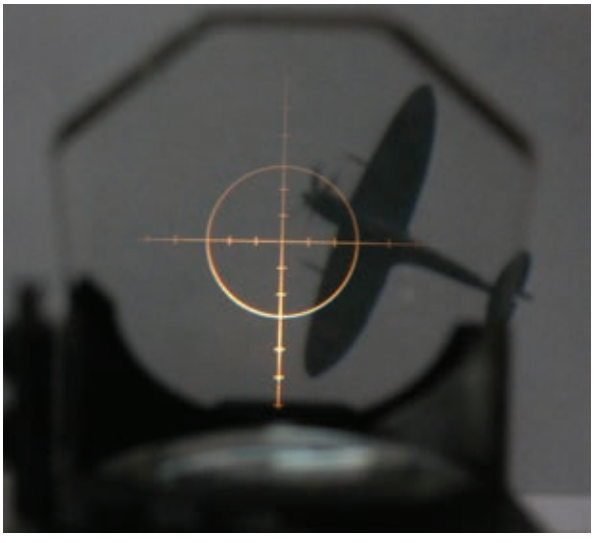
ARTIRILMIŞ SANAL VE KARMA GERÇEKLİK TEKNOLOJİLERİ

Ahmet MERT
Dr. Erkan YAVUZ

Birçok kişi tarafından artırılmış gerçekliğin akıllı gözlüklerle başladığı sanılsa da en basit haliyle dış dünya görüntüsü üzerine ek bir bilgi eklenmesi olarak tanımlanabilecek uygulamaların 1900'lü yıllarda kullanımda olan reflektör nişangâhla başladığı söylenebilir. Reflektör nişangâhlar da hava-hava mücadelesinde hedeflemeyi düzgün bir şekilde yapabilmek için Birinci Dünya Savaşında bazı savaş uçaklarında bulunurken, İkinci Dünya Savaşına geldiğimizde tüm uçaklarda olacak şekilde yaygınlaşmıştır.

Birçok kişi tarafından artırılmış gerçekliğin akıllı gözlüklerle başladığı sanılsa da en basit haliyle dış dünya görüntüsü üzerine ek bir bilgi eklenmesi olarak tanımlanabilecek uygulamaların 1900'lü yıllarda kullanımda olan reflektör nişangâhla başladığı söylenebilir. Reflektör nişangâhlar da hava-hava mücadelesinde hedeflemeyi düzgün bir şekilde yapabilmek üzere Birinci Dünya Savaşında bazı savaş uçaklarında bulunurken, İkinci Dünya Savaşına geldiğimizde tüm uçaklarda olacak şekilde yaygınlaşmıştır. Hedefle aynı doğrultuda hareket edilmediği durumda oluşan sapma reflektör nişangâhlarda hesaba katılamadığı için isabet oranları düşüyordu. Bunun üzerine jiroskop reflektör ismi verilen ve yapılan manevra, hedefin uzaklığı ile kanat açıklığına göre sapma miktarını gösteren ürünler ortaya çıktı. O yıllarda ekran teknolojileri gelişmediği için bahsi geçen tüm bu sistemler aydınlatma lambaları, optik elemanlar ve ayarlı mekanik aksamlardan oluşuyordu.

Devamında ekran teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte 1960'lı yıllardan itibaren bu nişangâhların yerini baş üstü gösterge (Head Up Display-HUD) olarak anılan ürünler alırken, günümüzdeki akıllı gözlüklerin atası sayılabilecek ilk örnekler de çıkmaya başlamıştır. Askeri HUD sistemlerinin platforma monteli olması nedeniyle kullanıcının kısıtlı görüş alanında kullanılabilir olması ve bu sebeple eksen dışı (off-axis) hedefleme yapılamaması gerekçeleriyle, kaska entegre kumanda sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemlerde platformla ilgili kritik bilgiler, nişangâh bilgileri ve sensör sistemlerinden gelen görüntüler pilotun gözüne aktarılırken, bir taraftan da pilotun kafa hareketleri hedefleme amacıyla takip edilmektedir.



Sanal gerçeklik (Virtual Reality-VR), gerçek dünya ile hiçbir fiziksel bağ bulunmadan tamamen sayısal olarak oluşturulmuş bir ortamı ifade etmektedir. Burada literatürde immersive olarak adlandırılan kapsayıcı bir durum söz konusudur.

Artırılmış gerçeklik (Augmented Reality-AR), gerçek dünya üzerine sayısal bilgilerin ve görsellerin doğrudan bindirilmesiyle oluşturulmaktadır.

Artılmış sanallıkta (Augmented Virtuality-AV), sanal gerçeklikteki gibi tamamen sanal bir ortam olmayıp gerçek dünyadan da öğeler bulunmaktadır.

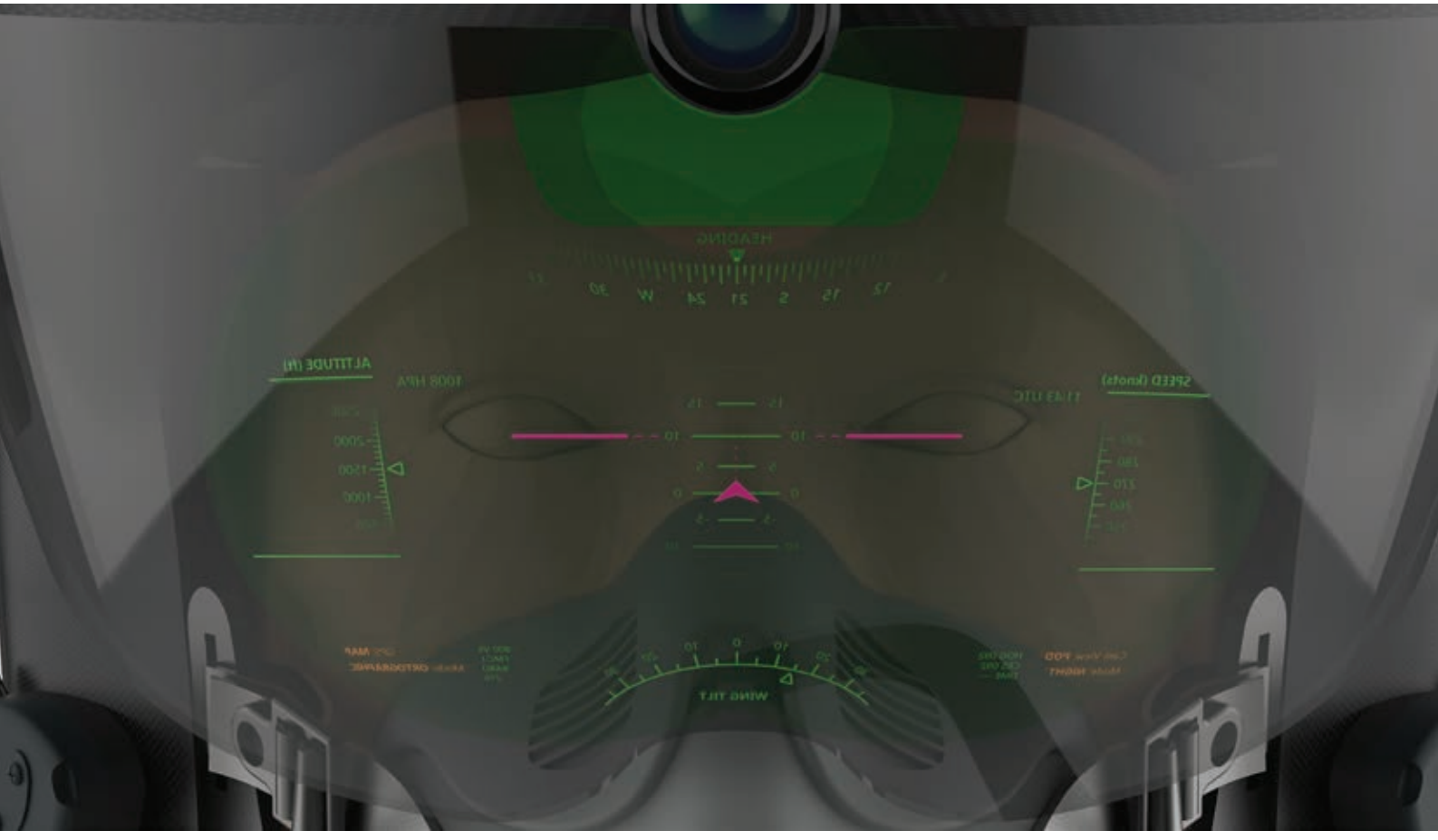
Karma gerçeklik (Mixed Reality-MR) ise her ikisinin birleşimi gibi düşünülebilir. Karma gerçeklikte sayısal bilgiler sadece gerçek dünya üzerine bindirilmekle kalmaz, bu bilgiler aynı zamanda gerçek dünya ve kullanıcı ile etkileşim içerisindedir. Bu nedenle karma gerçeklikte, ortamın derinlik sensörleri veya stereo çözümler aracılığıyla üç boyutlu olarak algılanması, konum ile kafa ve el hareketleri takibi öne çıkmaktadır.

Genişletilmiş gerçeklik (Extended reality) tanımı ise tüm bahsedilen teknolojileri tek bir çatı isim altında tanımlamak üzere oluşturulmuştur. Genişletilmiş gerçeklikte görsel içeriklerin yanı sıra işitsel ve dokunsal içerikler de bulunmaktadır.

Askeri alandaki kullanımına ek olarak başta eğitim, sağlık ve oyun olmak üzere reklam, pazarlama ve alışveriş; sanat, müze, sinema ve eğlence; inşaat, mimarlık ve dekorasyon; üretim, bakım ve onarım; turizm, emlak, lojistik gibi pek çok sektörde kullanım alanı bulunmaktadır. Artırılmış gerçeklikle ilgili olarak bazı özel çözümler dışında akıllı gözlük kullanımı henüz yaygınlaşmadığından bahsi geçen uygulamalar daha çok akıllı telefon ve tablet üzerinden gerçekleştirilmektedir.

Bugünkü uygulamalara benzer artırılmış gerçeklik teknolojilerinin ortaya çıkışı yukarıda da bahsedildiği gibi ekran teknolojilerindeki gelişimle doğru orantılıdır. Bu konudaki ilk örnek Ivan Sutterland'ın 1966 yılında geliştirdiği ve Demokles'in Kılıcı ismini verdiği sistemdir. Sistemde, üretilen görüntü minyatür ekranlardan göze yansıtılmakta, mekanik eyleyiciler yardımıyla kafa takibi gerçekleştirilmekte ve o zamanki şartlarda oluşturulabilen grafikler de kafa hareketlerine göre kullanıcıya gösterilmektedir.

Günümüze geldiğimizde, geçmişteki CRT (Cathode Ry Tube) tabanlı ekranlardan piksel tabanlı ekranlara; mekanik kafa takibinden, dış ortam için GNSS de dahil olmak üzere kameralar, derinlik sensörleri


HEADING
ALTITUDE (ft)
SPEED (knots)
WING TILT

ve ataletsel sensörlerle gerçekleştirilen daha hassas konum, kafa ve el hareketi tespitine; boyut ve ağırlığı artıran mercek gruplarından, dalga kılavuzu çözümleri ile polinomsal ve meta yüzey optik tasarımlara, özetle uzun süre kullanımı zor sistemlerden giyilebilir teknolojilere ulaştığımızı belirtebiliriz.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığınca yürütülen proje kapsamında, ilk yerli taarruz ve taktik keşif helikopterimiz olan T-129 ATAK Helikopteri için ASELSAN tarafından geliştirilen AVCI Kaska Entegre Kumanda Sistemi, hem kritik bilgilerin pilotun vizörüne yansıtılması hem de içerdiği kafa takip sistemiyle birlikte nişangâh olarak kullanılması sebebiyle tipik bir artırılmış gerçeklik uygulaması örneğidir.

Sanal gerçeklik gözlüklerinin atası da 1800'lü yıllara uzanan stereoscope isimli ürünler olarak belirtilebilir. Üç boyutlu hissin oluşması için özel olarak hazırlanmış fotoğraflara bakmak üzere yapılmış bu ürünler, boyut ve görünüm olarak günümüzdeki sanal gerçeklik gözlüklerine oldukça benzemektedir. Kısaca, fotoğrafların yerini ekranın ve gerekli optik elemanların aldığı söylenebilir. Bu da gelişimle ilgili fikirlerin insanlık tarafından her zaman üretilebileceği ancak gerçekleştirilme durumunun teknolojik imkân ve kabiliyetler çerçevesinde olduğu tezini güçlendirmektedir. İçerik olarak da günümüzdekine benzer sanal gerçeklik gözlüklerinin de ilk olarak 1960'lı yıllarda ortaya çıktığı belirtilebilir.

Sanal gerçeklik gözlükleri ve uygulamaları askeri alanda özellikle operasyon eğitim amaçlı kullanılmaktadır.

Ülkemizin gözbebeği projelerinden Milli Muharip Uçak Projesi kapsamında kullanılacak kaska monteli gösterge sistemi yine ASELSAN tarafından geliştirilmektedir. Platformdaki çok sayıda sensör ve görüntüleme sistemlerinden gelen verilerin gerçek zamanlı olarak işlenip dış dünya referanslı olarak pilotun görüşüne sunulması ile sistem artırılmış gerçeklikten çok bir karma gerçeklik uygulamasına evrilmiştir. Gece ve gündüz görev şartlarında görüntüleme ve hassas kafa takibi yeteneklerine ek olarak platformdaki diğer sistemlerin gelen üç boyutlu ses ve ses tanıma yetenekleriyle birlikte pilotlarımızın durumsal farkındalığı üst seviyeye çıkarken iş yükleri azalıp karar verme süreçleri kısalacaktır.

Belirli bir zamana kadar askeri alandaki uygulamaların sivil alana uyarlanması olarak devam eden çalışmalar günümüzde tam tersi olacak şekilde genelde önce sivil uygulamalar için geliştirilip belirli bir olgunluk seviyesine geldikten sonra askeri uygulamalara aktarılmaktadır. Nişangâh ve HUD sistemleriyle (1) başlayan artırılmış gerçeklik serüveni, kaska entegre kumanda sistemleri (2) ve özellikle sivil uygulamalar için akıllı ve sanal gerçeklik gözlükleriyle (3) devam etmektedir. Geleceğe bakıldığında görüntüleme sistemlerinin önce akıllı kontak lens (4), daha sonra göz içi akıllı lens (5), retina implantı (yapay göz) (6) ve son olarak da görsel korteks implantlarıyla (7) görme merkezine doğrudan erişim şeklinde ilerleyeceği ön görülmektedir.

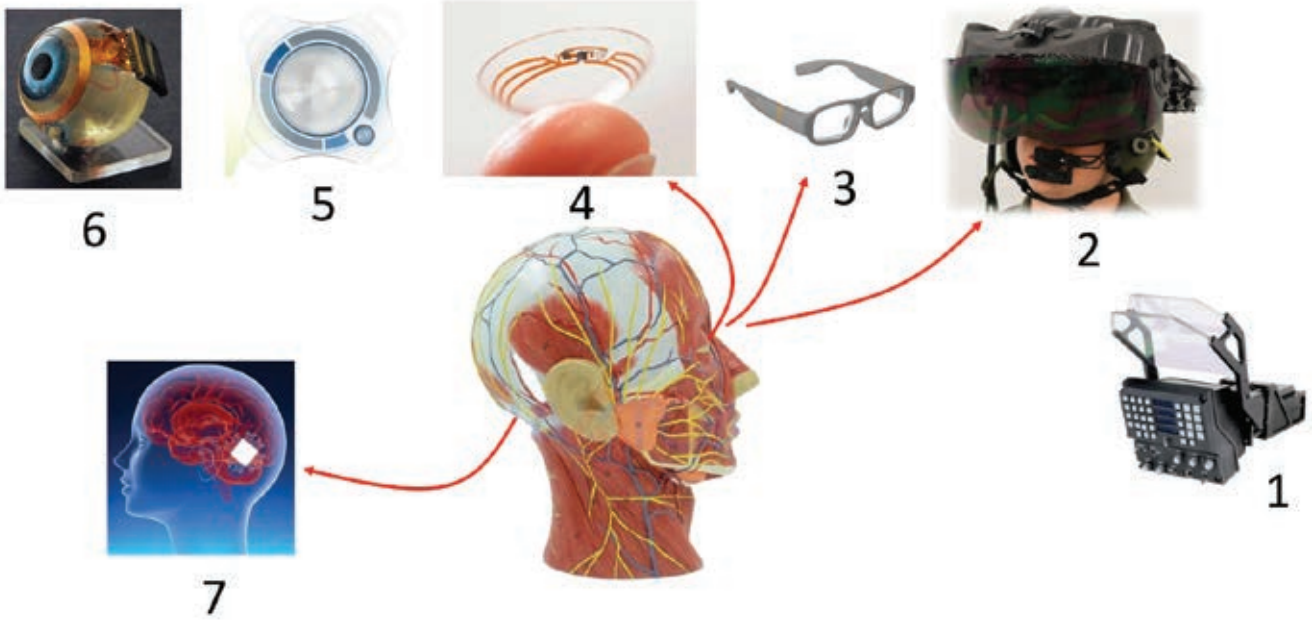
Artırılmış, sanal, karma kısaca genişletilmiş gerçeklik konularıyla ilgili bir diğer konu da Metaverse'dir. Facebook firmasının ismini Meta olarak değiştirmesiyle birlikte daha çok dikkat çeken Metaverse, sonra, ötesi anlamına gelen ön ek meta ile evren anlamına gelen universe kelimelerinin birleşmesiyle oluşmuş ve evren ötesi anlamına gelmektedir. İlk olarak Neal Stephenson'ın Snow Crash (1992) adlı romanında aynı isimle bahsedilen kavram, tüm dijital dünyaların birleştirilmesiyle oluşturulan kolektif bir sanal paylaşım alanını, yani içinde tüm dijital dünyaların bulunduğu kurgusal evreni ifade etmektedir.

Metaverse'in temel yapıtaşları ve bileşenleri ile ilgili farklı tanımlamalar bulunmaktadır. Jon Radoff 2021 yılındaki Building the Metaverse adlı yayınında yedi katmandan bahseder. Bu katmanlar sırasıyla deneyim (oyunlar, sosyal uygulamalar, e-sporlar, alışveriş), keşif (reklam ağları, mağazalar, ajanslar vs.), yaratıcı ekonomi (tasarım araçları, varlık piyasaları, iş akışı, ticaret), mekânsal ve üç boyutlu programlama (3D, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, çok görevli kullanıcı arayüzleri, coğrafi – mekansal konumlama), merkeziyetsizlik (uçta hesaplama, yapay zekâ, akıllı ajanlar, mikro servisler, blok zincir), insan arayüz (giyilebilir teknolojiler, akıllı gözlükler, mobil teknolojiler, dokunma, mimikler, ses, sinirler), altyapı (5G, WiFi 6, 6G, Bulut, MEMS, Grafik İşlemci) şeklindedir. Bahsi geçen bu katmanların her biri için belirli çalışmalar bulunsa da hedeflenen anlamda bir Metaverse oluşturmak için yeterli değildir. İnsanların bu evrene giriş için kullanacakları akıllı gözlüklerin boyut, ağırlık, batarya ömrü uygun olmalı hesaplama yeteneği yüksek miktarda veri trafiğini yönetecek şekilde gelişmiş olmalıdır. Çoklu kullanıcı ve çok sayıda meta evrenlerin birbirileri ile de bağlantılı olduğu düşünüldüğünde muazzam bir veri trafiğinden bahsedilmektedir. Bu yükü kaldıracak şekilde ağ yapılanması, bulut bilişim ve yapay zekâ uygulamaları gerekmektedir. Nitekim 5G çalışmaları bu amaca hizmet edecek şekilde kurgulanmaktadır. Akla gelen tüm elektronik çevre birimleriyle etkileşim

gerekeceğinden nesnelerin interneti de önemli konulardan biridir. Web 3 ile birlikte herhangi bir merkeze bağlı kalmadan erişim imkânı için blok zincir teknolojileri önem arz etmektedir. Benzer olarak sanal ortamdaki içeriklerin, varlıkların alınıp satılabilmesi için de Metaverse'e özel para birimi ve para akış yönteminin oluşturulması gerekmektedir. NFT (Non-Fungible Token) yani takas edilemeyen sanal jeton çalışmaları da bu amaca hizmet edecektir. Son ama en önemli olarak, insanlarına sorunsuz olarak erişebileceği oyun, eğitim, sosyal uygulamalar, spor, alışveriş, sinema vb. içeriklerin oluşturulması gerekecektir.

