

Meteksan Savunma, Türk Silahlı Kuvvetleri ve Savunma Sanayii Başkanlığının önderliğinde edindiği bilgi, birikim ve tecrübeyi kullanarak ve başta iştiraki olduğu Bilkent Üniversitesi olmak üzere, üniversite-sanayi iş birliğini sağlayarak MMU'nun ihtiyacı olan çözümleri sunmak için görev almaya hazır.



© Türk Havacılık ve Uzay Sanayii

# Meteksan Savunma, Özgün ve Yenilikçi Çözümleri ile Milli Muharip Uçak'a Katkı Vermeye Hazır

Dünyada ve Türkiye'de, hava kuvvetlerinin birinci gündem maddesinde, yeni nesil savaş uçakları bulunuyor. Türkiye, Milli Muharip Uçak (MMU) projesi ile bu alandaki iddiasını ortaya koyuyor. Bu büyük ve iddialı proje, sektörün, bileşen ve malzeme seviyesine de inerek özgün çözümler sağlamasını gerektiriyor. Kuruluşundan itibaren, Türkiye'de, yenilikçi alanlarda, fark yaratan çözümler ortaya koyma hedefiyle faaliyetlerini sürdüren Meteksan Savunma, MMU'ya, bir dizi alanda katkı vermeye hazır.

Harun SOLMAZ / [hsolmaz@meteksan.com](mailto:hsolmaz@meteksan.com)  
Haberleşme Sistemleri İş Geliştirme Direktörü, Meteksan Savunma  
K. Burak CODUR / [b.codur@savunmahaber.com](mailto:b.codur@savunmahaber.com)

**MMU**, teknolojik zorlukları açısından bakıldığında, Türkiye'nin, bugüne dek giriştiği en iddialı proje olarak görülebilir.

Böyle olağanüstü bir proje, katkı verecek tüm tarafların da bilindik süreçlerin dışına çıkmasını gerektiriyor. Meteksan Savunma Genel Müdürü Selçuk Kerem Alparslan, projeye yaklaşımları ile ilgili şunları söylüyor: "Ülkemiz havacılık tarihinin en önemli adımlarından olan ve sektörümüzü bir üst kademeye taşıması beklenen MMU Projesi, Meteksan Savunma için de önem ve öncelik arz eden bir konumda. Silahlı Kuvvetlerimizin ve Savunma Sanayii Başkanlığımızın önderliğinde edindiğimiz bilgi, birikim ve tecrübeyi kullanarak ve başta iştiraki olduğumuz Bilkent Üniversitesi olmak üzere, üniversite-sanayi iş birliğini sağlayarak MMU'nun ihtiyacı olan çözümleri sunmak için görev alma azim ve arzusundayız. Türkiye'nin teknoloji birikimine katkıda bulunan ve bu katkıları MMU projesinde de vermeye hazırlanan tarafların, çalışmalarına, resmi görevlendirmeyi de beklemeden başlaması gerektiğini değerlendiriyoruz.

Biz de çalışmalarımıza, bu doğrultuda, çok önceden başladık. Proje hakkında bilinenleri, dünyadaki gelişmelerle birleştirerek, katkı verebileceğimiz alanları belirledik."



Meteksan Savunma  
Genel Müdürü Selçuk  
Kerem Alparslan

## Yeni Nesil Savaş Uçağı

Projenin bazı ayrıntıları henüz kesinleşmemiş ya da kamuoyu ile paylaşılmamış olsa da MMU'da gündeme gelebilecek sistem ve teknolojiler, dünyadaki örneklerine bakarak öngörülebilir. Bu örnekler arasında, havacılıkla ilgilenen hemen herkesin yakından tanıdığı iki platform olan; F-22 ve F-35 uçakları da yer alıyor. ABD'nin, F-22 ve F-35'i, 5'inci nesil savaş uçakları olarak tanımlaması ile dünya savaş uçağı pazarında, bir "nesil savaşı" çıktığını öne sürmek yanlış



F-35, birçok ülkenin envanterine alacağı ilk 5'inci nesil savaş uçağı özelliğini taşıyor.

