



# Türkiye'nin Teknoloji Atılımları

Dr. Özlem Kılıç Ekici [ TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi

Ülkemizde “Milli Teknoloji Hamlesi” hedefleri doğrultusunda ve teknoloji üreten ülke olma yolunda çok önemli bilimsel projeler ve teknoloji geliştirme çalışmaları gerçekleştiriliyor. TÜBİTAK da, tüm araştırma enstitüleri ve diğer birimleriyle, ülkemizin her yönden kalkınmasını hedefleyen bu yenilikçi teknoloji geliştirme ve bilimsel bilgi üretme çalışmalarına her türlü desteği sağlamaya; hayal eden, araştıran, sorgulayan ve pes etmeden üretmeye devam eden herkesin özellikle de geleceğimizin teminatı olan gençlerin yanında olmaya devam ediyor. Ayrıca, her yıl düzenlenen, 2018’den beri ise Türkiye’nin uluslararası arenada ses getiren Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali TEKNOFEST ile bütünleştirilen TÜBİTAK yarışmaları ve etkinliklerinde de ülkemizin teknoloji üretme hedeflerine ve bu hedefler için ihtiyaç duyulan nitelikli insan kaynaklarının gelişimine katkı sağlanması amaçlanıyor.

Biz de bu sayımızda ülkemizin önemli teknoloji atılımlarından oluşan ve bazıları daha önceki sayılarımızda yayımlanan yazılardan derlenen bir seçki hazırlayarak okurlarımızın bilimsel farkındalığını artırmayı ve ülkemiz gençlerine geleceğin teknoloji üreten dünya devleri arasındaki yerlerini alabileceklerini bir kez daha hatırlatmak istedik.



## COVID-19'a Karşı Yerli Aşı Çalışmaları

11 Mart 2020 tarihinde, Dünya Sağlık Örgütü COVID-19'u pandemi ilan ettiği gün, ülkemizde de ilk vaka görüldü. 26 Mart 2020'de TÜBİTAK COVID-19 mücadelesinde mevcut desteklerine ek olarak özel bir hızlı destek çağrısına çıktı. Ülkemizdeki bilim insanları tarafından Mart 2020'den itibaren başlayan ve hâlâ başarıyla devam eden COVID-19'a karşı yerli aşı ve ilaç geliştirme çalışmaları nihayet meyvelerini vermeye başladı.

Erciyes Üniversitesi Aşı Araştırma, Geliştirme ve Uygulama Merkezinde COVID-19'a karşı geliştirilen ve T.C. Sağlık Bakanlığı ile Türkiye Sağlık Enstitüleri Başkanlığı tarafından desteklenen proje kapsamında Prof. Dr. Aykut Özdarendeli ve ekibinin yoğun çalışmalar neticesinde geliştirdikleri yerli inaktif COVID-19 aşısı TURKOVAC için acil kullanım onayı alındı. Şanlıurfa Organize Sanayi Bölgesi'ndeki üretim tesisinde seri üretimine başlanan yerli aşımız tüm ülke genelinde kullanılmaya başlandı.

Ülkemizde ve dünyada COVID-19 ile ilgili bir araya getirilen güncel verilere ek olarak tedavi ve aşı çalışmaları hakkında bilgi ve gelişmelerin yer aldığı, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı himayelerinde, TÜBİTAK MAM Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsünün koordinasyonunda COVID-19 Platformu kuruldu. Bu platform çatısı altında 32 üniversiteden 118 araştırmacı, 8 özel sektör kuruluşundan 38 araştırmacı, 9 kamu Ar-Ge biriminden 67 araştırmacı, 167'si STAR bursiyeri olmak üzere 213 bursiyer COVID-19'a karşı ülkemizde yürütülen aşı ve ilaç araştırmalarında yer alıyor.

Prof. Dr. Mayda Gürsel'in, ODTÜ, Bilkent ve Hacettepe Üniversitelerinden öğretim üyeleri ve öğrencilerle birlikte çalışmalarını sürdürdükleri, TÜBİTAK COVID-19 Türkiye Platformu kapsamında olan ve TÜBİTAK tarafından desteklenen virüs benzeri parçacıklara dayanan yenilikçi aşı projesinde Faz 2 çalışmalarında büyük ilerleme kaydedildi. Bu aşı adayımız, VLP temelli aşı kategorisinde insan denemelerine geçen dünyadaki dördüncü aşı olmasıyla ve Dünya Sağlık Örgütü'nün listesine girmesiyle COVID-19 literatüründe yerini aldı.