Askeri uygulamalarda genel olarak gizlilik konuları esas olacağından, global ölçekteki Metaverse'lerden ziyade giriş kısıtlamalı ve amaca özel Metaverse'ler oluşturulabileceği değerlendirilmektedir. Bunların da eğitim başta olmak üzere, çok uluslu tatbikat vb. amaçlı kullanılabileceği belirtilebilir.

ASELSAN, ülkemizde Ar-Ge'ye en çok yatırım yapan şirket olarak gerek güncel teknolojiyi yakından takip ederek, gerekse teknolojiye yön vererek milletimizin hizmetinde Türkiye'nin teknoloji üssü olmaya devam edecektir.



EKRAN TEKNOLOJİLERİ

Alper ÜLKÜ
Esin UÇAR

Görüntüleme, bilgi ile iletişimin en etkili yollarından biri olup, ekranlar görüntülemede kullanılan en temel bileşenlerdir. Ekran teknolojilerindeki hızlı gelişmeler sayesinde yeni nesil ekranlar da hızla hayatımıza girmektedir.

Geçmişten günümüze halen kullanımda olan panel ekranlarda üç temel teknoloji bulunmaktadır:

- Katot Işını Tüpü (Cathode Ray Tube - CRT) Ekran Teknolojisi
- Sıvı Kristal Ekran Teknolojisi (LCD)
- Organik Işık Yayan Diyot Ekran Teknolojisi (OLED)

KATOT IŞINI TÜPÜ (CRT) EKRAN TEKNOLOJİSİ

Katod ışın tüpleri, keşfedildiği 1928 yılından yirminci yüzyılın sonuna dek yaklaşık yetmiş yıl boyunca görüntüleme ihtiyaçlarının karşılanmasına yönelik olarak endüstriye liderlik etmiştir.

Temelde vakum bir tüp içerisinde yer alan elektron tabancası ve floresan ekranın bileşiminden oluşan bu teknolojide, elektron tabancası aracılığıyla oluşturulduktan sonra odaklanan, hızlandırılan ve yönü kontrol edilebilen elektron demeti floresan ekran üzerine düşürülerek görüntü oluşturulmaktadır.

CRT ekranların hacimli ve ağır olmaları, güç tüketimlerinin yüksek olması nedeniyle 1990'larda yerini başta LCD olmak üzere yeni ekran teknolojilerine bırakmıştır.

SIVI KRİSTAL EKRAN TEKNOLOJİSİ (LCD)

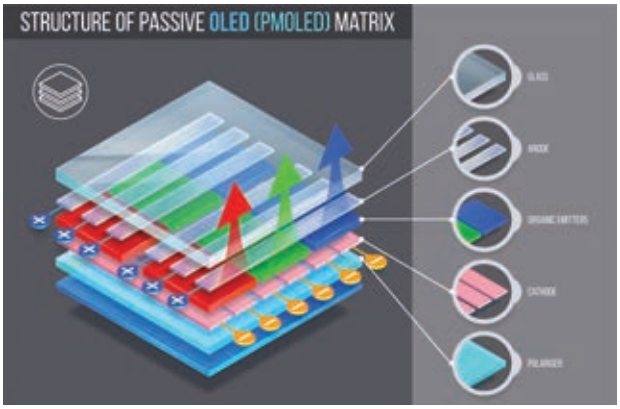
1973 yılında Sharp firmasının ilk sıvı kristal tabanlı hesap makinesini üretmesi sonrasında LCD ekran teknolojisi ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. LCD ekran teknolojisi, sıvı kristal tabanlı bir teknolojidir. Sıvı kristal, maddenin katı fazı ile sıvı fazı arasında bulunan bir fazdır. Bu fazda bulunan moleküllerin özelliği, bir elektrik alan altında yön değiştirebilmeleri ve bu durumda bulundukları şeffaf malzemenin kırılma indisini değiştirebilmeleridir. Uygulanan farklı gerilim değerleri sayesinde bu moleküllerin dizilim açıları değişmekte, dolayısıyla ekran düzlemi boyunca yer alan her bir pikselin ışık geçirgenliği ayarlanabilmektedir.

LCD ekranlar, yatay ve dikey polarize filtre edilmiş iki cam panel arasında, ışık geçirgenliği değiştirmekle görevli yüz binlerce sıvı kristal hücre katmanı, ince film transistörler, renk filtreleri vb. cam veya plastik optik katmanlar kullanılarak üretilmektedir. Bu katmanların en altında arkaışık (backlight) adı verilen, lamba veya LED dizinleri ile oluşturulmuş ışık kaynağı bulunmaktadır. Panelin arkasında üretilen bu ışık, homojen şekilde yayılmayı sağlayan optik katmanlardan geçerek arka polarizöre, oradan sıvı kristal katmana ulaşmaktadır. Işık, her sıvı kristal hücresine iletilen gerilimi ayarlayan TFT (Thin Film Transistor) ince film transistor tabakasından ve pikselin renkli olarak oluşmasını sağlayan renk filtrelerinden ve ön polarizörden geçmektedir. Sıvı kristal hücreleri her piksel için bir ışık valfi olarak davranmakta ve bu duruma göre elde edilen parlaklık değişmektedir. Bu katmanların üst üste konması sayesinde farklı oran ve parlaklıkta kırmızı, mavi ve yeşil renkleri oluşturan ve nihai görüntüyü sağlayan pikseller elde edilmektedir. Bu renklerin alt piksellerde yapılan farklı varyasyonları sayesinde ara renkler elde edilmektedir, üç rengin tam parlaklıkla birleşimi ile beyaz renk, piksellerin ışığı hiç geçirmemesi durumunda ise siyah renk oluşmaktadır.

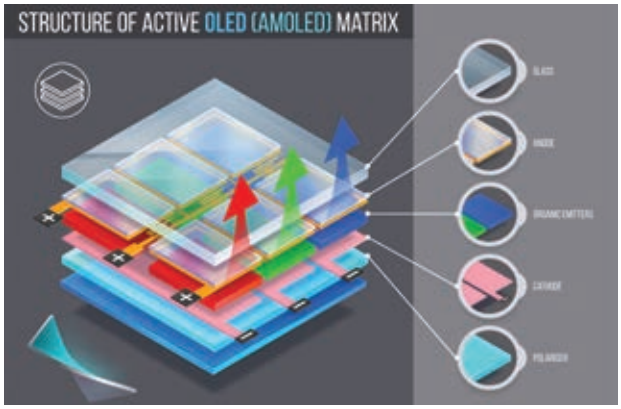
LCD'lerde kontrast oranının yüksekliği ve çözünürlüğün yüksek olması nedeniyle CRT'lere kıyasla çok daha net ve parlak görüntü elde edilebilmektedir. Geniş renk gamutu özelliği LCD'lerde görüntü kalitesini artırmaktadır.

LCD panellerde güç tüketimi, CRT'lere kıyasla oldukça azdır. 1990'lı yıllardan itibaren LCD teknolojisi ince ve hafif olması, düşük güç tüketimi ve kompakt tasarımı ile ticari olarak saat, cep telefonu, tüm taşınabilir veya sabit bilgisayarlarda ve askeri olarak tüm kara, hava

MAG
INHG
RPM
FTIT
OIL
FUEL
HYD A
HYD B
NZL
PLAY/T



Pasif Matris OLED Aygıt Mimarisi



Aktif Matris OLED Aygıt Mimarisi

ve deniz taşıtlarının kokpitlerinde dahi CRT ekranların yerini almış ve günümüze dek varlığını ve pazar üstünlüğünü koruyabilmiştir.

ORGANİK IŞIK YAYAN DİYOT EKRAN TEKNOLOJİSİ (OLED)

OLED ekran teknolojisi son yıllarda ekran pazarına girmiş durumdadır. OLED teknolojisi 1982 yılından itibaren geliştirilmeye başlanmış, ancak çeşitli sorunlar sebebi ile 2000'li yılların başına dek ticari kullanım alanı bulamamıştır. Çözülmeye başlayan sorunlar, azaltılan maliyetler ve sunduğu ürün çeşitliliği ile OLED teknolojisi, yirmi birinci yüzyıl başlarından itibaren her yıl üretim kapasitelerinin katlanarak arttığı bir konuma gelmiş, LCD ekranların yerine hemen hemen tüm ekran ürünü segmentlerinde kullanım alanı bulmuştur. 1987 yılında, Eastman Kodak şirketinden Ching W. Tang and Steve VanSlyke tarafından ilk düşük gerilimli OLED aygıtının teknoloji dünyasına tanıtılmasıyla birlikte akademi çevrelerinin ve sanayinin gösterdiği yoğun ilgi, bu alanda çok sayıda yayın yapılmasına ve patent alınmasına imkân vermiştir. 1989 yılında Cambridge'de, konjüge yapılı polimeri ışık yayıcı olarak kullanma yoluyla elektrolüminesansın keşfi ile bir dönüm noktası elde edilmiş, solüsyon-işlenebilir OLED malzemeler geliştirilmiştir. İzleyen yıllarda OLED malzemeler ve OLED aygıtların geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmaların sayısı giderek artmış ve OLED teknolojisi aydınlatma ve ekranlar olmak üzere iki ayrı segmentte yaygın şekilde kendini göstermiştir.

Ekran sektöründe 2010 yılından sonra bilhassa Samsung firmasının cep telefonu ve tablet ürünlerinde OLED teknolojisi ön plana çıkmış olup sonrasında büyük ekran televizyon sektöründe de OLED çalışmaları hız kazanmıştır. Mevcut durumda LCD üreticisi olan Uzakdoğudaki firmalar LCD tesislerini OLED üretim tesisine çevirmiştir. Günümüzde OLED ekran pazarında katlanabilir (foldable), esnek (flexible) ve esnek olmayan (rigid) ekranlar ve buna göre şekillenen ürün segmenleri mevcuttur. Samsung, LG gibi önemli firmaların yol haritalarında OLED teknolojisinin LCD'den sonraki ticari tek alternatif ekran teknolojisi olarak tanıtıldığı izlenmektedir.

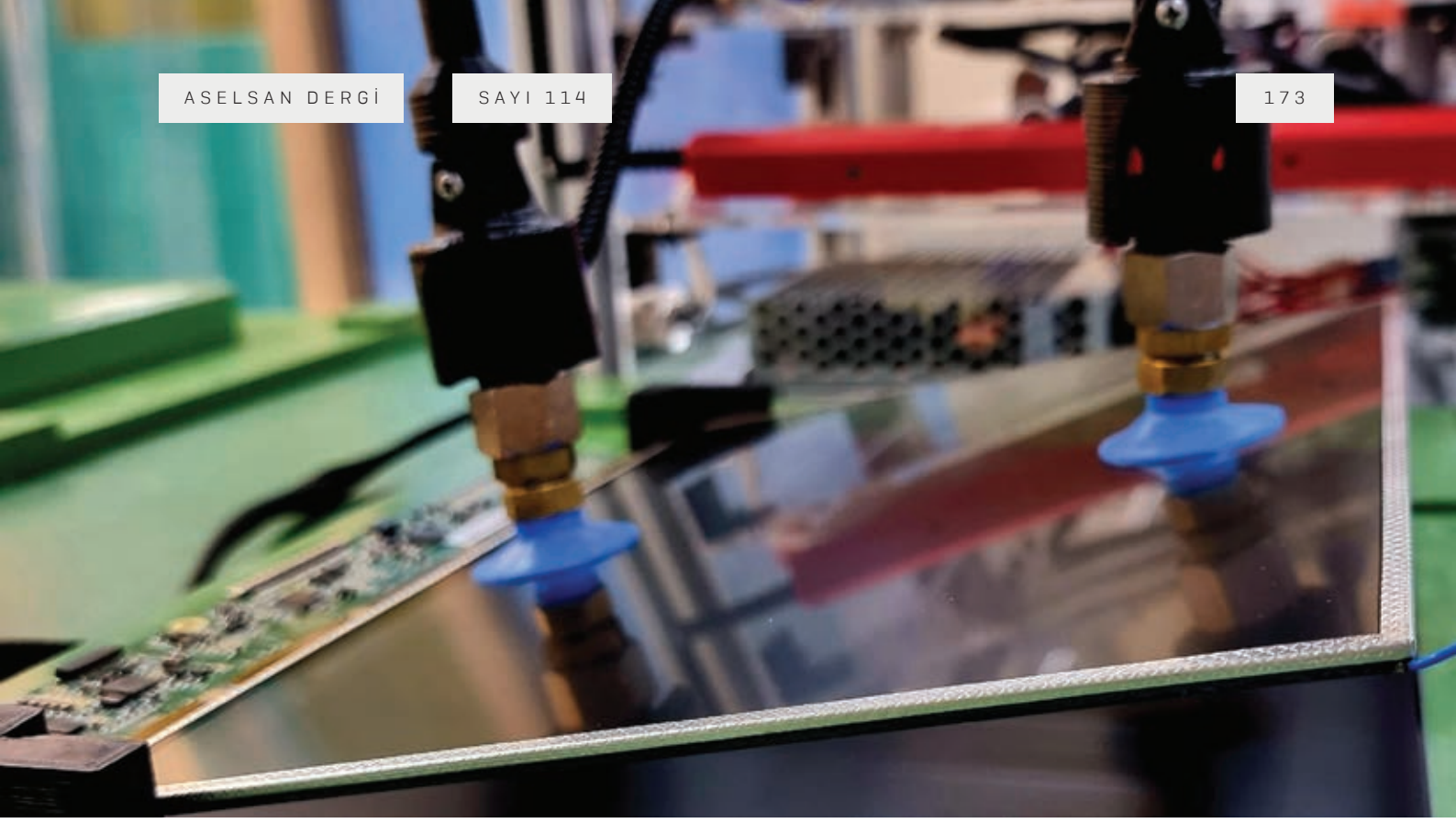
OLED (Organik Işık Yayan Diyot) aygıtlar, en temel haliyle genellikle en az biri ışık geçirgen özellikte iki iletken tabaka arasında (anot ve katot elektrotları) yer alacak şekilde organik katmanların bulunduğu, bu katmanlardan birinin ışık yayan katman olarak kullanıldığı bir yapıya sahiptir. Katman kalınlıkları genellikle 1 ila 100 nm arasında değişmektedir.

Askeri ekranlarda en önemli koşul renklerin özellikle yeşil ve kırmızı rengin gece görüş uyumlu (night vision compatible) olmasıdır. Öte yandan aygıttan çıkan ışığa ait görünür renk uzayının yer aldığı renk gamutunun en geniş üçgene sahip olması, renk saflığı ve kalitesi açısından önem taşımaktadır. Kuantum nokta üretiminde parçacık boyutu ayarlanarak istenilen dalga boyunda renkler elde edilebildiğinden ve bu renklerin saflıklarının yüksek olmasından dolayı kuantum nokta malzemeler son yıllarda ekran teknolojisinde öne çıkmıştır.

PMOLED VE AMOLED TEKNOLOJİLERİ

OLED ekranlar sürme tekniğine göre ikiye ayrılır:
- Pasif Matris OLED Ekranlar (PMOLED)
- Aktif Matris OLED Ekranlar (AMOLED)

PMOLED ekran sürme tekniğinde anot ve katot malzemeleri birbirine dik olan şeritlerden oluşmaktadır. Kesişen noktalar pikselleri oluşturmaktadır. Bu teknik ile ekran üretimi yapılabilir, ancak yüksek gerilim ihtiyacı ve crosstalk nedeniyle ancak düşük çözünürlüklü, küçük alanlı ve genellikle monokromatik ekranlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.



LCD Sağlamlaştırma Prosesi

AMOLED ekran sürme tekniğinde ise her piksel grubu kendine ait mikro/nano boyutta transistörlere sahip olup, bu transistörlerin bağımsız olarak pikseli sürmesi sayesinde daha az gerilim ihtiyacı olmakta ve bu nedenle yüksek çözünürlük ve geniş alanlı ekranların üretilmesine mümkün olmaktadır. Mevcut durumda 2 inçten büyük pek çok ekran (cep telefonları, televizyonlar vs.) AMOLED teknolojisi ile üretilmektedir.

Dünya ekran pazarı 2022 yılı itibarıyla yaklaşık 320 milyar ABD doları büyüklüğe ulaşmıştır. Pazarda LCD teknolojisi halen baskın durumda olup günümüzde bu teknolojinin ulaşabileceği en üst seviyeye ulaştığı ve geçmişte diğer teknolojiler için de gözlemlenmiş olan yerini OLED teknolojisine devretmeye yaklaştığı görülmektedir. OLED teknolojisi son yıllardaki hızlı yükselişi ile dünya ekran pazarında liderliği LCD teknolojisinden devralacak bir sonraki teknoloji olarak rakipsiz bir şekilde öne çıkmaktadır.

ASKERİ EKRAN TEKNOLOJİSİ

ASELSAN tarafından geliştirilen askeri LCD ve OLED Ekran Birimleri, ticari ekranlardan farklı olarak zorlu koşullara dayanıklı ve güvenilir bir şekilde çalışmak üzere tasarlanmakta ve elektromanyetik uyumluluk gereksinimlerine ve MIL-STD-810 standardına uygun olarak geliştirilmektedir.

Ticari LCD ekranların sağlamlaştırılarak askeri koşullara uygun hale getirilmesi olan LCD sağlamlaştırma işlemi, dünyada sayılı birkaç firmanın gerçekleştirdiği oldukça zorlu ve karmaşık bir işlemdir. Bu firmaların tümü ABD'de yerleşik olup bu nevi ürünlerin ülke ihraç lisansına tâbi olması sebebiyle temininde zorluklar veya gecikmeler yaşanmaktadır.

Sağlamlaştırma işleminde LCD ekran, temiz oda ortamında, ısıtıcı cam ve diğer optik katmanlarla kusursuz bir şekilde optik yapıştırma işlemine tâbi tutulmaktadır.

LCD ekran sağlamlaştırma (ruggedization) teknolojisi ASELSAN haricinde Türkiye'de bulunmamaktadır. Sıvı kristal bazlı televizyon üreten bazı milli firmalarda sadece sıvı kristal katmanlarına dair bakım ve tamir kabiliyetleri bulunmakta olup bu kabiliyetlerin ticari bir televizyon ile askeri göstergeler arasında çalışma ortamlarının ve ilgili test standartlarının farklı olması sebebiyle kısıtlı kaldığı, ekranların askeri şartlara dayanımını sağlayacak işlemleri geliştirilmesi için yeterli olmadığı izlenmektedir.

Ticari sıvı kristal ekranların ve ilave optik filtre katmanlarının temin edilmesi sonrasında fiziksel ve elektronik modifikasyon ile sağlamlaştırma işlemine tâbi tutulmuş sıvı kristal ekranlar ASELSAN tesislerinde üretilebilmektedir. Bu işlemin tümüyle milli imkânlarla yapılabilmesi için gereken bilgi birikimi elde edilerek askeri ve aviyonik projelerde kullanım amacıyla hayata geçirilmiştir.

UÇUŞA ELVERİŞLİLİK VE SERTİFİKASYON

Burcu KALYONCU

Uçuşa elverişlilik, bir hava aracı ya da parçasının, izin verilen limitler çerçevesinde, emniyetli uçuşu için gerekli ihtiyaçları sağlamasıdır. Emniyetli uçuş; uçuş öncesi, kalkış, uçuş ve iniş süreçleri boyunca oluşabilecek ve yolcu, mürettebat ya da çevrede kaza, ölüm, yaralanma, meslek hastalığı, hasar vb. ile sonuçlanabilecek her türlü koşulun gerçekleşmemesi ile mümkündür. 1903'te ilk motorlu hava aracının uçurulmasından itibaren, tecrübe edilen ve uçuş emniyetini olumsuz yönde etkileyen koşulların önlenmesi hedefi doğrultusunda, endüstrinin havacılık standartlarını oluşturma ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu süreçte, askeri, ekonomik ve teknolojik gelişmeler, havacılık endüstrisine olduğu gibi standartların gelişimine de yöne vermiş ve havacılık düzenlemelerinin oluşturulması ve idamesi amacıyla bölgesel ya da global çeşitli organizasyonların oluşumunda etkili olmuştur.