olmayacak. ABD, F-22 ve F-35'in, dünya üzerindeki tek gerçek 5'inci nesil savaş uçakları olduğunu iddia ederken, rakipleri de kendi çözümlerinin avantajlarını ön plana çıkartan karşı iddialarda bulunuyorlar. Yine de nesil savaşlarına girmeden, "Yeni nesil savaş uçaklarının özellikleri ve kabiliyetleri neler olmalı?" sorusunun cevabını araştırmak mümkün. NATO JAPCC (Joint Air Power Competence Centre / Hava Gücü Mükemmeliyet Merkezi)'nin yayını olan "The Journal of the JAPCC" de yayınlanan bir makalede, 5'inci nesil savaş uçakları, şöyle tanımlanıyor: "5'inci nesil savaş uçağı, yüksek kabiliyetli hava ve satih tehditlerinin bulunduğu yoğun muharebe ortamında, etkin bir şekilde görev yapabilir. Bu yeteneğini, öngörülebilir bir gelecekte de muhafaza eder". [1] Makalede, bu uçakların özellikleri ise şöyle sıralanıyor:

- Multi-spektral düşük görünürlüğe sahip tasarım,
- Karşı tarafın uçağı tespit etmesini, izlemesini ve angaje olmasını engelleyecek ya da geciktirecek kendini koruma ve radar karıştırma yetenekleri,
- Uçağın algılayıcılarından ve diğer unsurlardan gelen veriyi otonom olarak birleştiren ve önceliklendiren; pilota, muharebe sahasının doğru ve gerçek zamanlı bir resmini gösteren; görev sonrasında da verinin indirilmesini sağlayan entegre aviyonik sistem,
- Uçağın durumunu, gerçek zamanlı olarak izleyen ve oluşan hataları rapor eden sistem,
- Karşı tarafın karıştırma, engelleme ve aldatma girişimlerinden etkilenmeyen; muhabere, seyrüsefer ve tanıma sistemleri,
- Uçakları birbirine bağlayan ve veri paylaşımına olanak sağlayan, yüksek güvenilirliğe sahip veri bağı (data link),
- Uçak genelindeki sistemlerin; uçağın etkinliğini ve hayatta kalma kabiliyetini arttıracak, pilotun da karar verme süreçlerini kolaylaştıracak şekilde entegre edilmesi; pilotun, uçağın alt sistemlerini yönetmek yerine görevi yönetmesi.

Yine, Amerikan Hava Kuvvetleri kaynaklı başka bir makale, 5'inci nesil savaş uçaklarının özellikleri arasında, art yanma olmadan ses üstü hızlarda seyir yapabilmeyi de eklenebileceğini belirtiyor. [2]

Hem F-22 hem de F-35'in tasarımcısı ve üreticisi Lockheed Martin, bu uçakların öne çıkan özelliklerini, şöyle sıralıyor:

- Çok düşük tespit edilebilirlik
  - Entegre sensör füzyonu
  - Ağ destekli operasyon
  - Gelişmiş bakım-idame
  - Art yanma olmadan ses üstü hızlarda seyir
- Farnborough 2018 fuarında, İngiltere'nin yeni nesil savaş uçağı konsepti olarak lansmanı yapılan TEMPEST ise kabiliyet, esneklik, ağa bağlılık, güncellenebilirlik ve maliyet-etkinlik konularını öne çıkartıyor [3]:

- Kabiliyet başlığı altında; görev yükü, menzil, hız ve manevra kabiliyeti gündeme geliyor. Lazer silahları ve İHA sürüleri gibi geleceğin silahlarına da bu başlık altında yer veriliyor.

F-22, ABD tarafından, ilk 5'inci nesil savaş uçağı olarak nitelendiriliyor.



- Esneklik başlığı altında; farklı görevleri yerine getirme, yeni sistemlerin platforma kolayca entegre edilmesi, ölçeklenebilir otonomi konuları geçiyor.
- Ağa bağlılık başlığı altında; tüm unsurlarla ağ bağlantısının yanı sıra sanal gerçekliğin kullanıldığı kokpit kavramı ön plana çıkıyor.
- Güncellenebilirlik başlığı altında, üretim teknolojilerindeki gelişmelere yer veriliyor.
- Maliyet-etkinlik başlığı altında ise bakım, onarım ve eğitim gibi yer operasyonlarındaki yeniliklere değiniliyor.