Ülke genelinde farklı kurumlardan ve üniversitelerden birçok araştırmacı güçlerini birleştirerek, COVID-19'a karşı yerli aşı geliştirme süreçlerini ve sonuçlarını şeffaf bir şekilde hem birbirleriyle hem de toplumla paylaşarak çalışmalarını hız kesmeden sürdürüyorlar. Bu

kapsamda inaktif aşı, adenovirüs aşısı, virüs benzeri parçacıklara dayanan aşı, dünyada ilk kez geliştirilen ASC zerrecik teknolojisine dayalı rekombinant aşı adayı, DNA aşısı, mRNA aşısı, rekombinant spike proteini aşısı gibi aşı çalışmalarından başarı öykülerini duymaya devam ediyoruz.

## Yosunlardan Jet Yakıtı Üreten Karbon Negatif Biyorafineri Tesisi

Biyoeкономи Odaklı Kalkınma İçin Entegre Biyorafineri Konsepti Projesi (INDEPENDENT) kapsamında hayata geçirilen, alg (yosun) biyokütlesinden jet yakıtı elde etmek için tasarlanan karbon negatif biyorafineri tesisi Boğaziçi Üniversitesi'nin Kilyos'taki Sarıtepe Yerleşkesi'nde açıldı. INDEPENDENT Projesi, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti mali işbirliği çerçevesinde finanse edilen ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yürütülen Rekabetçi Sektörler Programı kapsamında gerçekleştiriliyor.

Kara ve denizde kurulacak alg üretim reaktörlerinde yetiştirilecek mikro ve makroalglerden insan gıda takviyesi ürünleri, farmasötik özellik gösteren bileşenler, hayvan yemi uygulamaları, organik gübre ve biyoyakıtlar geliştirilmesi planlanıyor. Sıfır atık hedefli tesis, tam kapasite çalışmaya başladığında Türkiye ve Avrupa'nın ilk

karbon-negatif entegre biyofinerisi olma özelliğini taşıyacak. Tesisin elektrik ihtiyacının tamamı rüzgâr enerjisi santralinden karşılanacak.

İstanbul Mikroyosun Biyoteknolojileri Araştırma ve Geliştirme Birimi (İMBİYOTAB) çatısı altında sıfır atık hedefli, karbon-negatif, entegre bir biyofineri sistemi olarak tasarlanan proje kapsamında kurulacak 2500 m<sup>2</sup>lik tesiste yıllık yaklaşık 1.200 tonluk ıslak alg kütlesi işlenirken başta gıda, enerji, çevre ve sağlık sektörleri olmak üzere bir çok farklı sektörde faaliyet gösteren KOBİ'lere danışmanlık, proje geliştirme, teknoloji transferi, test ve analiz hizmetleri verebilecek, istihdam yaratılacak ve sektör gelişimi sağlanacak.

Proje kapsamında, Türkiye'nin temel sıkıntılarından ve başlıca cari açık kaynaklarından enerji ve sağlık başta olmak üzere gıda, tarım, hayvancılık ve çevre sektörlerine yönelik bioekonomi odaklı bir büyüme modeline dayanan ürün

ve teknolojilerin entegre bir üretim modeliyle fosil kaynaklara bağlı olmadan tamamen alg tabanlı doğal kaynaklardan elde edilmesi amaçlanıyor.

## Robot Göz

TÜBİTAK Raylı Ulaşım Teknolojileri Enstitüsü (RUTE) tarafından İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi (İGDAŞ) için hatlardaki doğal gaz kaçaklarını saptayacak bir robot geliştirildi. Türk mühendisler tarafından geliştirilen boru içi denetleme robotuna "Robot Göz" adı verildi. Böylece Türkiye, Amerika Birleşik Devletleri'nden sonra kendi denetim robotunu geliştiren ikinci ülke oldu.

TÜBİTAK RUTE tarafından geliştirilen yılan şeklindeki robot, şehir hatlarında dolaşmasına imkân veren dokuz adet modülden oluşuyor. Bu modüller üzerinde 24 adet elektrik motoru, 900 adet

sensör, 247 adet elektronik kart ve üç adet mikrobilgisayar bulunuyor.

Robot Göz, sahip olduğu manyetik akı kaçağı sensörü ve lazer destekli şekil bozukluğu tespit sensörleri ile boru hattını hassas bir şekilde denetleyebiliyor. Örneğin şekil bozukluğu sensörü, yansıttığı lazer ışığındaki değişimi ölçerek şekil bozukluklarını ve borunun iç yüzeyindeki kusurları tespit edebiliyor. Manyetik akı kaçağı sensörü ise x, y ve z eksenlerinde dizilmiş 900 adet alan etkili sensörü ile borunun hem iç hem de dış yüzeyindeki metal kayıplarını milimetrik hassasiyetle tarayabiliyor. Robotun boru içerisindeki ilerleyişi ise kablosuz bir şekilde operatör tarafından kontrol edilerek yarı otonom bir şekilde gerçekleşiyor.