1910 yılında, hava taşımacılığının ulusal sınırların ötesine geçtiğinin görülmesi ile birlikte havacılık kurallarını düzenlemek üzere on sekiz ülkenin katılımı ile Fransa'da ilk uluslararası havacılık konferansı (International Juridical Congress for the Regulation of Air Locomotion) düzenlenmiştir. Birinci Dünya Savaşı havacılık tekniklerinin gelişimini hızlandırmış ve gelecekte havacılığın uluslararası boyutta, askeri ve sivil taşımacılıkta büyük rol alacağı konusuna dikkat çekmiştir. 1919'da düzenlenen Paris Barış Konferansında, Uluslararası Havacılık Komisyonu kurularak otuz sekiz ülke tarafından onaylanan ve sivil havacılık kurallarının temelini oluşturan Uluslararası Hava Konvansiyonu, International Commission for Air Navigation-ICAN tarafından yayınlanmıştır. Sivil havacılık, 1919'dan 1945'e kadar her ne kadar hızlı bir gelişme kaydetmiş olsa da İkinci Dünya Savaşı sırasında askeri alandaki teknik ilerlemeler uçak teknolojisinde çok daha büyük bir ivmelenmeye neden olarak uzak mesafeli ve çok sayıda yolcu ya da yük taşıyabilen daha karmaşık hava araçlarının hayata geçmesine neden olmuştur. 1944'te

Şikago, ABD'de elli iki ülkenin katılımı ile düzenlenen Şikago Konvansiyonu ile havacılık düzenlemeleri ile ilgili pek çok karar alınmış ve 1947 yılında resmen hayata geçen Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonunun (International Civil Aviation Organization-ICAO) temelleri atılmıştır.

Türkiye Cumhuriyetinin de içinde olduğu ICAO, 2022 Ocak ayı itibarıyla yüz doksan üç üyeye sahip olup, küresel sivil havacılık sisteminin sürdürülebilir büyümesinin sağlanması vizyonu ile Birleşmiş Milletler bünyesinde faaliyet göstermektedir. Bu kapsamda, hava taşımacılığı alanında üye devletlere diplomatik destek ve iş birliği ortamı sağlamak misyonu ile;

- Uçuş emniyeti,
- Hava seyrüsefer kapasitesi ve verimi,
- Güvenlik ve yalınlaştırma,
- Hava taşımacılığının ekonomik gelişimi,
- Çevrenin korunması,

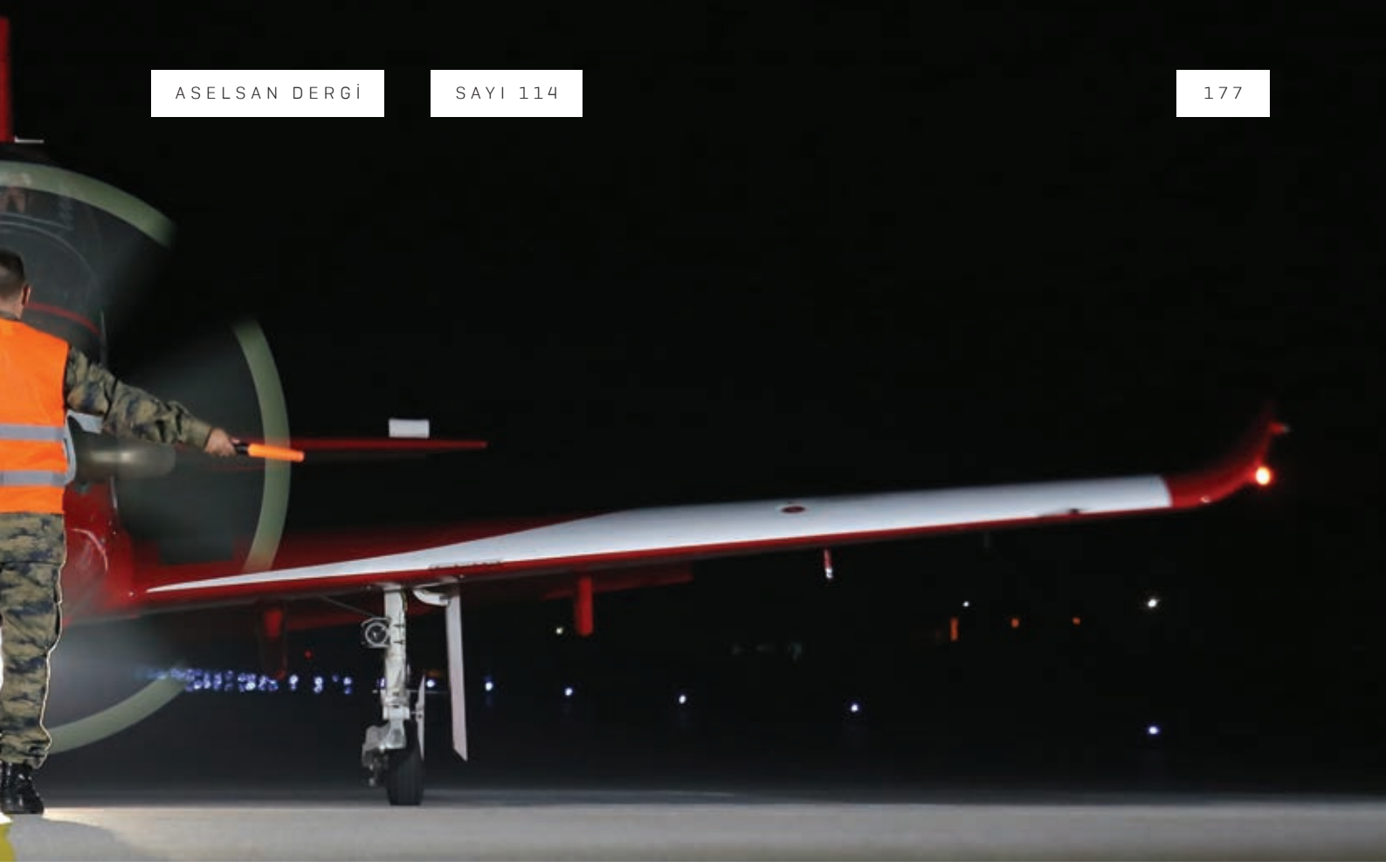
stratejik hedeflerini yerine getirmek üzere çalışmalarını sürdürmektedir.

ICAO uluslararası havacılık kanunları düzenleyicisi olarak değilse de üye devletlerin havacılık kanunlarının belirtilen hedefler doğrultusunda standardizasyonu konusunda çalışmalar sürdürmekte ve 18 Konvansiyon Ekinin gelişen teknoloji ve küresel tedbirler kapsamında

güncel tutulmasını sağlamaktadır. Bu eklerden sekizincisi olan Hava Aracının Uçuşa Elverişliliği, tip sertifikasyonu, hava aracının üretimi, sürekli uçuşa elverişlilik, sürdürülebilirlik ve hava aracı tipine göre uçuşa elverişlilik sertifikasyonu gibi pek çok konuda standart kuralları ve önerilen uygulamaları içermektedir. ICAO bu kuralları, üye devletlerin aynen alıp uygulamalarını değil; devletlerin kendi hava sahalarında uygulayacakları kanunları belirlerken dikkate almaları gereken hedefleri ortaya koymak için oluşturmaktadır.

Tarihçesine kısaca değindiğimiz havacılıkta temel kriter olan uçuş emniyetini sağlamak için, pek çok devlet, kendi otoritesini oluşturmuştur. İlginçtir ki havacılık, tarihçesi daha eskiye dayanan denizcilik ile benzeştirilmiş ve havacılık otoriteleri kurulana kadarki süreçte denizcilik otoriteleri tarafından ele alınmıştır. Havacılık sektöründeki hızlı ilerlemeler sonucunda ise uçuşa elverişlilik gereksinimlerini belirlemek, yayınlamak, tasarım ve üretim organizasyonları ile havacılık işletmelerini denetlemek ve sertifikalandırmak amacıyla havacılık otoriteleri kurulmaya başlanmıştır.

Müşterek Havacılık Otoriteleri (Joint Aviation Authorities-JAA), Avrupa'daki bir grup devlet tarafından, Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (European Civil Aviation Conference-ECAC) bünyesinde ortak sivil havacılık düzenlemelerini oluşturmak ve uygulamak için kurulmuş ve 1970 yılında faaliyete başlamıştır. 1987 yılında ise, JAA faaliyetlerine tüm hava araçları için operasyon, bakım, lisanslama ve sertifikasyon da eklenmiştir. JAA faaliyetleri dışında kalan hava trafik kontrol ise Avrupa'da EuroControl tarafından koordine edilmektedir. Avrupa havacılık endüstrisinin, özellikle uluslararası iş birliği ile gerçekleştirilen hava aracı projelerindeki uçuşa elverişlilik standartlarının uyumlaştırılması ihtiyacı doğrultusunda, JAA, Müşterek Havacılık Gereksinimleri (Joint Aviation Requirements-JAR)'ni oluşturmuştur. JAA, JAR kurallarını ve sertifikalandırma faaliyetlerini, üye ülkelerin sivil havacılık otoritelerine zorunlu olarak uygulatan bir otorite değil, tavsiye eden bir organizasyondur. Bu nedenle, her ne kadar JAA tavsiyeleri üzerine kurulu olsa da üye ülkelerin kendi havacılık kanunlarını işletmeleri, daha sonra EASA (European Union Aviation Safety Agency) olarak adlandırılacak ve ortak bir düzenleme ile Avrupa'da faaliyet gösterecek tek bir otorite ihtiyacını doğurmuştur. Günümüzde JAA, sorumluluklarını EASA'ya devretmiş ve JAA TO (Joint Aviation Authorities Training Organization) adı ile havacılık düzenlemeleri eğitimi veren bir organizasyon olarak yer almaktadır.



2002 Temmuz ayında 1592/2002 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Düzenlemesinde (EC) yapılan değişiklik ile EASA, tüzel kişiliğe sahip, bağımsız bir otorite olarak kurulmuş ve 28 Eylül 2003 itibarıyla sivil havacılık emniyeti ve çevre uyumluluğu konularında çalışmalarına başlamıştır. Başlangıçta Brüksel merkezli olan ajans, geçiş sürecinin ardından Köln'de konumlanmış olup yirmi yedisi Avrupa Birliği üyesi olmak üzere toplam otuz bir üye devletten oluşmaktadır.

EASA'nın temel görevleri şu şekilde sıralanabilir:

- Avrupa havacılık emniyeti mevzuatının hazırlanması ve Avrupa Komisyonuna ve üye devletlere teknik danışmanlık sağlanması,
- Avrupa Birliğine üye devletlerde, Avrupa havacılık emniyeti mevzuatının ortak bir şekilde uygulanmasını sağlamak için denetim, eğitim ve standardizasyon programlarının gerçekleştirilmesi, Sertifikasyon Özellikleri (Certification Specifications-CS), Kabul Edilebilir Uygunluk Araçları (Acceptable Means of Compliance-AMC) ve Rehber Materyallerinin (Guidance Materials-GM) yayınlanması,
- Tip sertifikasyon onaylarının verilmesi, hava aracı, motor, pervane ve yüklenmeyen ekipmanların sertifikalandırılması,
- Hava aracı tasarım organizasyon onayları (Design Organization Approval-DOA) ile Avrupa Birliği dışındaki ülkelerde üretim organizasyon onayları (Production Organization Approval-POA) ve bakım (Maintenance Organization Approval-MOA) onaylarının verilmesi,
- Üçüncü ülkelere (Avrupa Birliği üyesi olmayan ülkelere) ait hava yolu işletmelerin Avrupa Birliği hava sahasında uçabilmeleri için yetkilendirilmesi,
- Avrupa Topluluğu hava alanlarını kullanan yabancı hava araçlarının emniyetinin sağlanmasına ilişkin Yabancı Hava Araçlarının Emniyet Değerlendirmesi (Safety Assessment of Foreign Aircraft-SAFA) programının koordine edilmesi,
- Havacılıkta emniyetin artırılması için veri toplama, analiz ve araştırma yapılması,
- Avrupa ve dünya çapında, havacılıkta emniyeti artırmak için yabancı sivil havacılık otoriteleri ile bölgesel ve uluslararası kuruluşlarla iş birliği yapılması.

Amerika Birleşik Devletlerindeki (ABD) sivil havacılık düzenlemeleri ise 1926'da Hava Ticaret Kanununun onaylanması ile ilk kez hayata geçmiştir. ABD Ticaret Bakanlığına bağlı olarak hava aracı sertifikasyonu, pilot lisanslama, hava trafik kurallarını belirleme gibi konularda çalışmalarına başlayan Havacılık Bölümü, 1934'te Hava Ticareti Bürosu adını alarak hava trafik kontrolünü de sorumluluklarına eklemiştir. Bu büronun yetkileri, 1938'de bağımsız bir ajans olarak kurulan Sivil Havacılık İdaresine (Civil Aeronautics Authority-CAA) aktarılmıştır. 1940'ta Federal Havacılık Kanununun onaylanmasının ardından, Federal Havacılık Ajansı olarak adlandırılmış; 1967'de ise günümüz adıyla Federal Havacılık İdaresi (Federal Aviation Administration-FAA) halini almıştır. FAA faaliyetlerini on dört CFR (Code of Federal Regulations) kanunu, Federal Havacılık Düzenlemeleri (Federal Aviation Regulations-FAR) standardı, FAA emirleri ve tavsiye yayınları kapsamında gerçekleştirmektedir.

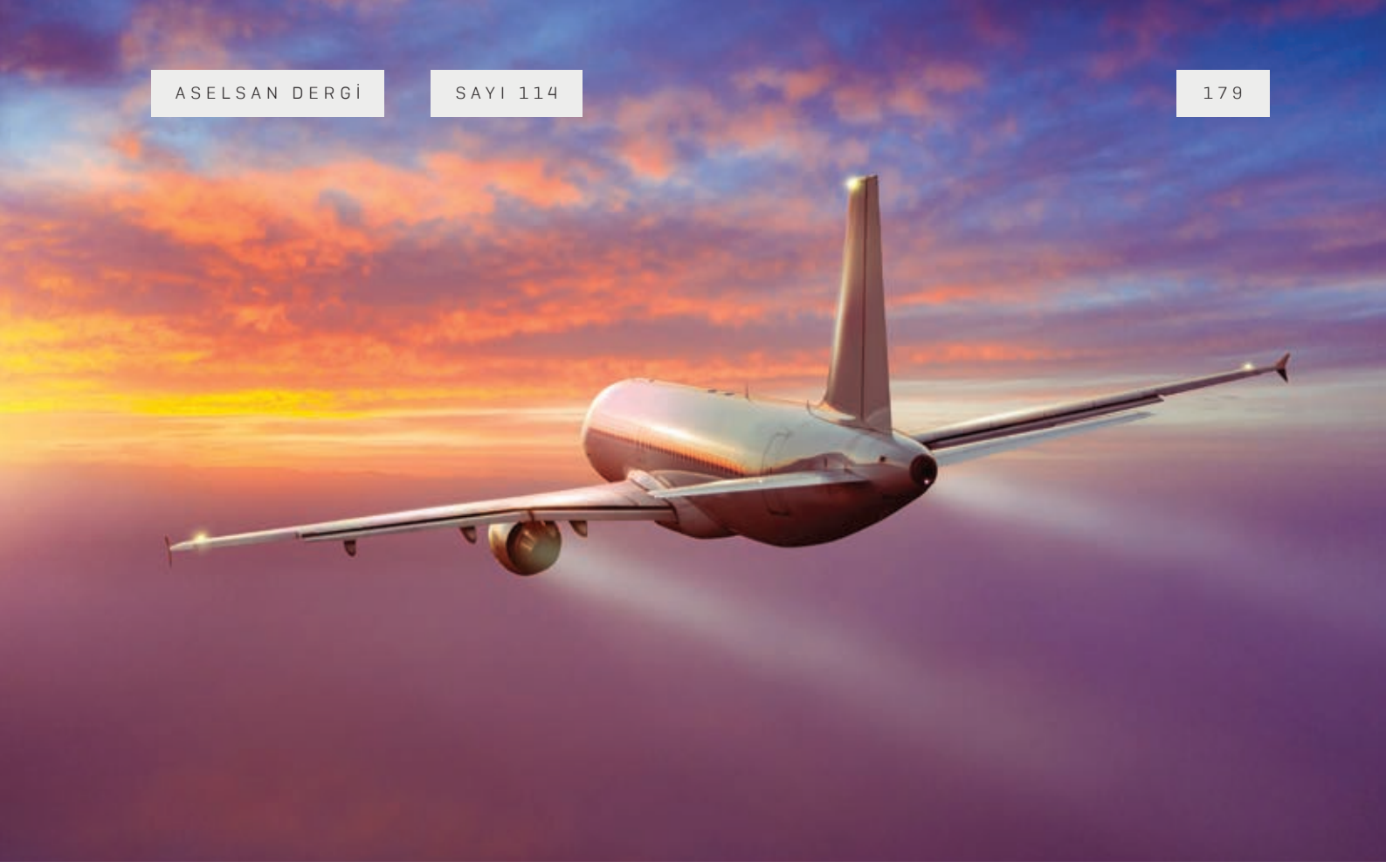
Günümüzde, EASA ve FAA, dünya çapında ortak sivil havacılık standartlarının oluşturulması ve uygulanmasında iş birliği içinde çalışmaktadır. Bu amaçla, uyguladıkları standartların hem ortak bir notasyon kullanımı ile anlaşılabilirliğin artması hem de birbiri arasında geçişte ve uyum gösteriminde kolaylık sağlanması amacı ile CS ve FAR numaralandırmaları büyük ölçüde örtüşecek şekilde yapılmıştır. Örneğin, CS-27 ve FAR-27 döner kanatlı küçük hava araçlarına ilişkin sertifikasyon gereksinimlerini içermektedir. EASA Part 21, hava aracı ile ilgili ürün, parça ve cihazlar için uçuşa elverişlilik ve çevresel sertifikasyon ile tasarım ve üretim organizasyonlarının sertifikalandırma kurallarını içermektedir.

Türkiye'de sivil havacılık faaliyetlerini yürütmek için 1954 yılında Ulaştırma Bakanlığı bünyesinde kurulan Sivil Havacılık Dairesi Başkanlığı, 1987 yılında Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü olarak günün koşullarına göre yeniden yapılandırılmıştır. Günümüzde, ülkemizdeki havacılık faaliyetleri, 2920 Sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ve bu kapsamda yayımlanmış olan İdari ve Teknik Yönetmelikler ve Havacılık Talimatları çerçevesinde yürütülmektedir. Uluslararası sivil havacılığın temelini oluşturan Uluslararası Sivil Havacılık Anlaşması-Şikago Sözleşmesine ülkemiz 1945 yılında taraf olmuş ve ICAO kurucu üyeleri arasında yer almıştır. Ayrıca, Avrupa bölgesinde ise Avrupa Sivil Havacılık Konferansına (ECAC) 1956 yılında kurucu üye olan ülkemiz, Avrupa Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı Eurocontrole de üyedir. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, EASA düzenlemelerini baz alınarak yayınladığı SHT 21 talimatı uyarınca faaliyetlerini sürdürmektedir.

2000'li yıllardan itibaren Türkiye'de ve dünyada askeri ve sivil aviyonik sistemlerin geliştirilmesinde ve entegrasyonunda faaliyet göstermekte olan ASELSAN MGEO bünyesinde yürütülen aviyonik projelerdeki uçuşa elverişlilik gereksinimleri ekipman, donanım ve yazılım seviyelerine kırılarak, bu gereksinimlerin tüm tasarım bileşenlerince uygulanması sağlanmaktadır. Teknik gereksinimler ile hava aracı ve ekipman tipine göre belirlenen uçuşa elverişlilik gereksinimleri çerçevesinde aviyonik geliştirme rehberleri ile uyumlu olarak sistem, emniyet, donanım ve yazılım süreçleri yürütülmektedir.