## Ağ Destekli Harekâtın Altyapısı Hazır

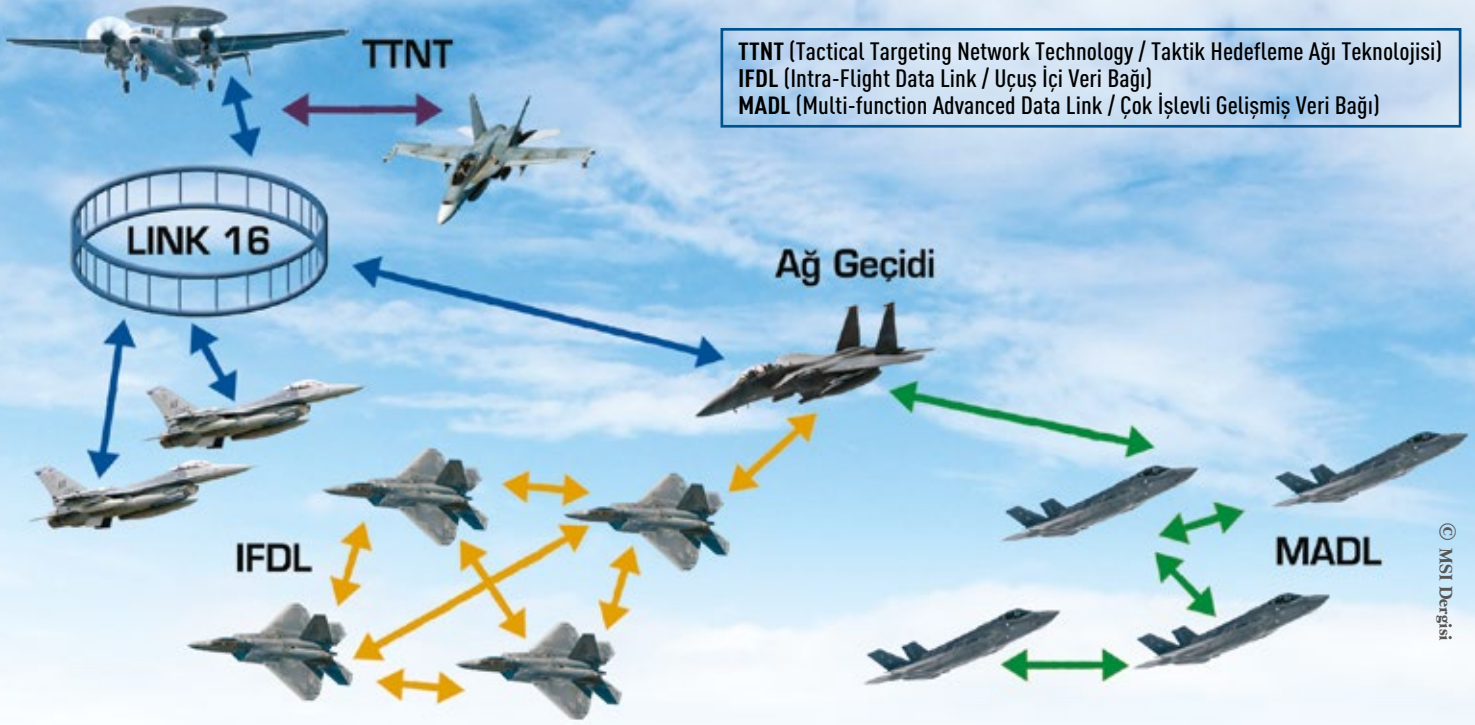
Yeni nesil savaş uçaklarının en kritik yeteneklerinden biri, ağ destekli harekât icra edebilmeleri olacak. Bu konunun, iki boyutu bulunuyor:

1. Yeni nesil uçaklar, hem kendi algılayıcılarının elde ettiği bilgileri hem de diğer unsurlardan gelen bilgileri birleştirerek muharebe sahasının net bir fotoğrafını oluşturabilecekler. Bunun için; bütün kara, deniz ve hava unsurlarının bağlanabildiği ve veri iletişimi gerçekleştirebildiği bir haberleşme ağının kurulması gerekiyor.
2. Özellikle düşük görünürlüğün ön planda olduğu görevlerde, sadece yeni nesil uçakların yer aldığı ve uçuş kolu ile sınırlı bir haberleşme ağ yapısının gündeme geliyor. Ağ içerisindeki iletişimin menzili daha kısa oluyor ve iletişim sadece belirli yönlerde yapılıyor. Böylece, bu ağın karşı tarafça tespiti ve dinlenmesi çok daha güçleşiyor ve havadaki iletişime rağmen, uçuş kolunun görünmezliği bozulmuyor. Kol içi veri bağı, F-22'de IFDL (Intra-Flight Data Link / Uçuş İçi Veri Bağı), F-35'te ise MADL (Multi-function Advanced Data Link / Çok İşlevli Gelişmiş Veri Bağı) ile sağlanıyor.

Konunun ilk boyutu olan, tüm unsurların yer aldığı ağ, silahlı kuvvetler genelinde kullanılan bir data linkin varlığını gerektiriyor. Bu data link için Türkiye'nin gündeminde olan proje ise Milli Taktik Data Link Projesi.

Silahlı kuvvetler genelinde bir data link olması planlanan Milli Taktik Data Link'e giden yolda, Meteksan Savunma, görev aldığı çok sayıda projeden edindiği önemli bir birikime sahip:

- OMTAS ve UMTAS tanksavar füzelerinin veri bağları, Meteksan Savunma tarafından geliştirildi ve başarıyla kullanıma alındı.
- HİSAR-A ve HİSAR-O hava savunma sistemlerindeki füze veri bağları da Meteksan Savunma tarafından geliştirildi. Bu veri bağları, testlerde, başarıyla görev yapıyor. OMTAS ve UMTAS'ın veri bağlarından farklı olarak, HİSAR füzelerinin veri bağları, aynı anda birden çok füzenin kontrol edilebilmesine imkân tanıyor.
- Meteksan Savunma, Milli Taktik Data Link'e en yakın kabiliyeti, KEMENT projesi ile SOM seyir füzesine kazandırdı. KEMENT, ağ destekli harekât konseptlerine uygun olarak, SOM'un, uzun mesafelerde ve birden çok unsur ile iletişim kurabilmesini sağlıyor.



TTNT (Tactical Targeting Network Technology / Taktik Hedefleme Ağı Teknolojisi)  
 IFDL (Intra-Flight Data Link / Uçuş İçi Veri Bağı)  
 MADL (Multi-function Advanced Data Link / Çok İşlevli Gelişmiş Veri Bağı)

© MSI Dergisi

DARPA'nın DyNAMO projesi için hazırladığı bu şekilde, F-22 ve F-35'in kol içi data linklerinin, silahlı kuvvetler geneli ağlara nasıl entegre edilebileceği gösteriliyor.



Alparslan, Meteksan Savunma'nın bu alandaki yetenekleri ile ilgili şunları söylüyor: "OMTAS ve UMTAS ile başlayıp son olarak KEMENT ile gelişen süreçte, Meteksan Savunma, Türkiye'nin teknoloji çitasını yükseltmek üzere

bu sistemleri, aşama aşama, özgün olarak geliştirdi. Diğer projelerimizde olduğu gibi, bu çalışmalarımızda da sadece kendi faaliyet alanlarımıza eğildik ve bunların dışındaki tüm konularda, paydaşlarımızla çalıştık. Böylece, bu süreçte bir ekosistem de yarattık." Meteksan Savunma, başarıyla tamamladığı projelerden elde ettiği birikim, tecrübe ve oluşturduğu ekosistem ile Milli Data Link

**OMTAS ve UMTAS tanksavar füzelerinin veri bağları, Meteksan Savunma tarafından geliştirildi ve başarıyla kullanıma alındı.**

projesinin de önde gelen ana yüklenici adayı konumunda bulunuyor. MMU'nun da bu projede geliştirilecek, silahlı kuvvetler geneli data linke dahil olması bekleniyor.

## Özel Uçaklara Özel Data Link

Meteksan Savunma, kol içi veri bağı konusuna, görünmezlik gereksinimlerinin ötesinde bir anlayışla yaklaşıyor.