Projelerimizde, Sivil Hava Aracı ve Sistem Geliştirme Rehberi SAE ARP 4754A ve Sivil Aviyonik Sistem ve Ekipmanlarda Emniyet Analizi Sürecinin İşletilmesi Rehberi SAE ARP 4761 ile uyumlu olan Aviyonik Sistemler Geliştirme ve Emniyet süreci uygulanmaktadır. Bu süreç doğrultusunda, sistem gereksinimleri ve sertifikasyon temeli baz alınarak hazırlanan sertifikasyon planları çerçevesinde gereksinim geliştirme ve yönetimi, sistem tasarımı, emniyet analizleri, gereksinim geçerleme, doğrulama, konfigürasyon yönetimi ve süreç güvencesi gibi faaliyetler gerçekleştirilmektedir. Sivil aviyonik gereksinimler ve çevresel gereksinimlere uyum gösterimi için ekipman, sistem, kalifikasyon, sistem entegrasyon laboratuvarı, yer ve uçuş testleri gibi pek çok seviyede doğrulama aktivitesi bu süreç kapsamında gerçekleştirilmektedir.

Aviyonik donanımlarımız, Aviyonik Elektronik Donanımlar için Tasarım Güvencesi Rehberi DO-254 ile uyumlu Aviyonik Donanım Geliştirme sürecine ve emniyet analizleri sonucunda donanım bileşenlerine



atanan tasarım güvence seviyesine (Design Assurance Level-DAL) göre geliştirilmektedir. Bu süreç doğrultusunda ve donanım gereksinimleri ile sertifikasyon temeli çerçevesinde; planlama, gereksinim geliştirme ve yönetimi, basit ve karmaşık donanımların belirlenmesi, kavramsal ve detay tasarım, uygulama, doğrulama, konfigürasyon yönetimi ve tasarım güvencesi faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Aviyonik projelerimizde geliştirdiğimiz pek çok ekipman, uçuş kritik fonksiyonlara sahip DAL A ve DAL B cihazlar olup, bu tip ekipmanlar için gereken faaliyetler kritik olmayanlara göre daha kapsamlıdır. Bu faaliyetler arasında, Fonksiyonel Hata Yolları Analizi (Functional Failure Path Analysis-FFPA), bağımsız doğrulama, kod kapsam analizleri ve araç kalifikasyonu gibi uzman iş gücü gerektiren ve yüksek maliyetli aktiviteler sıralanabilir.

Projelerimizde yer alan aviyonik yazılımlar ise Aviyonik Sistemler ve Ekipman Sertifikasyonunda Yazılımda Dikkate Alınacak Hususlar Rehberi DO-178C ile uyumlu Aviyonik Yazılım Geliştirme sürecine ve emniyet analizlerine göre geliştirilmektedir. Aviyonik yazılım geliştirme süreci kapsamında planlama, üst/alt seviye gereksinim geliştirme ve yönetimi, mimari oluşturma, detay tasarım, kodlama, entegrasyon, doğrulama, konfigürasyon yönetimi ve tasarım güvencesi faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Yapısal Kapsama Analizi (Structural Coverage Analysis-SCA), Nesnel Kod Analizi (Object Code Analysis-OCA), bağımsız doğrulama gibi faaliyetler, uçuş kritik fonksiyonlar için gerçekleştirilen ve uzmanlık gerektiren yüksek maliyetli aktivitelerdendir.

Aviyonik donanım ve yazılım geliştirme süreçlerinde, sertifikasyon otoritesinin belirli aşamalarda katılımı ile SOI (Stage of Involvement) denetimleri gerçekleştirilmektedir. Planlama, tasarım, doğrulama ve tamamlama aşamaları sonunda gerçekleştirilen SOI denetimleri ile, otoritenin, süreç boyunca belirli aşamalarda katılımı ve onayı sağlanmaktadır.

ASELSAN Aviyonik Süit (AAS) Geliştirme ve Sivil Sertifikasyon Projesi kapsamında DAL A olarak geliştirilmekte olan ekipmanların, Avrupa Teknik Standart Emri (European Technical Standard Order-ETSO) onayları alınarak sivil hava araçlarında kullanılabilmesi planlanmıştır. ETSO onayı ön koşulu olan Tasarım Organizasyon Onayı (Design Organization Approval-DOA) ve Üretim Organizasyon Onayı (Production Organization Approval-POA) için EASA'ya yapılan başvurular kabul edilmiş olup, onay süreci kapsamında EASA ile faaliyetlere ve ETSO sertifikalı cihaz geliştirme çalışmalarına devam edilmektedir.

AVİYONİK VE SİLAH SİSTEMLERİ TASARIM SÜRECİNDE SİSTEM EMNİYET DEĞERLENDİRMELERİNİN ÖNEMİ

İmren UYAR
Vahit ÖZVEREN

Havacılık tarihinin başlangıcı kabul edilen ilk başarılı motorlu uçuş 1903 yılında Wright Brothers ile gerçekleştirilirken, 1908'de Wright Model A yolculu uçuş denemeleri sırasında yaşanan kazada uçakta bulunan Teğmen Thomas Selfridge'in hayatını kaybetmesi ile ilk ölümlü uçak kazası raporlanmıştır. Yine tarihte ilk bilinen uçuş analizlerinin ve raporlanmasının 1903-1914 yılları arasında Farnborough Kraliyet Uçak Fabrikasında yapıldığı bilinmektedir.

İnsanlık tarihinin en önemli buluşlarından biri olan insanlı uçuşların yanında getirdiği ölüm riski ve başlangıçtaki yüksek kaza oranları; tasarım ve geliştirme faaliyetlerinin yanında, hataları önceden tespit etme, test edilmiş ve onaylanmış sistem ile uçma isteklerini beraberinde getirmiştir. Bu istek havacılık sektörü için yeni bir mühendislik yaklaşımı olan sistem emniyet yaklaşımını ortaya çıkarmıştır. Sistem emniyet yaklaşımı, risklerin tanımlanmasına, kabul edilebilirlik prensibine göre risklerin tasarım çözümleri veya prosedürler ile ortadan kaldırılmasına ya da en azından etkisinin azaltılması ile kontrol mekanizmalarının sisteme dahil edilmesine dayanmaktadır.

Bu ihtiyaç doğrultusunda oluşabilecek sistem içerisindeki risklerin tanımlanması ve yönetilmesi sayesinde, risklerin giderilmesini veya kabul edilir seviyede tutulmasını amaçlayan sistem emniyet mühendisliği; sistem mühendisliği içerisinde tasarımı desteklemek ve doğrulamak için gerekli analiz ve değerlendirmeleri gerçekleştiren bir mühendislik disiplini olarak ortaya çıkmıştır. Günümüzde askeri ve sivil, insanlı ve insansız neredeyse bütün hava araçlarında yapılan sistem emniyet mühendisliği çalışmaları, havacılık sektörü dışında diğer riski yüksek olan nükleer, enerji, ulaşım, denizcilik, otomotiv, uzay çalışmaları gibi birçok alanda da uygulanmaktadır.

ASELSAN MGEO bünyesindeki emniyet faaliyetleri MGSY-B5-073 numaralı Sistem Geliştirme ve Emniyet Sürecinde tanımlandığı gibi tasarımın ilk aşamalarında analizlerle başlayıp, ürünün yaşam döngüsünün tüm aşamalarında destek aktiviteleri ile devam eder. Emniyet gereksinimlerinin tasarım süreçlerinin başlangıcından itibaren ortaya koyulması ve tasarımın konsept tasarım fazından başlayarak yönlendirilmesi gereklidir. Bu yaklaşım ile erken aşamalarda risklerin analiz edilmesine ve kontrol altına alınmasına çalışılır. Erken tanımlanan riskler ve proje ekibi ile koordinasyon içerisinde uygulanan çözümler ile yüksek sistem performansı, proje takvimine uyumluluk ve maliyet artışlarının kontrol edilmesi gibi parametrelerde fayda sağlandığı görülmektedir.

Aviyonik ve silah sistemleri tasarım projelerinde sistem emniyet değerlendirmeleri, uçuşa elverişlilik ve sertifikasyon faaliyetleri ile uyum sağlandığının en önemli analitik kanıtlarından biri olarak nitelendirilmektedir. Türkiye'nin de taraf olduğu Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (International Civil Aviation Organization-ICAO) düzenlemeleri kapsamında uluslararası havacılık otoritelerinin oluşturduğu standartlar hava aracı tipine göre sınıflandırılmıştır. Tasarlanacak sistem veya platforma uygun olarak seçilen standart (özellikle

ÖZGÜN Helikopter (GÖKBEY) kokpiti

1309 maddesi) emniyet ile ilişkili sistem ve ekipman gereksinimlerini belirlemekte ve süreci anlatmaktadır. Bu gereksinimlerin karşılanma durumu çeşitli analizler ile gösterilmektedir. Günümüzde sivil ve askeri hava araçlarına yönelik olarak gerçekleştirilen sistem emniyet aktivitelerinde takip edilen temel rehber standartlar SAE ARP 4761 ve SAE ARP 4754A'dır. 4754A emniyet odaklı sistem aktivitelerini destekleyen bir rehber olup, analizleri yazılım ve donanım kritikliği temeline dayandırmaktadır. 4761 ise sistem ve ekipman seviyesi emniyet analizlerinin neler oluğunu ve nasıl yapılacağını detaylarıyla açıklamaktadır. Bunlara ek olarak MIL-STD-882 askeri standardı ile risk tabanlı bir analiz açıklanmaktadır. Standartların yanında benzer sistemlerin eski emniyet verileri, süreç boyunca öğrenilmiş dersler, emniyet değerlendirmeleri sırasında göz önünde bulundurulmaktadır. Her proje sonrasında tamamlanan emniyet değerlendirmeleri, gelecek projeler için önemli bir rehber niteliğindedir ve şirket ve ulusal bilgi birikimine önemli katkılar sağlamaktadır.

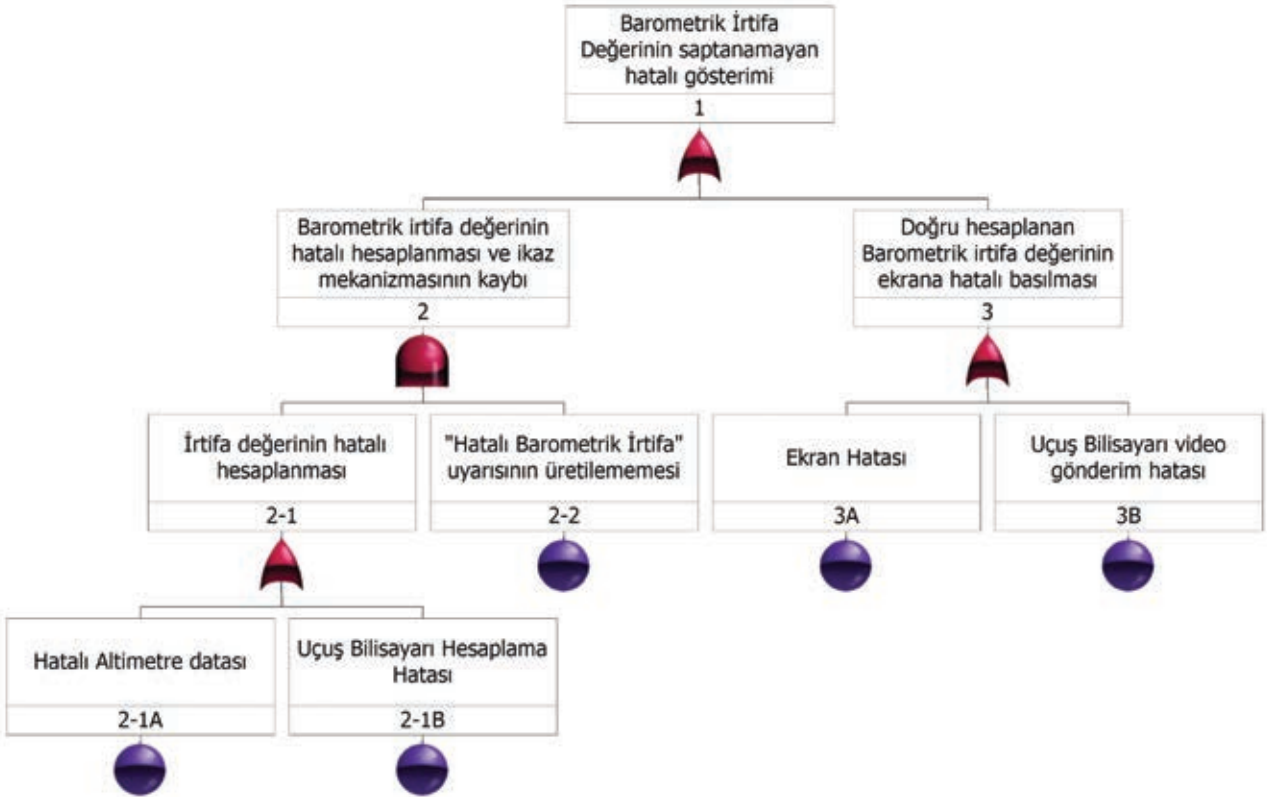
Günümüz askeri havacılık düzenlemelerinde de temel yaklaşım, sivil havacılık emniyet prensiplerinin askeri ortamlara da uyarlanması şeklindedir. Kullanıcı personele karşı olan sorumluluk, topluma karşı olan sorumluluk, uluslararası askeri iş birliklerinde standart yaklaşım gerekliliği ve yüksek maliyetli askeri havacılık ürünlerinin korunması dikkate alındığında; sistem emniyet yaklaşımının neden sadece sivil projelerde değil, askeri projelerde de uygulandığı ve stratejik öneme sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Askeri ve sivil hava araçlarına yönelik olarak tasarlanan aviyonik ve silah sistemlerinin hava aracının emniyetli bir şekilde görevlerini yerine getirmesini sağlaması tasarımcı firmanın kullanıcılar nezdindeki güveninin ve itibarının korunması ve referans olarak yeni kullanıcılara sunulması açısından büyük önem arz etmektedir. Ayrıca söz konusu hava araçlarının sertifikasyon aşamalarında ise çok önemli ve zorunlu bir faaliyettir.

ASELSAN MGEO Sektör Başkanlığı bünyesinde tüm havacılık projelerimizde geliştirilen çeşitli aviyonik ve silah sistemlerine yönelik sistem emniyet faaliyetleri yürütülmektedir.

Bir sistem üzerindeki sistem emniyet değerlendirme aşamaları, sistem mimarisinin ve fonksiyonların incelenmesi ile başlamaktadır. Sistem fonksiyonlarının ilgili hata durumları belirlenmekte,

50
yıl
aselsan



Örnek hata ağacı

uçuş fazlarına göre sınıflandırılmakta ve her bir fonksiyonun kritikliği atanmaktadır (FHA). Aynı zamanda, fonksiyonel emniyet gereksinimleri belirlenir ve sistem dokümanları ile izlenebilirliği kurulmaktadır. İkinci aşamada, kritikliği yüksek seçilen hata durumları ile sistem mimarisinin uygunluğu detaylı analizler ile irdelenmektedir (FTA, IHA, CMA).

Hata ağacı analizi (FTA) bu aşamadaki temel analizdir. Analizde, mantık kapıları (VE, VEYA kapısı) kullanılarak, üst seviyedeki hata durumunun tek veya kombine senaryolarla oluşma olasılığı alt seviyelere indirilmektedir. Örneğin, bir cihazın bir fonksiyonun kaybına veya uçuş verisinin hatalı gösterimine sebep olacak hesaplayıcı hatası, sensör arızası, gösterim hatası tek tek veya uyarı üretme arızası ile birlikte değerlendirilip, ayrı ayrı tasarım teminat seviyeleri her bir birim ve fonksiyon için atanmaktadır. En kötü senaryo referans alınarak tasarım teminat seviyeleri ve güvenilirlik bütçeleri belirlenir ve emniyet gereksinimleri sistem, yazılım ve donanım birimlerine indirgenmektedir. Tüm emniyet gereksinimleri gerekli çalışma, analiz ve testler ile doğrulanmakta ve emniyet değerlendirmelerinin sonuçları ve sistemin emniyet açısından uygunluğu SSA dokümanı ile sunulmaktadır.

Paralelde ilerletilen Ortak Mod Analizi (CMA) tasarım süreci boyunca sistemin yüksek kritikliğe sahip hata durumlarının bağımsızlık kriterine uygun olup olmadığını doğrulamak amacıyla gerçekleştirilen nitel bir analizdir. İçsel Tehlike Analizinde (IHA) ise ekipmanın kendisinden kaynaklanan (içsel) ve çevresel potansiyel tehlikeler incelenir ve alınması gereken tedbirler belirlenmektedir. IHA raporu tasarım dokümanlarına, bakım/onarım prosedürlerine girdiler oluşturmaktadır.

Sistem emniyet analizi, tasarım değişikliklerinde, iyileştirme çalışmalarında, yeni bir cihaz veya fonksiyonun sisteme entegrasyonunda tekrarlanmaktadır. Dolayısı ile emniyet ve maliyet unsurları göz önünde bulundurularak kullanıcı isterlerini asgaride sağlayan tasarım ve mimari alternatifleri denenerek doğrulanmış veya yapılması gereken değişiklikler proaktif bir şekilde belirlenmiş olmaktadır.

DenizGözü AHTAPOT

Elektro-Optik Keşif, Gözetleme ve Hedefleme Sistemi

Yüksek Performanslı Termal Kamera, Yüksek Performanslı Gündüz Kamerası, Opsiyonel Lazer Hedef İşaretleyici, Göze Zararsız Lazer Mesafe Ölçer, Düşük Hata Oranı ve Yüksek Görev Devamlılığı

www.aselsan.com

aselsan

OTOMATİK GÖRSEL DOĞRULAMA

Muhammed Onur GÜNGÖR

Aviyonik sistemler uçuş kontrol sistemleri, veri girişi ve kontrol sistemleri, iletişim sistemleri, görüntüleme sistemleri, hava veri hesaplama sistemleri, ataletsel sensör sistemleri, navigasyon sistemleri, dış dünya sensör sistemleri ve görev otomasyon sistemleri gibi ana alt sistemlerden oluşmaktadır. Bu sistemlerde oluşabilecek bir hata felaket ile sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle bu sistemlerin çeşitli ulusal ve uluslararası standartlara uygun olması gerekmektedir. DO-178C ve DO-254, bu standartlara göre aviyonik yazılım ve donanımların geliştirilmesine rehberlik etmek için geliştirilmiştir. Bu standartlarda yapılacak en önemli faaliyetlerden biri de ürünün test edilmesidir. Geliştirilen yazılım ve donanım, sınırlı kaynaklar ve sınırlı süre kullanılarak doğrulanabilir olmalıdır.

Şekil 1 – Birincil uçuş ekranı sayfası

Test senaryolarının geliştirilmesi ve yürütülmesi, yazılım geliştirme yaşam döngüsünde maliyetli ve zaman alıcı faaliyetlerdir. Maliyeti düşürmek ve zamanı daha etkin kullanmak için çeşitli test otomasyon araçları ASELSAN bünyesinde geliştirilmiştir. Bu araçlar test senaryolarını otomatik olarak yürütmek için çeşitli haberleşme arayüzlerine sahiptir. Bu arayüzler üzerinden test durumlarında kullanılacak girdiler sağlanmaktadır. Bu girdilere göre çıktılar otomatik veya manuel olarak gözlemlenmekte ve doğrulanmaktadır. Çıktı, bilgisayar tarafından kolayca karşılaştırılabilecek bir ifade ise, otomatik olarak karşılaştırılabilmektedir. Örneğin, seri bağlantı noktasından alınan veriler "01101111 01101110 01110101 01110010" değerine eşittir. Ancak, çıktıyı karşılaştırmak her zaman kolay değildir. Bu durumda, test senaryolarını yürüten test operatöründen karşılaştırmayı manuel olarak yapması ve sonucu test yürütme aracına vermesi istenmektedir. Örneğin ekrandaki yükseklik göstergesinin kırmızıya dönmesi. Bu tür manuel doğrulamalı test durumları, insan-makine etkileşimli sistemlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Manuel karşılaştırma, test koşum süresini artırmaktadır ve otomatik

test koşumunu engellemektedir. Bu tür karşılaştırmalar, yapay zekâ ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak otomatikleştirilmiştir. Görsel doğrulamanın gerçekleştirildiği birincil uçuş ekranı sayfası Şekil 1'de gösterilmiştir.

Görsel doğrulama testlerinin manuel olarak yapılması sadece maliyeti artırmamakta, ayrıca testlerin insan hatasına açık hale gelmesine de sebep olmaktadır. Diğer yandan testlerin otomatikleştirilmesi; testin kapsamını artırmakta ve testlerin daha tutarlı olmasını sağlamaktadır. Ayrıca otomatik test koşumu sayesinde sürekli entegrasyon/sürekli teslim uygulamalarına da olanak sağlanmaktadır. Ancak otomatik koşuma sahip testlerin bakım ve geliştirme maliyeti manuel koşuma sahip testlerden daha fazladır. Testler geliştirildikten sonra sıklıkla koşturulacak ise otomatikleştirilmelidir, eğer test koşum sıklığı az ise testlerin manuel olarak kalması daha verimli bir çözüm olacaktır.

Bu test ortamında kamera, kokpit gösterge sistemlerinin karşısında konumlandırılmıştır. Kameranın uzaktan yönetilmesi için endüstriyel mini bilgisayar kullanılmıştır. Bu sayede görsel doğrulama sunucusu ile aralarındaki bağlantı REST API ile sağlanmıştır. Test ortamında kullanılacak kamera üzerinden alınan görüntülerin doğrulama adımlarında kullanılabilmeleri için kameranın pozisyon ve renk kalibrasyonlarının yapılması gerekmektedir. Kalibrasyon işlemleri kullanıcı tarafından görsel doğrulama sunucusu üzerinde çalışan kalibrasyon servisi ile yapılmaktadır. Kalibrasyon sonrası elde edilen görüntü kokpit gösterge sistemindeki ekran görüntüsü ile aynı koordinat düzlemine getirilmiş olmaktadır. Bu sayede görüntü üzerinde doğrulama işlemi gerçekleştirilebilmektedir.

Otomatik görsel doğrulama sisteminde dört farklı karşılaştırma yapılabilmektedir. Bunlar; yazının doğrulanması, yazının fontunun doğrulanması, yazının ön ve arka plan renklerinin doğrulanması ve obje ya da semboloji doğrulama işlemleridir. Her biri için test senaryosu test aracı üzerinden hazırlanmakta ve koşturulmaktadır. Bu karşılaştırma türlerinin her biri otomatik görsel doğrulama sunucusunda yürütülen bir servise karşılık gelmektedir. Test bilgisayarında koşturulan testler eğer görsel bir doğrulamaya ihtiyaç duyuyorsa bu durumda karşılaştırmanın türüne göre ilgili servise istek atmaktadır.

Otomatik görsel doğrulama test sistemi yazılım test ortamında çalışmaktadır. Test koşumu testin test bilgisayarında çalıştırılmasıyla başlamaktadır. Test aracı test dosyasında belirtilen girdilere göre haberleşme kanalları üzerinden kokpit gösterge sistemine çeşitli veriler göndermektedir. Bu veriler kokpit gösterge sisteminde bir görüntü doğrulama adımı gerektiriyorsa test aracından görsel doğrulama sunucusu üzerinde çalışan ilgili servise istek atılmaktadır. Bu isteğin gerçekleştirilmesi için öncelikle ekran görüntüsünün yakalanması gerekmektedir. Kamera üzerinden alınan görüntü kalibrasyondan geçirilerek ilgilenilen bölgeye kadar indirgenmektedir. İndirgenmiş bu görüntü üzerinde yazı, yazı fontu, yazının ön plan ve arka plan rengi ve obje/semboloji doğrulaması yapılmaktadır. Karşılaştırma işleminin sonucu test aracına iletilmekte ve test aracı bu bilgileri kullanarak test sonuç raporunu üretmektedir. Kullanılan bu sistem ile büyük bir kısmının otomasyonu yapılmış olan yazılım test süreçlerinin önündeki büyük engellerden biri olan görsel doğrulama da otomatikleştirilmiş ve test süreçleri hızlandırılmıştır.

AVİYONİK YAZILIM DOĞRULAMA ALTYAPISI

Mert ÇALIK
Ali KARATANA

Havacılık sektöründeki emniyet kritik yazılım geliştirme sürecine RTCA tarafından hazırlanmış olan DO-178 adlı doküman rehberlik etmektedir. DO-178, yazılım yaşam döngüsünün her bir süreci için hedefleri ve bu hedeflerin yerine getirilmesi için gereken faaliyetleri listelemekte ve bu hedeflerin yerine getirildiğini gösterebilmek için hangi kanıtların sunulması gerektiğini açıklamaktadır.

ASELSAN bünyesinde geliştirilen aviyonik yazılımlar da DO-178'e uyumlu bir şekilde geliştirilmektedir. Harekât uçuş yazılımları, gereksinim veya tasarım açısından çeşitli arızalara sahip olabilmektedir. Bu sebeple bu yazılımların tasarımlarının doğrulanması gereklidir. Bu doğrultuda aviyonik yazılım tasarım doğrulama faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesi için çeşitli araçlar geliştirilerek bir yazılım doğrulama altyapısı oluşturulmuştur.

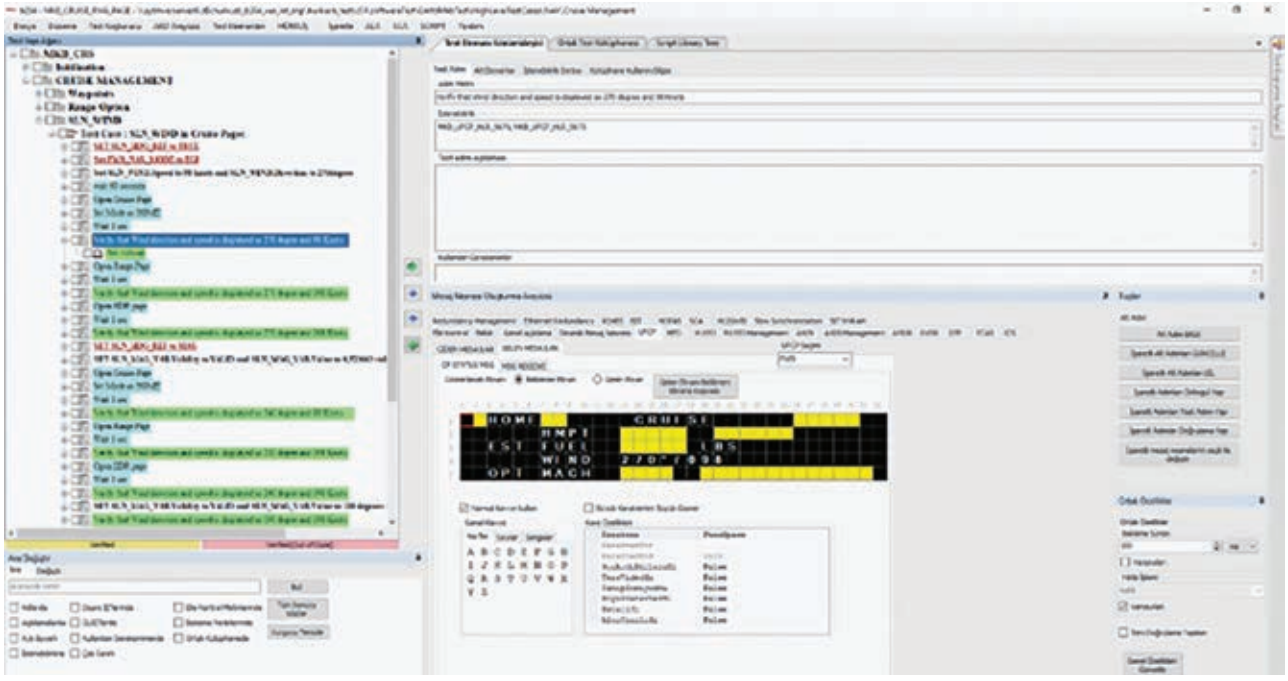
AVİYONİK YAZILIMLAR İÇİN ÜST SEVİYE TEST ALTYAPISI

Aviyonik ekipmanlar için geliştirilen yazılımların doğrulama faaliyetlerinde kullanılan tekniklerden biri kara kutu tekniğidir, bu teknik üst seviye test tekniği olarak da adlandırılabilir. Bu teknikte, aviyonik yazılım aviyonik donanıma yüklenmekte, donanımın diğer ekipmanlardan okuduğu veriler çeşitli test senaryolarıyla değiştirilmekte ve diğer ekipmanlara sağladığı veriler bu test senaryolarında beklenen değerler üzerinden doğrulanmaktadır.

Bu kapsamda, aviyonik yazılımlar için gereksinim tabanlı üst seviye test senaryolarının geliştirilebilmesi, bu testlerin koşturulabilmesi ve sonuçlarının raporlanabilmesi için ASELSAN Test Suite (ATS) uygulaması geliştirilmiştir ve aktif olarak kullanılmaktadır.

ATS, kullanıcı arayüzü katmanı, test koşum katmanı ve donanım haberleşme katmanı olmak üzere üç ana katmandan oluşmaktadır.

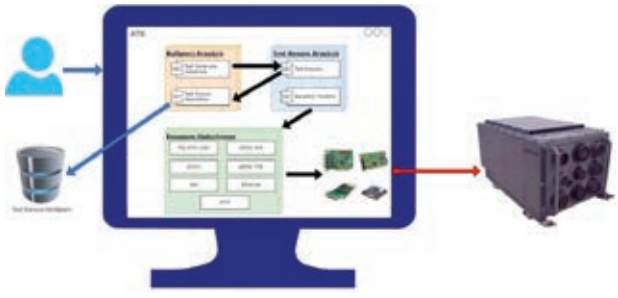
Kullanıcı arayüzü katmanı, kullanıcıların test senaryolarını bir ağaç yapısında oluşturabilmelerine, hazırladıkları test durumları ile test edilen gereksinimler arasında izlenebilirlik kurabilmelerine ve koşum sonrası testlerin sonuçlarını raporlayabilmelerine olanak sağlayan katmandır. ATS temel olarak sistemdeki test edilen donanım dışındaki tüm donanımların yerine geçmekte ve bu katman aracılığı ile kullanıcılar, gereksinimlerde belirtilen ve test edilen donanım ile diğer donanımlar arasında iletilen verileri gönderip okuyarak test senaryolarını geliştirmektedirler. Ayrıca testte kullanılabilecek veri yolları gömülü olarak ATS içerisinde tanımlanmıştır ve bu sayede kullanıcılar veri haberleşme protokolleri seviyesinde bilgiye ihtiyaç duymadan test durumlarını oluşturabilmektedir.



Şekil 1 – ATS kullanıcı arayüzü

Test koşum arayüzü katmanı, kullanıcıların test koşumu dışında da veri yollarını yönetebilmelerini sağlayan benzetimlerin tanımlandığı ve seçili test durumlarının sırasıyla koşturulmasını sağlayan katmandır.

Son olarak donanım haberleşme katmanı, haberleşme arayüzlerinin tanımlandığı ve kullanıcıdan soyutlandığı katmandır. Bu katmanda test bilgisayarındaki sürücü yazılımları kullanılarak test koşumu için gerekli olan haberleşme protokolleri tanımlanmaktadır. Mevcut durumda MIL-STD-1553, ARINC-429, ARINC-708, WMUX, ayrık, seri ve ethernet arayüzleri desteklenmektedir.



Şekil 2 – ATS tasarım mimarisi

AVİYONİK YAZILIMLAR İÇİN ALT SEVİYE TEST ALTYAPISI

Üst seviye test yaklaşımında, verilerin yazılım içerisinde birçok bileşeni dolaştığı durumlarda, girdi olarak belirlenen verilere göre, her bölütte uygulanacak işlemler neticesinde en son arayüzden beklenecek çıktıları hesaplamak zor olabilmektedir. Buna ek olarak, bir verinin bileşenler arasında izleyebileceği yollar çok fazla olabilmekte ve bu yolları test edebilecek senaryoları belirlemek zorlaşabilmektedir. Bu durum hem test senaryolarını geliştirme maliyetini artırmakta hem de yeterli detayda test edilememe riskini doğurmaktadır. Bu sebeple, bileşenler arası verilerin daha kolay doğrulanabilmesi için, üst seviye testlere ek olarak, Arinc653 altyapısı kullanan aviyonik projelerde

bölüt tabanlı alt seviye test yaklaşımı kullanılmıştır. Bu doğrulama yönteminde bölütler tek başlarına değerlendirilmekte, her bölüt için test projeleri üretilmekte ve her bölüte özel test senaryoları oluşturulabilmektedir. Bu senaryolarda, bölütün diğer bölütlerden beklediği veriler test ortamı tarafından beslenmekte ve beklenen çıktılar yine test ortamı vasıtası ile doğrulanmaktadır.

ALT SEVİYE TEST PROJESİ ÜRETME YAZILIMI

Alt seviye testler kapsamında hedef bölütü/bölütleri test etmek alt seviye test projesi üretme yazılımı kullanılarak test projeleri üretilmektedir. Proje üretiminde hedef bölüt ile veri alışverişi yapmak ve alt seviye test koşturma yazılımı ile haberleşmek amacı ile yazılıma bir test bölütü eklenmektedir. Bu doğrultuda, hedef bölütün çevre bölütler ile arasındaki bağlantılar koparılarak test bölütüne bağlanılmaktadır. Bu bağlantılar kullanılarak hedef bölüt ile veri alışverişi yapılmakta ve beklenen çıktılar doğrulanmaktadır. Hedef bölüt ile herhangi bir bağlantısı olmayan bölütler ise yazılımdan çıkarılmaktadır. Böylece, hedef yazılımın sadece hedef bölüt/bölütleri kapsayan ve dışarıdan yönetilebilen bir parçası elde edilmektedir. Bu yazılım parçası alt seviye test projesi olarak adlandırılmaktadır.

ALT SEVİYE TEST KOŞTURMA YAZILIMI

Oluşturulan alt seviye test projeleri hedef donanıma yüklendikten sonra test koşularının gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla, test koşularını yöneten alt seviye test koşturma yazılımı geliştirilmiştir. Bu yazılım, hedef donanıma yüklenmiş alt seviye test projesi ile haberleşerek test koşuların yönetme ve test sonuçlarını raporlama işlevlerine sahiptir.

AVİYONİK YAZILIMLAR İÇİN YAPISAL KAPSAM ANALİZİ ALTYAPISI

DO-178, yazılım testleri ile birlikte yapısal kapsam analizinin gerçekleştirilmesini de emniyet kritik yazılım geliştirme sürecinin anahtar aşamalarından biri olarak tanımlamaktadır. Bu tanımlamaya göre yapısal kapsam analizi, gereksinim tabanlı testlerin koşturulması sonucunda kodun ne kadarlık bölümünün çalıştırıldığını anlamaya yönelik çalışmaları içermektedir. Yapısal kapsam analizinin temel amacı herhangi bir gereksinime karşılık gelmeyen gereksiz kod parçalarını tespit etmek, testlerdeki ve/veya gereksinimlerdeki olası eksiklikleri bulmaktır. Analiz sonuçlarına göre kod, test ve gereksinimlerde gerekli düzeltmeler yapılarak tüm uygunsuzluklar giderilinceye kadar test koşuları ve analizleri devam ettirilmektedir.

DO-178 Seviye A, B, C, D, E olmak üzere beş farklı emniyet kritik seviyesi ve her seviye için farklı hedefler tanımlamaktadır. DO-178 emniyet kritik seviyesi A, B ve C olan yazılımlar için yapısal kapsam analizi yapılmasını gerek koşmaktadır. Emniyet kritik seviyeleri en yüksek seviye Seviye A olacak şekilde Seviye E'ye kadar değer alabilmektedir.

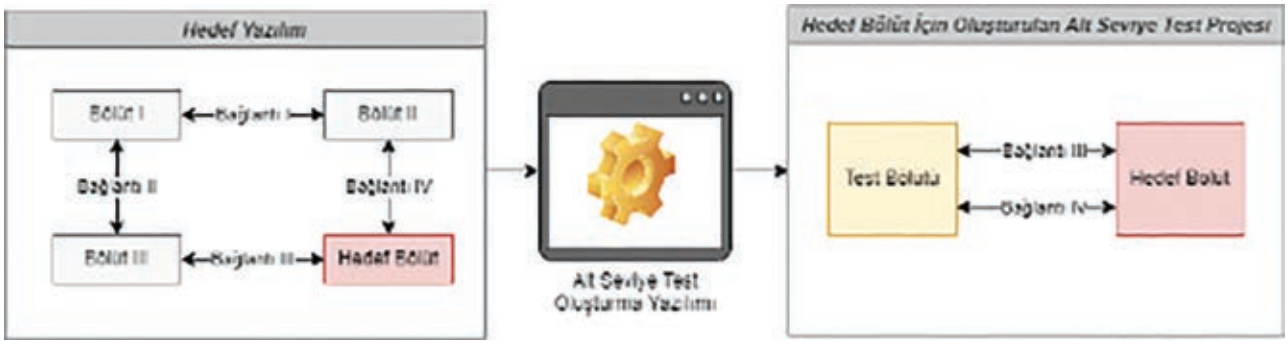
DO-178 yazılım kritiklik seviyesine göre yapısal kapsam hedeflerini de tanımlar. Buna göre:

1) İfade Kapsama (Statement Coverage): Emniyet kritik seviyesi C olan yazılımlar için söz konusudur. %100 kapsam için;
- Kod içerisindeki her bir satırın en az 1 kez çalıştırılması gerekir.

2) Karar Kapsama (Decision Coverage): Emniyet kritik seviyesi B olan yazılımlar için söz konusudur. %100 kapsam için;
- Kod içerisindeki her bir fonksiyon girişinin en az bir kez ziyaret edilmiş olması,
- Her bir karar ifadesinin en az bir kere doğru ya da yanlış değer alması gerekir.

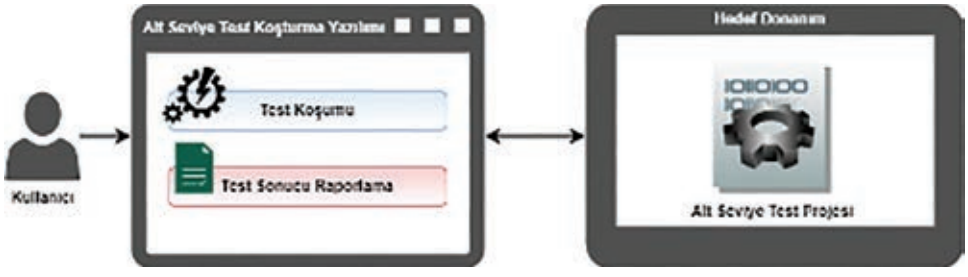
3) Değiştirilmiş Koşul/Karar Kapsama (Modified Condition/Decision Coverage-MC/DC): Emniyet kritik seviyesi A olan yazılımlar için söz konusudur. Yüzde 100 kapsam için;
- Kod içerisindeki her bir girişin en az bir kez ziyaret edilmiş olması,
- Her bir karar ifadesinin en az bir kere doğru ya da yanlış değer alması,
- Her bir karar içerisindeki her bir koşulun en az bir kere doğru ya da yanlış değer alması,
- Karar içerisindeki her bir koşulun birbirinden bağımsız olarak karar sonucunu etkilediğinin gösterilmiş olması gerekir.

ASELSAN bünyesinde geliştirilen aviyonik yazılımların yapısal kapsam analizleri, Yazılım Doğrulama Müdürlüğü tarafından geliştirilen yazılım doğrulama altyapısı ile gerçekleştirilmektedir. Kullanılan altyapı, kaynak kodun kapsam analizi için hazırlanması, kapsam bilgilerinin test koşuları sırasında toplanması ve test koşuları sonrası kapsam analizinin gerçekleştirilmesi gibi amaçlara hizmet eden birçok bileşenden oluşmaktadır. Bu altyapı ile yapısal kapsam analiz süreci sistematik ve verimli bir şekilde yürütülebilmektedir. Ayrıca kapsam analiz hazırlık ve kapsam toplama aşamalarının otomasyonu ile yazılım doğrulama sürecinde zaman ve kaynak tasarrufu sağlanmaktadır.