**Meteksan Savunma, Milli Taktik Data Link'e en yakın kabiliyeti, KEMENT projesi ile SOM seyir füzesine kazandırdı.**



Muharip platformlarda kullanılan sensör ve algılayıcı sistemlerinin giderek gelişmesi ve bu doğrultuda, ürettikleri verinin de hacminin artması, veri iletiminde, daha yüksek bant genişliklerini gündeme getiriyor. Silahlı kuvvetler genelindeki ağlarda, bu yüksek bant genişliklerine ulaşmak için 5G ve benzeri, yenilikçi teknolojiler gerekiyor.

Daha az sayıda platformu kapsayacak özel ağlar ile yüksek bant genişliklerine ve veri iletim hızlarına ulaşılabileceğini ve ilgili ihtiyacın karşılanabileceğini değerlendiren Meteksan Savunma; hava platformlarının görünmezlik gereksinimlerini de dikkate alarak kol içi veri bağı çözümü üzerinde çalışıyor. Meteksan Savunma'nın üzerinde çalıştığı çözüm, şu özelliklere sahip olacak:

- Bir uçuş kolunun taktik formasyonunu içeren kapsama alanı,
- Uçaklar manevra yaparken de ağ bağlantısının devam etmesini sağlayacak çoklu anten yerleşimi,
- Mevcut haberleşme sistemlerinden farklı olarak üst frekanslarda çalışabilme,
- Bir uçuş koluna katılım ve uçuş kolundan ayrılmayı ele alabilen ağ topolojisi ve dinamik ağ yönetimi,
- Zaman senkronizasyonunu özel bir algoritma ile sağlama kabiliyeti,
- Yönlü ve düşük tespit olasılıklı veri iletimi,



Farnborough 2018 fuarında, İngiltere'nin yeni nesil savaş uçağı konsepti olarak lansmanı yapılan TEMPEST; kabiliyet, esneklik, ağı bağlılık, güncellenebilirlik ve maliyet-etkinlik konularını öne çıkartıyor.



- Modern uygulamaların gerektirdiği yüksek veri iletim hızı,
- Milli kriptoloji, frekans atlama ve spektruma yayma. Alparılan, birikimlerinin, kol içi veri bağı geliştirilmesi alanında, daha da önemli hale geldiğini vurguluyor: "Kol içi veri bağı, 5G teknolojilerine de paralel olarak Türkiye'nin henüz sahip olmadığı bir teknoloji. Bu teknolojinin, ihtiyaç duyulan zamana yetiştirilmesi ve bunun maliyet-etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi, önemli bir birikim ve altyapı gerektiriyor. Meteksan Savunma ve ekosistemi, bu birikime ve altyapıya sahip."

Meteksan Savunma'nın ekosisteminde, bu alanda öne çıkan kozlarından biri de üniversite-sanayi iş birliği. Haberleşme teknolojileri konusunda, Bilkent Üniversitesi ile iş birliği yapan Meteksan Savunma, öğretim üyelerinin geliştirdiği öncü teknolojilerden de yararlanıyor. Bu teknolojilerin önemi ve değerini gösteren bir gelişme, Temmuz ayında yaşandı. 26 Temmuz'da gerçekleştirilen törende, Huawei, 5G çalışmalarında Polar Kodlama Yöntemi'ni kullandığı Bilkent Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi ve Meteksan Savunma Yönetim Kurulu Üyesi Prof. Dr. Erdal Arıkan'a, üzerinde "Polar Kodlamanın Babası" yazılı altın bir plaket takdim etti. Meteksan Savunma, çalışmalarında, Prof. Dr. Arıkan ile de iş birliği yapıyor.