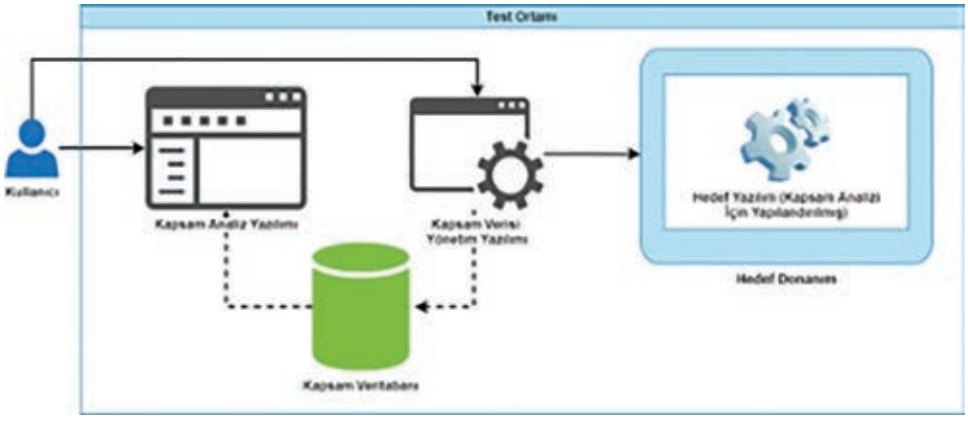


Şekil 3 – Alt seviye test projesi oluşturma altyapısı

Tablo 1 - DO178 emniyet kritik seviyeleri	
Emniyet Kritik Seviye Adı	Açıklama
Seviye A	Yazılımdaki bir hata hava aracı için felaketle sonuçlanabilir, can kaybı olabilir. (En yüksek kritiklik seviyesi)
Seviye B	Yazılımdaki bir hata hava aracında tehlikeli bir arıza durumuna sebep olabilir, can kaybı olabilir.
Seviye C	Yazılımdaki bir hata hava aracında önemli bir arıza durumuna sebep olabilir, ciddi yaralanmalar olabilir.
Seviye D	Yazılımdaki bir hata hava aracı az önemli bir arıza durumuna sebep olabilir.
Seviye E	Yazılımdaki hatanın hava aracı üzerinde etkisi yoktur.



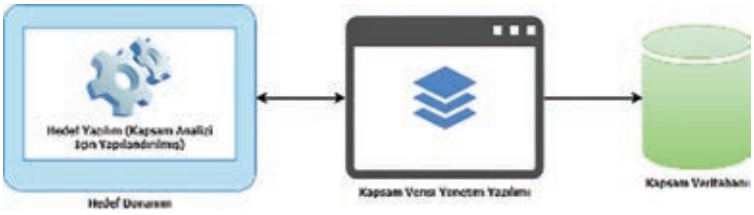
Şekil 4 – Alt seviye test koşturma altyapısı



Şekil 5 – Yapısal kapsam analiz altyapısı

KAPSAM VERİSİ YÖNETİM YAZILIMI

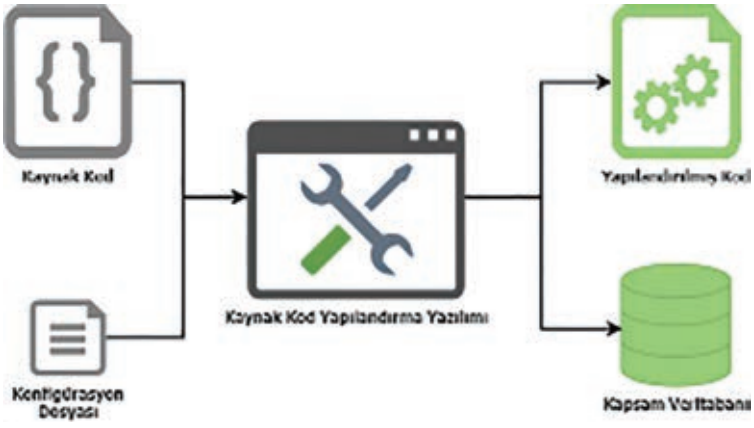
Kaynak kod yapısal kapsam analizi için yapılandırıldıktan sonra hedef donanıma yüklenmektedir. Test koşuları sırasında kapsam bilgileri hedef donanımın hafızasına kaydedilmektedir. Kapsam Verisi Yönetim Yazılımı, kaydedilmiş kapsam bilgilerinin donanımdan alınarak ilgili kapsam veritabanına aktarılması amacıyla kullanılmaktadır.



Şekil 7 – Kapsam verisinin yönetilmesi

KAYNAK KOD YAPILANDIRMA YAZILIMI

Yapısal kapsam analizi gerçekleştirilecek olan kaynak kodun, kapsam bilgisi toplanabilir hale getirilmesi için kaynak kod yapılandırma yazılımı kullanılmaktadır. Bu yazılım, hedef kaynak kodun belirtilen kritiklik seviyelerine göre yapılandırılmasını sağlamak ve bu doğrultuda kapsam bilgisi toplanabilir bir kod üretmek üzere tasarlanmıştır. Ayrıca bu yazılım ile kapsam analizinde kullanılmak üzere yapılandırılmış kodun kapsam bilgilerinin kaydedileceği bir veri tabanı oluşturulmaktadır.



Şekil 6 – Kaynak kodun yapısal kapsam analizi için yapılandırılması

KAPSAM ANALİZ YAZILIMI

Test koşuları sonrasında elde edilen kapsam bilgilerini incelemek ve yapısal kapsam analizini gerçekleştirmek amacıyla kapsam analiz yazılımı kullanılmaktadır. Bu yazılım, veri tabanlarına kaydedilmiş kapsam bilgilerinin takip edilmesini ve gerekli işlemlerin yapılabilmesini sağlamaktadır. Yazılımın sunduğu temel işlevler aşağıdaki gibidir:

- Kritiklik seviyelerine göre detaylı kapsam seviyesi takibi
- Kapsanmamış kod bloklarının sınıflandırılması (test eksiği, gereksiz veya aktif olmayan kod vb.), bu bloklar için yorum girilmesi, bulunan bulguların ve yazılan yorumların onay/ret işlemlerinin gerçekleştirilmesi
- Kapsam analizine ilişkin detaylı istatistik çıkarılması ve raporlama işlemleri

Şekil 8 – Kapsam analiz aracının işlevleri

FERSAH

Karinaya Monteli DSH Sonarı

ASELSAN FERSAH Karinaya Monteli DSH Sonarı, aktif modda denizaltı ve mayın benzeri objeleri, pasif modda ise, denizaltı, su üstü gemisi ve torpido tehditlerini tespit, analiz ve takip etmektedir. Ayrıca, intersept sonar ve sualtı telefonu özelliklerine de sahiptir.

www.aselsan.com

aselsan

AVİYONİK KART/BİRİM DOĞRULAMA

Ümit BAKIRCI

Aviyonik bir kart veya birimin tasarımının doğrulanması, donanım ve sistem geliştirme sürecinin en önemli adımlarından biridir. Doğrulama için her kart/birim için ayrı bir test prosedürü hazırlanmaktadır. Prosedürde her işlev için ayrı, detaylı test senaryoları hazırlanmakta ve testlerin nasıl icra edileceği açıklanmaktadır.

Testlerin gerçekleştirilmesi esnasında çok sayıda benzer test adımı tekrarlanmaktadır. Günümüz sistemlerinin karmaşıklığı göz önüne alındığında testlerin manuel olarak yapılması durumunda testler çok uzun sürmekte ve insan hatası oluşması ihtimali ortaya çıkmakta, ihtiyaç halinde testin tekrar edilmesi zorlaşmaktadır. Bu zorlukları aşmak ve test tekrarının ihtiyaç halinde detaylı bilgisi olmasa dahi bir teknisyenin yapabilir olması son derece önemli bir gerekliliktir. Bunlarla birlikte test sonuçları ve teste ilişkin bilgilerin kayıt altına alınması tasarım ve doğrulama döngüsünün olmazsa olmazlarındandır.

Bir endüstri standardı haline gelen otomatik test istasyonu (ATE, Automatic Test Equipment) testlerin hızlı bir şekilde, en az insan müdahalesiyle yapılmasını ve sonuçlarının kaydedilmesini sağlamaktadır.

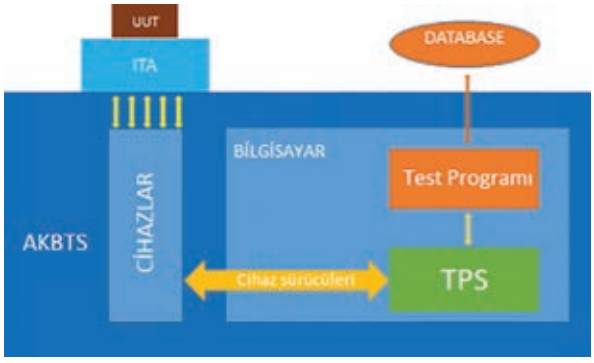
DDM tarafından tasarlanan ve kullanılan AKBTS (Aviyonik kart/birim test sistemi) aviyonik sistemlerimizde kullandığımız tipik bir ATE'dir.

AKBTS ve karta/birime özel üretilen ITA (Interchangeable Test Adapter) ile birlikte test altyapısının donanım bileşenlerini oluşturmaktadır. ITA AKBTS'nin test edilecek kart/birim arayüzü olarak işlev görmektedir. AKBTS için de kendini test etmek üzere SELFTEST ITA'sı bulunmaktadır.

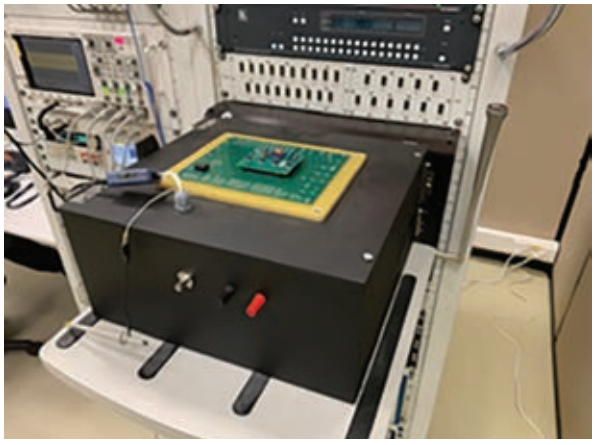
Şekil 1 – AKBTS

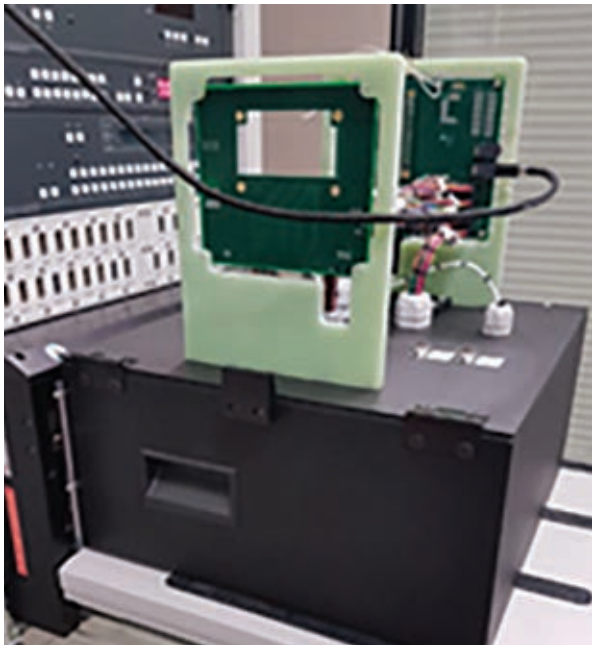
Şekil 1 – AKBTS

Şekil 3 – Arayüz paneli



Şekil 4 – AKBTS bileşenleri





Şekil 5 – ITA ve AKBTS bağlantısı örnekleri

AKBTS donanım bileşenleri ve yazılım bileşenleriyle bir bütündür. Güç kaynakları, fonksiyon üreteci, multimetre, osiloskop, RS232, RS422/485, I2C, SPI, MIL-STD1553, ARINC429, Ethernet gibi protokolleri destekleyen cihazlar, anahtarlama elemanları ve diğer donanımlar ikili bir rack üzerinde toplanmıştır. Tüm cihazların giriş ve çıkışları bir panelde bir araya getirilerek ITA bağlantısı için bir arayüz oluşturulmuştur.

Yazılım tarafında ise test programı (test executive) ve cihaz sürücüleri (Instrument drivers) temel bileşenlerdir. Test programı DDM tarafından geliştirilmiş olup TPS'lerin (Test Program Set) çalıştırılmasını sağlamaktadır.

Her kart/birim için hazırlanan TPS, test prosedürlerinin kod karşılığıdır. Testlerin otomasyonu bu kodlar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir.

Otomasyon için cihaz kontrolü üreticilerinin sağladığı cihaz sürücüleri vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Tüm cihazların kontrol kodları tek bir InstrumentDrivers.dll dosyasında birleştirilmiştir. Yeni işlevler eklenmesi gerektiğinde veya bir cihaz değişikliğinde bu dosya tekrar derlenerek sistem güncellemesi kolaylıkla gerçekleştirilmektedir.

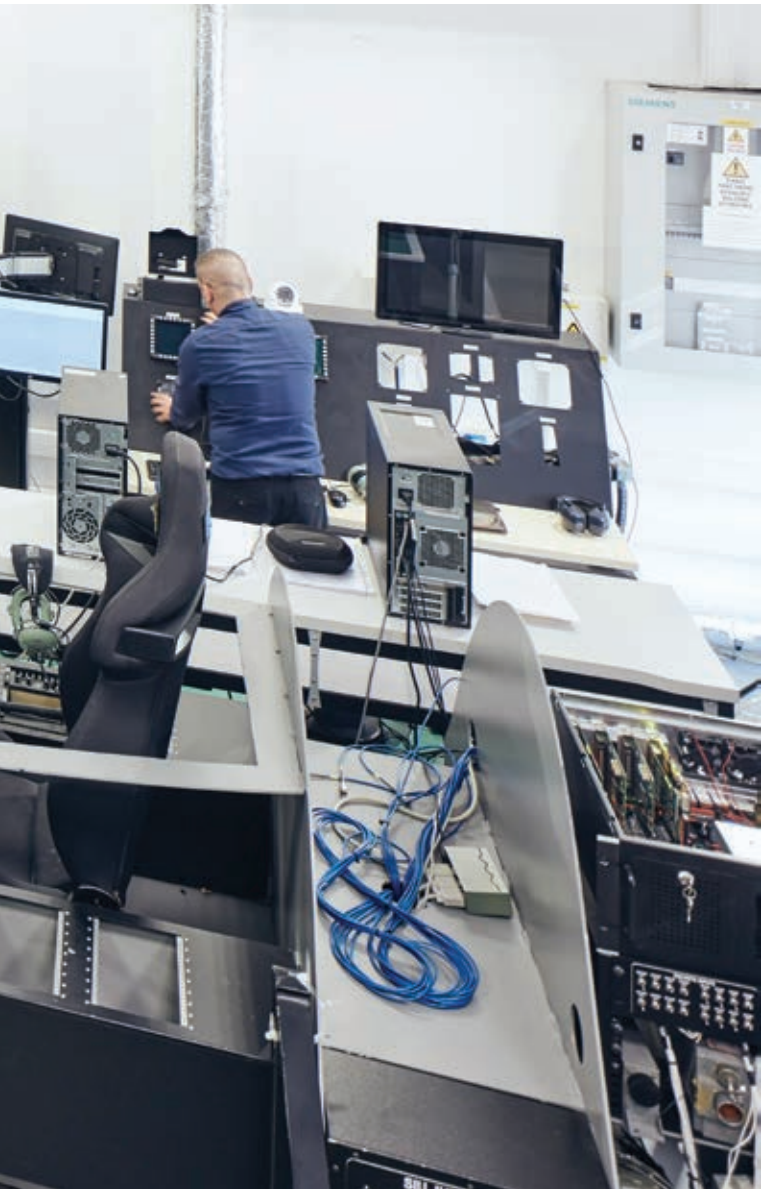
Test programı testler tamamlandığında test sonuçlarının raporlanmasında ve kayıt için ilgili SQL veri tabanına kaydedilmesine olanak vermektedir. Doors ortamında oluşturulan raporlara sonuçların otomatik olarak aktarılmasını sağlamaktadır. Bu program ek olarak, daha önceki tarihlerde yapılan test sonuçlarının tarihe, birim/karta vb. kriterlere göre filtrelenerek görüntülenmesine de izin vermektedir.

AVİYONİK SİSTEM DOĞRULAMA

Tolga DÜNDAR

Sistem mühendisliğinin önemli bir aşaması da tasarlanmış ya da hazır alınmış sistem ve alt sistemlerin tanımlanan gereksinimleri karşıladığının doğrulanmasıdır. Hava araçları için yeni geliştirilen aviyonik sistemin alt bileşenlerinin ve alt sistemlerinin yazılım, donanım ve kalifikasyon testlerinin başarılı bir şekilde tamamlanmasının ardından, sistem seviyesi gereksinimlerin de karşılandığından emin olunması için Sistem Entegrasyon Laboratuvarlarına (SEL) ihtiyaç bulunmaktadır.

SEL, alt sistemlerin doğrulanması yanı sıra yazılım ve donanım bileşenlerinin diğer alt bileşenler ile birlikte çalışabilirliğin de kontrol edildiği hava aracına entegrasyon öncesinde son kontrol noktasıdır. SEL kurulumu yapılırken mümkün olduğunca hava aracına yakın bir konfigürasyon tercih edilmektedir. Bu kapsamda, gerçek cihazlar hava aracında kullanılan kablaj tasarımına göre bağlanmakta ve hava aracındaki yerleşim referans alınarak konumlandırılmaktadır. Gerçek cihazlara ek olarak simülasyon yardımı ile hava aracındaki oluşabilecek arıza durumlarını, olağandışı koşulları ve görev senaryolarını gerçekleştirebilecek altyapıya da sahip olmalıdır. Bu sayede, yer ve uçuş testleri öncesinde sistemin tüm koşullardaki davranışları ve çalışma prensipleri sistem mühendisleri tarafından gözlemlenmiş olmakta ve gerekli tüm uçuş güvenliği önlemleri de alınmaktadır.



Sistem seviyesi gereksinimler SEL altyapısı kullanılarak doğrulanmaktadır. Bu doğrultuda, sistem test mühendisleri tarafından ilk aşamada sistem gereksinimleri ve sistem tasarımı referans alınarak Sistem Entegrasyon Test Prosedürü (SETP) hazırlanmaktadır. SETP ile İngilizce dry-run kelimesinin Türkçeleştirilmiş karşılığı olan kuru koşu ya da başka deyişle formal testler öncesinde ön koşu testleri yapılmakta ve yapılan testler ile prosedürün olgunluk durumu tespit edilmektedir. SETP'in ve sistemin yeterli olgunluk durumuna erişmesi ile formal testler proje sözleşmesine göre ihtiyaç duyulması durumunda müşteri gözetimi ile icra edilerek başarım oranı elde edilmektedir. Koşulan tüm test adımların geçme ya da kalma durumu ile test esnasında gözlemlenen diğer tüm bulgular Sistem Entegrasyon Test Raporuna (SETR) işlenerek test sonuçları konfigürasyon kontrol altına alınmaktadır. Başarım oranı ve bulgular kurul tarafından incelenerek yer ve uçuş testlerine başlamaya engel bir durum olmadığına kanaat getirilirse doğrulama ve geçerli kılma işlevi hava aracında devam ederken, SEL test sonuçlarının uygun değerlendirilmemesi durumunda çıkan bulguların düzeltilmesi beklenir ve test sonuçları uygun değerlendirilene kadar testler tekrar edilmektedir.

ASELSAN'da yürütülmekte olan aviyonik geliştirme ve modernizasyon projeleri kapsamında kurulmuş ve hali hazırda idame ettirilen döner ve sabit kanat platformlara özel Sistem Entegrasyon Laboratuvarları yer almaktadır. Bu laboratuvarlar, dünya standartlarında, entegre yönetim sistemi doğrultusunda iş sağlığı ve güvenliği süreçleri ile uyumlu olacak şekilde tasarlanmıştır. Buna ek olarak aviyonik projelerinde kullanılan tüm laboratuvarlar konfigürasyon kontrolü altında tutulmakta ve yapılan her değişiklik uygun araçlar ile takip edilmekte ve dokümante edilmektedir.

Aviyonik projeler kapsamında kurulan SEL'ler, proje kapsamına göre bazen tek bir aviyonik sistemi bazen de birden fazla aviyonik sistemi içerebilmektedir. SEL'lerde yer alan başlıca aviyonik sistemler; seyrüsefer sistemleri, haberleşme sistemleri, görev sistemleri, uçuş yönetim sistemleri, taktik gözetleme ve keşif sistemleri, silah sistemleri, karşı tedbir ve kendini koruma sistemleridir.

ENTEGRE LOJİSTİK DESTEK

MGEO Sektör Başkanlığı iş payında yer alan aviyonik ürünlerin idame edilebilmesi için yurt içi ve yurt dışında 30 yıla yakın bir süredir lojistik destek hizmeti verilmektedir. Ürünlerin faaliyet oranlarının artırılması ve bakım onarım faaliyetlerinin kesintisiz devam edebilmesi için yürütülen yedek parça desteği, bakım/onarım sözleşmeleri, müşterilere yetenek kazandırılması, eğitim, teknik yayın, çağrı merkezi ve teknik desteğin kapsamı, müşterilerle sürekli irtibat kurularak müşteri istekleri de göz önünde bulundurularak geliştirilmekte ve bu şekilde en yüksek seviyede müşteri memnuniyeti sağlanmaya çalışılmaktadır.

Türk Silahlı Kuvvetleri ve İçişleri Bakanlığının taarruz helikopteri ihtiyacının giderilmesi amacıyla; milli imkân ve kabiliyetlerin en üst seviyede kullanıldığı öncü proje ATAK Helikopteri Projesi ile askeri standartlarda lojistik destek analizi ve teknik doküman oluşturulması ile lojistik destek anlamında da büyük kazanım sağlanmıştır. Genel Maksat Helikopteri ve Gökbey gibi yeni projelerde de bu kazanımlar kullanılmakta ve pekiştirilmektedir.

EĞİTİM ÇALIŞMALARI

Ürünlerimizin kullanım ve yetkilendirilmiş bakım onarım seviyesinde faaliyetlerinin eksiksiz yerine getirilmesindeki en önemli unsurlardan birisi nitelikli müşteri eğitimleridir. Yurt içi ve yurt dışında, ASELSAN'da ve sahada gerçekleştirilen

aselsan

yüzyüze eğitimlerin yanı sıra bilgisayar tabanlı eğitim modüleri ve eğitim videoları ile müşteri ihtiyaçları etkin ve hızlı bir şekilde karşılanmaktadır.

TEKNİK YAYIN FAALİYETLERİ

Ürünlerimizin kullanım ve bakım onarım faaliyetleri için müşteri için birincil kaynak teknik yayınlardır. Teknik yayınlarımız Kuvvetlerin kullanım ihtiyaçları doğrultusunda belirledikleri formatlarda uluslararası standartlara uygun olarak hazırlanmaktadır.

Savunma sanayii uygulamalarında sektöre öncülük edilen alanlardan biri olarak; özel uzmanlık gerektiren hava araçlarının teknik emirleri (Technical order, check list, maintenance test flight ve bakım gövde dokümanları), ÇBSMT, IFF entegrasyonu, Temren, Doğan ve ÖZGÜR, projeleri kapsamında alanında tecrübeli ASELSAN ekibi tarafından hazırlanmaktadır. Ayrıca ATAK, ATAK Filipinler ve GMH Projeleri kapsamında dokümanlar S1000D Veri Modülleri (Data Module) olarak yine alanında tecrübeli çalışanlar tarafından hazırlanmaktadır.

BAKIM ONARIM FAALİYETLERİ

Sözleşme görüşmeleri sürecinden başlamak üzere kullanıcı ile birlikte ürün destek stratejisi geliştirme çabası içinde olan ASELSAN, garanti içi/dışı bakım/onarım faaliyetleri, modifikasyonlar, yazılım güncellemeleri, bakım onarım sözleşmeleri kapsamındaki saha destek faaliyetlerini içerecek şekilde ülkemizin dört bir yanında ve yurt dışında sistemlerimize destek vermeye devam etmektedir. Tüm ürün ve sistemler için saha desteği her geçen gün daha da artırılmakta, çevik yöntemlerle müşterilerimize bakım onarım sürelerini kısaltacak çözüm odaklı öneriler sunulmaktadır.

Destek zorlukları yaşanan eski nesil lisanslı ürünlerin onarımında yerli alt yüklenicilerin kabiliyetlerinden faydalanarak onarımlar devam ettirilmeye çalışılmaktadır. Buna ek olarak yurt dışından tedarik edilmesinde sıkıntı yaşanan yedek parçaların yerlileştirilmesiyle cihazlarımızın desteklenmesinde önemli iyileştirmeler sağlanmaktadır.

DORUK

Elde Taşınabilir Elektro-Optik Sensör Sistemi

Yüksek Çözünürlüklü Orta Dalga Kızılötesi Sensör, Termal ve Gündüz Kameralarında Sürekli Yakınlaştırma Yeteneği, Lazer Mesafe Ölçer, Manyetik Pusula ve GPS Entegre Sistem, Görüntü ve Video Kaydı, Telsiz Üzerinden Veri Aktarımı

www.aselsan.com

aselsan

KALİTE YÖNETİMİ

Didem GÜRPINAR

Havacılık sektörü, kritiklik ve emniyet gereksinimlerinin yüksek olması nedeniyle diğer sektörlerin kullandığı standartlara göre daha zorlayıcı gereksinimler içeren birçok standarda tâbidir. Öncelikle bu sektörde faaliyet göstermekte olan firmaların etkin bir kalite yönetim sistemi işletmeleri gerekmektedir. AS 9100, Uluslararası Havacılık ve Uzay Kalite Grubu (IAQG) tarafından geliştirilen ve özellikle havacılık, uzay ve savunma sektöründe çalışan firmalar tarafından kullanılan ve kalite yönetim sistemi gerekliliklerini tanımlayan bir standarttır. Temelinde ISO 9001 gerekliliklerini esas almakta olup ilave olarak; güvenlik, sahte malzeme, konfigürasyon yönetimi, risk yönetimi, anahtar parametre, özel gereksinim, tedarikçi yönetimi gibi konularda havacılık sektörüne özel gereksinimler ve daha iyi uygulamalara ulaşabilmek için notlar tanımlamaktadır.

İnsan güvenliğinin koşulsuz olarak birinci öncelik olduğu hava araçlarında güvenli bir şekilde çalışan ekipmanların yüksek kalite standartlarında tasarlanması, üretilmesi ve satış sonrası desteğinin sağlanması için kalite yönetim sisteminin etkin bir şekilde işletilmesi önemlidir. ASELSAN'da yoğunlukla aviyonik projeler gerçekleştiren MGEO Sektör Başkanlığında kalite yönetim sistemi, ürün ve süreç kalitesinin sürekli iyileştirilmesi ilkesi üzerine kurulmuş olup ISO 9001, AQAP 2110, AQAP 2310, AQAP-2210 ve AS 9100 standartları isterlerine ve CMMI-DEV modeline uygun olarak yapılandırılmıştır. Kalite politikamız; sağladığımız ürün ve hizmetlerde kaliteli ve zamanında teslimat yaparak müşteri memnuniyetini en üst düzeyde tutmak, etkinlik ve verimlilik odaklı bir yaklaşımla süreçleri yönetmek, risk bazlı düşünme yaklaşımını ürün yaşam döngüsü boyunca sürdürmek ve sürekli iyileştirmeyi amaçlayan bir kalite yönetim sistemi oluşturmaktır.

AS 9100 kalite yönetim sistemi standardının genelleştirerek ifade ettiği gereksinimler; aviyonik tasarım süreçleri seviyesindeki uygulamalarda net tanımlar, sınırlamalar ve metodolojiler içermektedir. Bu süreçler, ürün geliştirme ve tasarımlar için kullanılan genel standartların dışında zorlayıcı, vazgeçilmez ve tavizsiz kurallar içermektedir. ASELSAN MGEO Sektör Başkanlığında; aviyonik yazılım geliştirme süreci DO-178, aviyonik donanım geliştirme süreci DO-254, aviyonik sistem tasarım ve emniyet süreci ise SAE-ARP-4754 ve SAE-ARP-4761 rehber dokümanlarına göre yürütülmektedir. Kalite mühendisleri, süreçlerin tanımlanması aşamasından itibaren tasarım ekipleri ile birlikte çalışmakta; süreçlerin mevcut kalite yönetim sistemi ile uyumlu ve aviyonik standartlarda belirtilen gerekliliklere uygun olarak tanımlanmasına ve iyileştirilmesine yönelik faaliyetlerde aktif olarak yer almaktadır.

Aviyonik tasarım süreçlerinde tanımlı uygulamalar ve kurallar, diğer tasarım süreçlerine göre daha zorlayıcıdır. Örneğin; uçağa yüklenecek yazılımın obje kodunun 30 yıl boyunca tekrar oluşturulabilmesi gerekmektedir. Kullanılan araçların kalifikasyonunun yapılması, değişikliklerin uçuş güvenliğine olan etkilerinin analizi, emniyet analizlerinin yapılması, yazılımlarda test edilemeyen kod parçasının ve ölü kodun olmaması, tasarımın her aşamasında detaylı olarak yapılan kalite değerlendirmeleri ve denetimine ilave olarak havacılık otoritelerinin denetimleri sonrasında bir sonraki aşamaya geçiş onayı verilmesi ve kullanılan alt yüklenicilerde de aynı süreçlerin uygulatılması ve kontrollerin yapılması önemlidir. Yüksek kalite standartlarına uygun tasarımların yapılması için bu zorlayıcı süreçleri uygulayacak deneyimli ve konusunda uzman mühendislerinin çalışması da kalitenin vazgeçilmez bir unsurudur.

ASELSAN'da kalite güvence faaliyetleri, sözleşme inceleme aşamasından itibaren başlamakta, sözleşmeler taahhüt edilen standartlara uygunluk açısından incelenmekte, görüş verilmekte ve karşılanmasında zorluk olan gereksinimler ise projenin en başından itibaren risk olarak tanımlanıp, azaltılmasına yönelik faaliyetler proje ekipleri ile birlikte yürütülmektedir. Proje ekipleri atandıktan sonra projenin gereksinimlerine göre uygulanacak süreçler ve cihazların kritiklik seviyesine göre uygulanacak faaliyetler proje ekipleri ile birlikte değerlendirilmekte, proje özelinde uygulanacak süreçler belirlenmektedir. Aviyonik yazılım, donanım ve sistem seviyesinde kullanılan uluslararası rehber dokümanlar (Şekil 1) konusunda uzman kalite mühendisleri tarafından; projenin kalite planlaması yapılmakta ve projenin yaşam döngüsü boyunca kalite güvencesinin sağlanmasına yönelik olarak yürütülecek faaliyetler her bir disiplin seviyesinde belirlenmektedir. Yürütülen kalite faaliyetlerini kısaca aşağıdaki temel başlıklar altında değerlendirebiliriz.

1. Denetim: Sistem/yazılım/donanım seviyesinde her bir tasarım fazında yürütülen aktivitelerin planlara, dokümanlara ve süreçlere uygunluk durumunun objektif kanıtlara dayalı olarak değerlendirilmesi ve eksik görülen konular için açık işlemlerin başlatılması.
2. Teknik gözden geçirme: Kalite gerekliliklerinin sağlanması ve sözleşmeye uyumun güvence altına alınması amacıyla planlar, gereksinim dokümanları, test raporlarının gözden geçirilmesi.
3. Gözden geçirme sürecinin güvencesi: Gözden geçirmelerin etkin bir şekilde yapılması ve açık işlemlerin uygun olarak kapatılmasına yönelik faaliyetlerin yürütülmesi.
4. Test hazırlıkları gözden geçirme: Sistem seviyesinde yapılan doğrulama testleri öncesinde teste hazır olma durumunun gözden geçirilmesi.
5. Test ortamının güvencesi: Doğrulama testlerine katılım sağlanması ve kalite kontrol listesinde tanımlı kriterlerin değerlendirmesi yapılarak test ortamının güvencesinin sağlanması, testlerin test prosedürüne uygun olarak yürütülmesinin bağımsız olarak izlenmesi.

6. Değişiklik yönetimi aktivitelerine katılım: Değişiklik yönetimi aktivitelerinin plan ve prosedürlere uygunluğunun yapılan denetimler ile güvence altına alınması, yapılan değişiklik önerilerinin doğrulanması sonucunda kalite onayı verilmesi.
7. Tasarım fazları arası geçiş onayı verilmesi: Tanımlı kalite kriterlerine göre yapılan değerlendirmeler sonucunda tasarımın bir sonraki faza geçişi için uygun bulunması durumunda onay verilmesi.
8. Doküman ve yazılımların yayınlanmasına onay verilmesi: Yayın öncesi açık işlemlerin kapanma durumun kontrol edilmesi, yazılım yayını öncesi denetim yapılması ve uygun bulunması durumunda onay verilmesi.
9. Açık işlem takibi: Tasarım süreci boyunca kalite tarafından başlatılan açık işlemlerin takip edilmesi ve tamamlanan açık işlemlerin doğrulandıktan sonra kapatılması. Eğilim görülen konular için düzeltici faaliyetler başlatılması ve tasarım ekipleri ile birlikte kök neden analizi yapılması.
10. Tasarım alt yüklenicilerin yönetim faaliyetleri.
11. Otoriteler ya da müşteriler tarafından yürütülen denetim faaliyetlerine katılım.

ASELSAN; kalite, hız, maliyet ve aviyonik tasarımlarla birlikte güvenlik konularında artan beklentileri karşılayan kalite yönetim sistemi ve deneyimli organizasyonuyla değişim ve gelişime öncülük etmekte; gerçekleştirdiği aviyonik projelerinde elde ettiği tecrübelerle dünya lideri firmaların uzmanları ile birlikte havacılıkta kullanılan standartların güncellendiği çalışmalarda aktif olarak yer almaktadır. Bu kapsamda, işletilen kalite yönetim sistemi ve süreçler, ASELSAN'ın havacılıkta dünya markası olmasının güvencesidir.

HAVA UYDU HABERLEŞME TERMİNALİ

Uydu üzerinden IP Tabanlı, açık/kriptolu ses, veri, video, görüntü ve faks haberleşmesi, kullanıcı gereksinimlerine göre hızı ayarlanabilir ses/veri bağlantısı, kompakt ve hafif tasarımlar, hareket halinde haberleşme imkânı, EMI/EMC ve çevre koşulları standartlarına uygunluk.

www.aselsan.com

aselsan

TEKNOFEST'E MİLLİ TEKNOLOJİ DAMGASI

ASELSAN, bu yıl Samsun'da düzenlenen dünyanın en büyük havacılık, uzay ve teknoloji festivali TEKNOFEST'e damga vurdu.

TEKNOFEST'te ASELSAN; ulaşımı sağlayan elektrikli otobüsleri, ASELSAN standında kurularak çocukların ağırlandığı Tekno Macera alanı ve elliyi aşkın yüksek teknoloji ürünleri ile festivalde en dikkat çeken ve yoğun ilgi gören teknoloji şirketlerinden biri oldu.

ASELSAN ve TEMSA iş birliği ile geliştirilen Türk otomotiv sanayisinin ilk yüzde yüz yerli elektrikli otobüsleri TEKNOFEST'in ulaşımını sağladı. TEKNOFEST'te binlerce vatandaş, alana elektrikli otobüslerle taşındı.

Cumhurbaşkanımız Recep Tayyip Erdoğan, TEKNOFEST'te yaptığı konuşmada ülkemizin son yirmi yılda savunma teknolojilerinde yaşadığı sıçramaya değinerek şunları söyledi:

"TEKNOFEST KARADENİZ ülkemizin 81 vilayetinden 107 ayrı ülkeden katılan 154 takım bünyesindeki 600 bin gencin 40 ayrı dalga yarıştığı şölene dönüştü. Bazıları gençlerimizi harflerle kuşaklara ayırıp umutsuzluk oluşturmaya çalışırken asıl gerçek işte burada karşımızda duruyor. Türkiye'nin gerçeği de ihtiyacı da TEKNOFEST kuşağıdır. Bu gençlik yirmi yıldır verdiğimiz her mücadelede bizim de yanımızda yer almış, en büyük güç ve moral kaynağımız olmuştur. Biz gençlerimize güveniyorduk. Birileri ise hep yaptıkları gibi gençlerimizi küçümseyerek bozgunculuk peşindeydi. Zaman bizim haklı olduğumuzu göstermiştir. Dün Nuri Demiralp, Vecihi Hürkuş'a yaptıkları eziyetleri bugünkü gençlerimize yapmalarına izin vermedik, vermeyeceğiz. Biz insanımıza güvendik, insanımıza dayandık. İnsanımıza yol açtık, imkân verdik. Hamdolsun sonuçta dünyanın hayranlıkla izlediği bir yere geldik."

MİLLİ GURUR VE COŞKUYA ORTAK OLDUK

Bu yıl büyük bir coşku ve heyecanla gerçekleşen festivali değerlendiren ASELSAN Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Prof. Dr. Haluk Görgün şunları söyledi:

"TEKNOFEST'i, göklerimizi, denizlerimizi, topraklarımızı koruyup, refahımızı artıracak yüksek teknolojiyi tüm toplumla birlikte geliştirme seferberliği olarak görüyoruz. TEKNOFEST bu yıl da bizi yüzbinlerce gençle buluşturdu. Bu enerjiyle çok önemli bir rüzgâr yakaladık. İnanıyoruz ki TEKNOFEST'teki yarışmalardan çıkan, milli teknolojilere dokunma fırsatı yakalayan gençler bu TEKNOFEST ruhundan aldıkları feyz ile ilerleyecek, ülkemizin bağımsız milli teknoloji mücadelesinde en önde olacaklar. Buradan aldıkları ilhamla gençlerimiz, çocuklarımız parlak yarınları için teknolojiye yönelecek."

ELEKTRİKLİ OTOBÜSLERLE TEKNOFEST'E

ASELSAN, TEKNOFEST'e savunma ve yaşam teknolojilerini sergilediği 350 metrekarelik standıyla katıldı. ASELSAN, Samsun'da gerçekleşen TEKNOFEST 2022'de, sosyal sorumluluk projeleri, ürün ve sistemleri, gençlere verdiği destekler, elektrikli otobüsler ve akıllı şehir çözümlerini ön plana çıkardı. TEKNOFEST'e ev sahipliği yapan Samsun'da, akıllı şehir ve elektrikli otobüs gibi çok sayıda milli ve yüksek teknolojili ASELSAN projesi, kent yaşamını kolaylaştırmak üzere kullanılıyor.

ASELSAN ve Samsun Büyükşehir Belediyesi arasında Temmuz 2021'de Ultra Hızlı Şarj Özellikli Elektrikli Otobüs ve Şarj Sistemleri Sözleşmesi imzalandı.

ASELSAN ve TEMSA iş birliğiyle geliştirilen Türk otomotiv sanayisinin ilk yüzde 100 yerli elektrikli otobüsleri kentte kullanılmaya başlandı. Yerli olarak tasarlanan ve çevreci bir bakış açısıyla geliştirilen Avenue EV, fosil yakıt yerine sürdürülebilir enerji kaynağı olan elektrikle çalışıyor. Samsun Büyükşehir Belediyesi tarafından kullanılmaya başlanan elektrikli otobüsler, TEKNOFEST boyunca festivale yolcu taşıdı. 10 otobüs etkinlik süresince 10 bin kilometreden fazla yol yaptı ve 65 binden fazla yolcu taşıdı. Akaryakıt ve sarf maliyetlerinde Samsun Büyükşehir Belediyesi tarafından sağlanan tasarruf festival süresince 200 bin lirayı aştı. Yakın gelecekte hızlı şarj istasyonlarının da artmasıyla şehrin tümüne yerli elektrikli otobüslerle hizmet verilmesi hedefleniyor.

Elektrikli otobüsler, karbon salınımını minimize etmenin yanı sıra akaryakıt ve bakım onarım masraflarından önemli tasarruf sağlıyor, yolculara da daha konforlu bir ulaşım hizmeti sunuyor. Elektrikli çekiş sistemiyle sıfır karbon emisyonuna sahip çevreci otobüsler, yüksek performanslı son teknolojiyle donatıldı. Aracın elektrik motoru, çekiş eviricisi, ana bilgisayarı, gösterge paneli gibi normalde ithal olan bileşenler ASELSAN tarafından yerli olarak tasarlanıp üretildi. Bu kapsamda Avenue EV, otomotiv sektöründe Türkiye'de yerlilik oranı en yüksek araç olarak dikkati çekiyor.