## Bağımsızlık, Anten ile Başlıyor

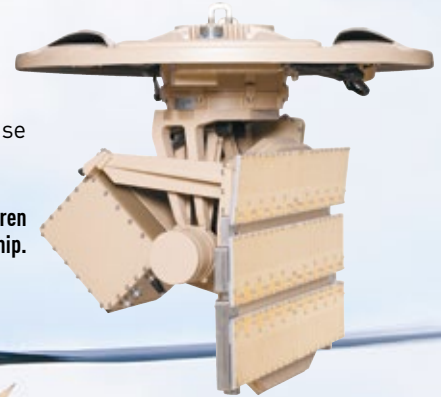
Gerek silahlı kuvvetler genelindeki data link gerekse kol içi veri bağı, uçak üzerinde çeşitli antenlerin entegrasyonunu gerektiriyor. Uçağın düşük görünürlük özelliğinin azalmaması için de bu antenlerin, gövdenin

dış hatları ile uyumlu (conformal) bir şekilde entegre edilmesi gerekiyor. Meteksan Savunma, bu konuda da tecrübeye sahip. Firma, füze ve mühimmat sistemlerinde; çözüm sunmuş olduğu veri bağları ve radar altimetrelere başta olmak üzere konum, yönlendirme ve güdüm amaçlı kullanılan alt sistemler için farklı tipte conformal antenleri tasarlayıp üreterek kullanıma sunmuş durumda. Bir savaş uçağına göre daha kısıtlı bir hacme sahip füze sistemlerinde dış hatları ile uyumlu anten entegrasyonlarını tamamlayan Meteksan Savunma, MMU'da da benzeri bir entegrasyonu yapabilecek birikime ve tecrübeye sahip.

Alparılan, anten ve yerleşimi ile ilgili farklı bir noktaya dikkat çekiyor: "Bu tür antenler, yurt dışından alabileceğiniz bileşenler değil. Çünkü antenin tasarımı, uçağın dış geometrik formuna göre değişiyor ve siz ancak bu geometri bilgisini paylaşırsanız böyle bir anteni tasarlayabilirsiniz. O yüzden bu işin; bilgili, tecrübeli ve milli bir firma tarafından yapılması gerekiyor."

## Seyrüsefer için Olgun Çözümler

Meteksan Savunma'nın radar altimetre ürün ailesi ve Otomatik Kalkış ve İniş Sistemi (OKİS), MMU'da kendilerine yer bulabilecek diğer ürünleri. Firma, yakın zamanda, radar altimetre ürün ailesini, 5.000 ft'e kadar veri üretebilen bir modelle genişletti. MMU için gereksinim ise 35.000 ft.



Taarruz helikopterlerinde atış kontrol radarı olarak kullanılan Helikopter MİLDAR'ı geliştiren Meteksan Savunma, milimetre dalga bandında çalışan radarlar konusunda önemli bir tecrübeye sahip.



© United Aircraft Corporation



Rusya, yeni nesil savaş uçağı yarışına, Su-57 ile katılıyor.

Çin'in yeni nesil savaş uçakları rekabetindeki kozu J-20.



© Alert5 via Wikimedia Commons

Meteksan Savunma, böyle bir radar altimetrenin mimari tasarımını, şimdiden tamamlamış durumda.

OKİS ise özellikle MMU'nun, ana üsler dışında gerçekleştireceği operasyonlarda, önemli bir destek unsuru olarak gündeme gelebilecek.

Meteksan Savunma, füze ve güdümlü mühimmatlar için karıştırmaya karşı duyarlı Küresel Konumlama Sistemi (GPS)

Alıcı Sistemi'nin tasarım çalışmalarını da

tamamlamak üzere. Firma, ilgili altyapının anten ve alıcı kısmını da içerecek şekilde MMU'ya uyumlandırılarak kullanılabilirliğini değerlendiriyor.

Bunların yanı sıra Meteksan Savunma, entegre seyrüsefer ve haberleşme sistemlerinin

**Meteksan Savunma'nın radar altimetre ürün ailesi, MMU'da kendisine yer bulabilecek bir diğer ürün olarak öne çıkıyor.**

diğer alt sistemlerinde de katkı verecek birikime sahip. Alparslan, bu çalışmalarının MMU'ya yansımaları ile ilgili şunları kaydetti: "Seyrüsefer ve haberleşme alanında oluşturduğumuz ürünlerimiz, özgün ve milli çözümlerdir ve ülkemizi dışa bağımlıktan kurtarmıştır. Halihazırda hava-hava ve hava-yer füze ve mühimmat sistemleri için gerek haberleşme ve gerekse seyrüsefer sistem ihtiyaçlarına yönelik projelerimiz devam ediyor ve ürün gamımızı her geçen gün genişletiyoruz. Elde edilen bu bilgi ve birikimi MMU alt sistemi olan ICNI (Integrated Communications Navigation Identification / Entegre Muhabere Seyrüsefer Tanıma) sistemine taşımak, en öncelikli hedeflerimiz arasında."

## Radarda İş Birliğine Hazırız

Meteksan Savunma'nın MMU'da katkı verebileceği bir diğer kritik sistem, uçağın radarı. Firma, milimetre dalga bandında çalışan radarlar konusunda önemli bir tecrübeye sahip. MİLDAR projesi ile başlayan süreçte, Meteksan Savunma:

- Taarruz helikopterlerinde atış kontrol radarı olarak kullanılan Helikopter MİLDAR'ı,
- Özellikle insansız hava araçları için kalkış ve iniş desteği sağlayan OKİS'i ve
- Sentetik açıklık (SAR) ve hareketli hedef tespit (GMTI) radarı olan MİLSAR'ı geliştirdi.

Meteksan Savunma aynı zamanda "Milimetre Dalga Bandında Çalışan GaN Temelli Yüksek Performanslı Tümlüşük Devre



MİLDAR projesi ile başlayan süreçte, Meteksan Savunma, insansız hava araçları için kalkış ve iniş desteği sağlayan OKİS'i de geliştirdi



Geliştirme Projesi” (MOGAN) kapsamında ise NANOTAM ile birlikte çip geliştiriyor ve komponent seviyesinde yurtdışı bağımlılığımızı azaltmak için faaliyetlerini sürdürüyor. Alparslan, radar konusunda yapabilecekleri ile ilgili, şunları söyledi: “40 GHz’e kadar olan RF sistem, alt sistem, ekipman ve teçhizat tasarım, üretim, test ve entegrasyon kabiliyetimizi; radar, seyrüsefer, haberleşme, kendini koruma gibi sistemlere aktarma hazırız. Radar konusunda önemli bir birikime sahibiz ve bu birikimi, ilgili firmalarla iş birliği halinde projeye aktarabileceğimizi değerlendiriyoruz.”

## Yeni Fırsatlar

Meteksan Savunma, MMU projesi için gündeme gelebilecek farklı alt sistemlerle ilgili gelişmeleri ve teknolojileri de yakından takip ediyor:

- Uçak alt sistemlerinin durumunu gerçek zamanlı olarak takip edip, arızaları ya da yakın zamanda ortaya çıkabilecek arızaları raporlayan durum yönetim sistemi (Health Management System), Meteksan Savunma'nın gündeminde yer alıyor.
- Meteksan Savunma, lazer teknolojileri konusunda, farklı projeler yürütüyor. Firma, bu projelerde geliştirilen teknolojileri, ihtiyaç olduğunda, MMU için de uygulamaya hazır.
- Meteksan Savunma, tüm çalışmalarında olduğu gibi, MMU'ya yönelik planlarını da uçağın ömür devrini göz önüne alarak yapıyor. Bu kapsamda, entegre lojistik destek konusunu da gündemde tutuyor.

Meteksan Savunma'nın MMU için sağlayabileceği çözümlerin bir bölümü, HÜRJET için de gündeme gelebilir.

Bu nedenle firma, Türk Havaçılık ve Uzay Sanayii'nin HÜRJET'in alt sistemlerini seçme süreçlerini, yakından takip ediyor. ◆

### KAYNAKÇA

- [1] Major General Jeff Harrigan, USA AF, Colonel Max Marosko, USA AF, “Fifth Generation Air Combat - Maintaining the Joint Force Advantage”, *The Journal of the JAPCC*, Sayı 24 (Bahar/Yaz 2017)
- [2] Jeffrey Hood, 633rd Air Base Wing Public Affairs, “Defining the 5th Generation Fighter Jet”, March 14, 2017, <https://www.jble.af.mil/News/Commentaries/Display/Article/1112351/defining-the-5th-generation-fighter-jet/> (21/11/2018 tarihinde erişildi.)
- [3] <https://www.baesystems.com/en/feature/the-future-of-combat-air> (21/11/2018 tarihinde erişildi.)