ELLİDEN FAZLA MİLLİ TEKNOLOJİ SERGİLENDİ

ASELSAN, elliyi aşkın milli ürün ve sistemini TEKNOFEST'te sergiledi. İnsansız hava sistemlerinden sivil teknolojilere, silahlardan haberleşme sistemlerine kadar çok sayıda teknoloji ASELSAN standında yer aldı. Ambargolara yanıt olarak milli imkânlarla geliştirilip üretilen ASELSAN'ın CATS Sistemi hem şirket standında hem de BAYKAR'ın insansız hava araçlarının üzerinde sergilendi. TEKNOFEST ziyaretçileri, ASELSAN'ın Sarp Uzaktan Komutalı Stabilize Silah Sistemini, Genel Maksat Helikopteri kokpitini, termal silah dürbünlerini ve nişangahları deneyimledi. ASELSAN'ın keşif, gözetleme, hedef tespiti yapabilen ve üzerine Sarp-L Silah Sistemi entegre edilmiş ASLAN İnsansız Kara Aracı da TEKNOFEST'te yer aldı. ASELSAN'ın, ani kalp durmalarında hastanın elektroşokla hayata döndürülmesini sağlayan otomatik eksternal defibrilatörü de TEKNOFEST'te cansız manken üzerinde uygulama yapılarak sergilendi.

ÇOCUKLAR İÇİN TEKNO MACERA

ASELSAN'ın 2019'da hayata geçirilen uzun soluklu sosyal sorumluluk projesi Tekno Macera kapsamında kurulan etkinlik alanı, festival boyunca çocukları ağırladı. Çocuklar, tamamen kendileri için tasarlanan Tekno Macera alanında kodlama, robotik ve yapay zekâyı keşfetti. Tekno Macera, çocuklara teknoloji, bilişim ve savunma sanayisi alanlarında doğru ve faydalı alışkanlıklar kazandırarak onları, çağın gerekliliği olan meraklı, araştırmacı ve üreten bireyler olma konusunda heveslendiriyor.

ASELSAN, TEKNOFEST'TE GENÇ GİRİŞİMCİLERİ AĞIRLADI

ASELSAN Girişimcilik Merkezi de festivalde yerini aldı. İnovatif teknoloji girişimcilerinin dünyayı değiştirdiği çağda ASELSAN da bu ekosisteme kendi milli gücüyle katkı sunuyor. TEKNOFEST'te yüksek teknoloji çalışan girişimci profiline ulaşan ASELSAN bu sayede ülkenin rekabet gücüne katkı sağlamak için çalışıyor. Girişimcilik Merkezi, ASELSAN'ın çalıştığı ve çalışmayı planladığı ileri teknoloji alanlarına odaklanıyor. Bu teknoloji alanları savunmadan ulaşıma, sağlıktan enerjiye pek çok sektörü kapsıyor. ASELSAN'ın sahip olduğu geniş altyapı ve uzman insan kaynağıyla geniş bir spektrumda yüksek teknoloji girişimlere odaklanılması hedefleniyor. ASELSAN Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Prof. Dr. Haluk Görgün ile T3 Vakfı Mütevelli Heyeti Başkanı, Baykar Teknoloji Lideri ve TEKNOFEST Yönetim Kurulu Başkanı Selçuk Bayraktar festivalde düzenlenen Girişimcilik Programı etkinliğinde gençlerin projelerini birlikte dinleyerek değerlendirdi.

TEKNOLOJİ YARIŞMALARI

ASELSAN, TEKNOFEST kapsamında paydaşı olduğu yarışmalarla da yetenekli ve başarılı gençleri destekledi. TEKNOFEST 2022 İnsansız Su Altı Sistemleri Yarışması farklı zorluk seviyesinde parkurlarla temel kategori ve ileri kategori olmak üzere iki kategoride 22-24 Temmuz tarihleri arasında Giresun Çotanak Arena Olimpik Yüzme Havuzunda ASELSAN yürütücülüğünde gerçekleştirilmişti. 2022 yılında temel kategoride finale kalan 27 takım su altı hokeyi ve su altı montajını içeren uzaktan kontrollü görevlerin yanında otonom görev olan renk tespiti ve konumlanma görevini yerine getirdiler. İleri kategoride ise tamamen otonom görevlerden oluşan parkurlarda finalist 17 takım, renk tespiti ve konumlanma, hedef tespiti ve geçişi ile hedef tespiti ve imhası görevlerini yaptılar. İleri kategori yarışmada Newocean takımı birinci, Meftun-u Derya takımı ikinci oldu. Temel kategoride ise birinci Hydra, ikinci Alesta, üçüncü ise Atmaca Tayfa Row takımı oldu. Birinciler, ödüllerini Cumhurbaşkanımız Recep Tayyip Erdoğan'ın elinden aldılar.

Teknofest 2022 Ulaşımda Yapay Zekâ Yarışması da 5-7 Ağustos tarihleri arasında Trabzon Şenol Güneş Spor Kompleksinde gerçekleştirilmişti. ASELSAN, TÜBİTAK ve Cezeri'nin ortaklaşa düzenlediği yarışmaya 34 takım katıldı. Gelecekte geçen bir senaryo doğrultusunda yarışmacıların temel amacı, uçan araçlardan gelen görüntüleri kullanarak insan, taşıt, uçan ambulans iniş alanı ve uçan araç park alanı olmak üzere dört nesne sınıfını tespit edip sınıflandırmaktı. Yarışmacılardan ayrıca iniş ve park alanlarının inebilir veya inilemez olduklarını da tayin etmeleri beklendi. Bu 15 takımdan Eflatun AI birinciliği alırken Minik Şef ikinci, Spatium AI Vision ise üçüncü oldu. Birincilere ödüllerini Cumhurbaşkanımız Recep Tayyip Erdoğan takdim etti.

DOKUZUNCU HAVA VE AVİYONİK SİSTEMLERİ SEMİNERİ ASELSAN'IN ANA SPONSORLUĞUNDA GERÇEKLEŞTİRİLDİ

Dokuzuncu Hava ve Aviyonik Sistemleri Semineri Ankara'da ASELSAN'ın ana sponsorluğunda gerçekleştirildi. Seminer, Savunma Sanayii Başkanlığı Uçak Daire Başkanı Abdurrahman Şeref Can ve seminerin organizatörü Emekli Albay Zafer Betoner'in de aralarında bulunduğu açılış konuşmaları ile başladı ve katılımcıların sunumlarının yer aldığı oturumlarla devam etti. Seminere aralarında HAVELSAN, ROKETSAN, KAREL, TAAC, LEONARDO, TARGET gibi yerli ve yabancı firmaların temsilcilerinin yanında, Savunma Sanayii Başkanlığı temsilcileri, kullanıcı makamların temsilcileri ve üniversitelerden temsilciler katıldı.

Seminerde Mikroelektronik Güdüm ve Elektro-optik (MGEO) Sektör Başkanlığı tarafından Havacılık Alanında ASELSAN Özgün Çözümleri, ASELSAN Sayısal Harita Sistemi Ürünleri ve Kılavuz: Milli Ataletsel Ölçüm Birimi Ürün Ailesi konularında üç sunum gerçekleştirildi. Ayrıca, sergi salonunda AVCI Kaska Entegre Kumanda Sistemi, ASELSAN navigasyon sistemleri ve görev bilgisayarları sergilenerek ve aviyonik sistemlerin tanıtımına yönelik filmler gösterildi.

YENİ T-129 ATAK HELİKOPTERİ ENVANTERDE

Millî Savunma Bakanlığı tarafından sosyal medya hesabından yapılan açıklamaya göre Faz-2 konfigürasyona sahip bir T-129 ATAK helikopteri daha Kara Kuvvetleri Komutanlığının envanterine alındı. Böylece 57'nci ATAK helikopteri de envantere girmiş oldu.

Savunma Sanayii Başkanlığı öncülüğünde, TUSAŞ ana yüklenicilik ve ASELSAN alt yüklenicilik sözleşmeleri ile yürütülen proje kapsamında envantere giren T-129 ATAK helikopteri ASELSAN tarafından geliştirilen Millî IFF Mod-5 Dost/Düşman Tanıma/Tanıtma Sistemi ve altı sensörlü Füze İkaz Sistemi ile teçhiz edilmiş ilk ATAK helikopteri olma özelliği taşıyor.

AKINCI'DAN LGK-82 İLE BAŞARILI ATIŞ

Milli TİHA Bayraktar AKINCI, yerli olarak geliştirilen ve ilk kez bir İHA'dan atılan LGK-82 (Lazer Güdüm Kiti) ile gerçekleştirdiği test atışında hedefi tam isabetle vurdu.

ASELSAN tarafından geliştirilen LGK-82 (Lazer Güdüm Kiti) ile gerçekleştirilen test atışı başarıyla tamamlandı. Çorlu Hava Meydan Komutanlığından havalanan ve test boyunca ortalama 30 bin feet irtifada bulut üstünde uçan AKINCI'nın ateşlediği milli mühimmat LGK-82, bulut altında uçan Bayraktar TB2 SİHA'nın lazerle işaretlediği hedefi tam isabetle vurdu.

LGK-82 İLK KEZ İHA'DAN ATILDI

Genel maksat bombalarını lazer işaretleme sayesinde kilometrelerce uzaktan hedefini vuran akıllı mühimmatlara çeviren LGK, AKINCI tarafından gerçekleştirilen testte ilk defa bir insansız hava aracı platformundan atılarak görevini başarıyla tamamladı.

ASELSAN DÜNYA DEVLERİ ARASINDA İLK 50'DE

Türk savunma sanayiinin en büyük şirketi ASELSAN, Defense News Top 100 listesinde 49'uncu sırada yer alarak Türkiye'deki liderliğini korudu.

ASELSAN, Türk savunma sanayiindeki başarılarını katlarken, global arenadaki başarılarını da tescillemeye devam ediyor. Türk Silahlı Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfının bir kuruluşu olan ASELSAN, dünyanın en büyük 100 savunma sanayi şirketini listeleyen ve her yıl düzenli olarak yayınlanan Defense News Top 100 listesinde 49'uncu sırada yer alarak Türkiye'deki liderliğini korudu.

ASELSAN, 2007 yılında 97'nci sıradan girdiği dünya savunma sanayii devleri arasındaki sürdürülebilir başarısını koruyor ve listede ilk ellide yer alan tek Türk şirketi olmaya devam ediyor.

Defense News dergisi tarafından her yıl bir önceki yılın savunma satışları baz alınarak yayınlanmakta olan Defense News Top 100 dünyanın en prestijli savunma sanayi listesi olarak kabul ediliyor.

EN İYİLERLE ÇALIŞARAK EN BÜYÜK BAŞARILARA

ASELSAN Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Prof. Dr. Haluk Görgün, bu başarının arkasında Türk mühendisliğinin, Ar-Ge ve inovasyonun olduğunu belirterek şunları söyledi:
"2021 yılında da devam eden küresel üretim ve lojistik zincirlerinin aksaması, kısıtlamalar, jeopolitik belirsizlikler gibi tüm zorluklara rağmen Türkiye'nin ASELSAN'ı, çok sayıda milli başarıyı milletimize hediye etti. ASELSAN'ın 2021 yılı cirosu geçen yıla göre yüzde 25 büyüyerek 20,1 milyar TL'ye ulaştı. Yatırımlarıyla sürdürülebilir büyümesine devam eden ASELSAN'ın net kârı da 7,1 milyar TL oldu. Şirketimiz belirsizliklerin kendini fazlaca gösterdiği 2021 yılında 2 milyar ABD dolarının üzerinde yeni iş aldı. ASELSAN'ın bakiye siparişleri 2021 sonu itibarıyla 8,5 milyar ABD doları oldu. Satış ve üretim ağımızla küresel çaptaki etkinliğimizi hızla büyütmeye devam ettik. 2021 yılı içerisinde, bugüne kadar hiç satış yapılmamış altı yeni ülkeye daha ASELSAN ürünlerinin satışını gerçekleştirdik. Son üç yılda kullanıcımız olan ülke sayısına on yedi yeni ülke ekleyerek bu sayıyı seksene yükselttik. Başarılarımızı sürdürülebilir kılmak için ülkemizin en yetkin insan kıymetiyle çalışmaya, en iyilerle çalışarak en büyük başarıları hedeflemeye devam edeceğiz."

UV TABANLI FÜZE İKAZ SİSTEMLERİ ARTIK TAMAMEN YERLİ

Türk Silahlı Kuvvetlerinin (TSK) helikopter platformlarını IR güdümlü füze tehditlerine karşı korumak için ikaz bilgisi üreten bir elektro-optik sistem olan UV Füze İkaz Sisteminin (UV-FİS) ilk üretimleri yurt dışından teknoloji transferi ile ASELSAN'da yapılmıştı. Proje kapsamında 2007 yılından beri mühendislik iyileştirme, üretim, test ve bakım onarım faaliyetleri yürütüldü. Türk Ordusunda geniş kullanım alanı bulan sistem, Şili ordusu helikopterleri için de tercih edildi.

Sensör birimi bünyesinde bulunan bileşen ve takımların önemli bir kısmı yerli olarak üretilmesine karşın foto-dedektör ve optik filtre gibi kritik bileşenler sadece yurt dışından temin edilebilmekteydi. 2017 yılı içinde ASELSAN iç kaynakları kullanılarak kritik bileşenlere yönelik yerlileştirme çalışmaları başlatıldı. Kasım 2020'de optik filtrelerin millileştirmesi tamamlandı. Daha sonra Şubat 2022 tarihinde milli foto-dedektör takımı barındıran sensör biriminin fabrika kalifikasyonu, Haziran 2022'de Ankara-Temelli'de gerçekleştirilen helikopter uçuş testleriyle de platform kalifikasyonu tamamlandı.

TAMAMEN YERLİ VE MİLLİ OLDU

Temmuz 2022'de yüzde 100 yerli optik ve foto-dedektör takımı ile tamamen millileştirilmiş ilk füze ikaz sistemlerinin TSK'ya teslim edilmek üzere üretimleri tamamlandı. UV-FİS millileştirme çalışmaları neticesinde; UV filtre kaplaması, CMOS dedektör tasarımı ve UV Füze İkaz Sistemi tasarımı konularında önemli bir bilgi birikimi ve altyapı kazanıldı. Bu sayede tamamen milli ve özgün yapıda, uluslararası piyasada rekabet gücü yüksek yeni sistemlerin geliştirme çalışmalarına da başlandı.

HİSAR GÖREVDE

Yerli ve milli imkânlar ile geliştirilen ve 2021 yılı itibarıyla envantere giren HİSAR A+ (Alçak İrtifa Hava Savunma Füze Sistemi) ve HİSAR O+ (Orta İrtifa Hava Savunma Füze Sistemi) Sistemleri yetenekleri ile göz doldurmaya devam ediyor.

Milli Savunma Bakanlığı tarafından sosyal medya hesapları üzerinden yapılan açıklamaya göre HİSAR A+ ve HİSAR O+ Sistemleri, Kara Kuvvetleri Komutanlığı tarafından organize edilen Kara Kuvvetleri Hava Savunma Komuta Kontrol Tatbikatına aktif katılım sağladı.

Tatbikat kapsamında HİSAR A+ ve HİSAR O+ unsurları taktik kullanımda yeteneklerini bir kez daha ispatlayarak ülke hava savunmasında ciddi bir güç çarpanı olduğunu gösterdi. Sistemler için seri üretim faaliyetleri ile birlikte yeni yetenekler üzerinde çalışmalar tüm hızıyla devam ediyor.

HİSAR A+

HİSAR O+

ŞAHİN ENVANTERE GİRDİ

Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı ile ASELSAN arasında imzalanan sözleşme kapsamında Türk Silahlı Kuvvetleri için geliştirilen ŞAHİN Sisteminin kabul faaliyetleri tamamlanarak envantere kazandırıldı.

Konuyla ilgili olarak açıklama Savunma Sanayii Başkanı Prof. Dr. İsmail Demir tarafından sosyal medya hesaplarından yapıldı. Demir, "Mini/Mikro İHA'ların imhası için geliştirilen ŞAHİN 40 mm Fiziksel İmha Sistemi ilk kez envantere girdi. Kolay intikal ve kurulum özelliklerine sahip ŞAHİN, kritik tesislerin korunması, sınır güvenliği, hava savunma gibi alanlarda kullanılabilecek. Hayırlı olsun." dedi.

Döner kanatlı ve sabit kanatlı mini/mikro İHA, maket uçak tehditlerinin imha edilmesine yönelik geliştirilmiş olan ŞAHİN Sistemi; radardan bildirilen konuma yönlenme sağlayarak hedef takibi ve hedefe yönelik balistik hesaplama yapabiliyor. ŞAHİN Sistemi; kritik tesislerin korunması, sınır güvenliği, hava savunma vb. alanlarda kullanılabilecek. Bununla birlikte çekilebilir römork üzerinde bulunan ve modüler sistem mimarisine sahip olan ŞAHİN Sistemi, kolay intikal ve kurulum özelliklerine sahip.

M60T TANKLARINA MİLLİ DOKUNUŞ

M60T Tanklarına İlave Yetenek Kazandırılması (TİYK) Projesi sözleşmesi Savunma Sanayii Başkanlığı ile ASELSAN arasında imzalandı. TİYK-M60T Projesi, Kara Kuvvetleri Komutanlığı ihtiyacı doğrultusunda, tanklarda yer alan yurt dışı menşeli atış kontrol sistemi yerine Milli Atış Kontrol Sistemi VOLKAN-M Sisteminin Fırat M60T Projesi kapsamında geliştirilmesi ile başladı.

Proje kapsamında aşağıdaki alt sistemler M60T Tanklarına entegre edilecek:

- VOLKAN-M Atış Kontrol Sistemi
- Tank Komuta Kontrol Muhabere Bilgi Sistemi
- İlave zırh koruması
- Mürettebat koltukları

Tank entegrasyonları dışında aşağıda yer alan ürünler ve faaliyetler de proje kapsamına dahil edildi:

- Canlı kule eğitim maketi
- Bakım eğitimi tankına entegre edilecek Volkan-M Sistemi
- Modernize edilecek tanklara teslimat öncesi fabrika seviyesi bakım/tamir (FASBAT) gerçekleştirilmesi

Projenin ilerleyen dönemlerinde, ilgili modernizasyon projesinin Kara Kuvvetleri Komutanlığı envanterinde yer alan diğer M60T Tanklarında da yaygınlaştırılması öngörülüyor.

ASELSAN 1975 Sizlerle!

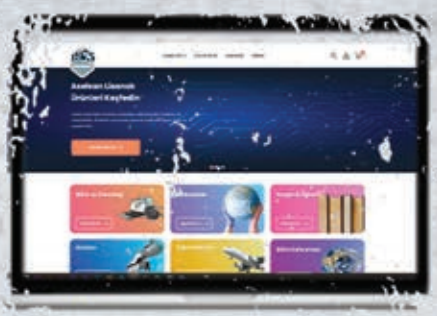
Bir mağaza

Macunköy Yerleşkesi

Farklı Koleksiyonlar

Farklı Renk Seçenekleri

7/24 Hizmetinizde



www.aselsan1975.com

Sizden Aldığımız İlhamla Sizlerle

1975 aselsan

aselsan

asildernegi.org.tr

Yapacağınız bağışlar ile

geleceğe umut, hayata değer katıyoruz.

Bağış Hesap Numaralarımız

YAPI VE KREDİ BANKASI OSTİM ŞUBESİ

Şube Kodu: 602
Hesap No: 59468139
Para Cinsi: TL
Iban No: TR13 0006 7010 0000 0059 4681 39

Şube Kodu: 602
Hesap No: 59430336
Para Cinsi: USD
Iban No: TR60 0006 7010 0000 0059 4303 36

Şube Kodu: 602
Hesap No: 59451723
Para Cinsi: EUR
Iban No: TR52 0006 7010 0000 0059 4517 23

asil
Geleceğe Umut Hayata Değer

ASELSAN SOSYAL İNOVASYON LİDERLERİ YARDIMLAŞMA DERNEĞİ