Robot, hasar tespitini yaparken öncelikle dolaştığı hattın x, y, z koordinatlarında haritasını oluşturuyor ve bu harita üzerinde tespit ettiği kusurları işaretliyor. Aynı zamanda AGM adı verilen "yer üstü işaretleyicilerinden" referans değerleri olarak oluşturduğu haritanın doğruluğunu artırıyor. Yeryüzünden takip edilebilecek düşük frekanslarda radyo dalgası yayarak da hasarın yerini belli ediyor.



Bu şekilde robot, kazı çalışması yapılmasının güç olduğu ve çevresel etkilerinin fazla olduğu otoyol güzergâhı gibi kritik bölgelerin analizine imkân sağlamanın yanı sıra müsait olan daha uzak bir bölgeden başka bir robotun hatta alınmasına ve doğru müdahalenin yapılmasına da yardımcı oluyor.

Robotun haberleşme altyapı testleri, 2,4 km uzunluğunda ve 30 cm çapındaki bir doğal gaz boru hattında yapıldı. Üzerinde 42 dirsek ve üç özel geçiş bulunan bu zorlu boru hattında uçtan uca görüntü aktarımı başarılı bir şekilde sağlandı ve robottan sağlıklı bir şekilde veri alındı. Canlı hatta ve basınç altında, doğal gaz akışından bağımsız hareket etme kabiliyetine sahip olan Robot Göz, İGDAŞ'ın denetlenebilir en uzun hattı olan toplam 545 km uzunluğundaki 30 cm ve 40 cm çapa sahip boru hatlarında kullanılabilir.

## İlk Milli ve Yerli Atomik Saat

TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME), konumlama uydularında kullanılmak üzere yerli ve milli laboratuvar tipi Rubidyum tabanlı bir atomik saat geliştirdi. Üretilen atomik saatin öncelikle uzay ortamına uygun bir hale dönüştürülmesi, ardından da uzaya gönderilerek gerçek uzay ortamında test edilmesi gerçekleştirilecek.

Ayrıca geliştirilecek optik atomik saatlerle birlikte ülkemizin ulusal zaman ölçeğinin mevcut doğruluğu yüz kattan fazla artırılmış olacak. Optik saat kullanımının başta saniyenin ve temel fiziksel sabitlerin yeniden tanımlanması olmak üzere konumlama (navigasyon), hızlı haberleşme, elektronik imza, yeni nesil radar sistemleri, mühendislik ürünlerinin geliştirilmesi, relativistik jeodezi, kuantum bilgisayar ve benzeri pek çok alanda yeniliğe öncü olacağı öngörülmüyor.

## Millî Gemi Projesi MİLGEM

Deniz Kuvvetleri Komutanlığı tarafından yönetilen ve TÜBİTAK BİLGEM'in bilişim ve yazılım alanındaki katkılarıyla geliştirilen projede, keşif, gözetleme, erken uyarı, denizaltı karşıtı savaş, yüzeyden yüzeye savaş, yüzeyden havaya savaş ve amfibi operasyonlar dâhil olmak üzere bir dizi görevde kullanılabilir çok amaçlı korvet ve fırkateynler geliştiriliyor.

STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret AŞ'nin, ana alt yüklenicilerinden biri olduğu MİLGEM Ada Sınıfı Korvet Projesi kapsamında ilk gemi olan TCG Heybeliada (F-511) 2011'de, ikinci gemi



TCG Büyükkada (F-512) 2013'te, üçüncü gemi TCG Burgazada (F-513) 2018'de, dördüncü gemi TCG Kınalıada (F-514) ise 2019'da Deniz Kuvvetleri Komutanlığına teslim edilmişti. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından Deniz Kuvvetleri Komutanlığına kazandırılacak İ sınıfı fırkateynlerin ilki olan İstanbul Fırkateyni (F-515) ise 23 Ocak 2021'de denize indirildi. İstanbul Fırkateyni, gelişmiş hava savunma ve su üstü harbi, denizaltı savunma harbi ve karakol faaliyetlerini yerine getirecek. Bu fırkateynin, millî elektronik harp sisteminden yeni nesil millî savaş yönetim sistemine, geliştirilmiş silah, radar ve sensörlerden muhabere ve seyir sistemlerine kadar %75 yerlilik oranıyla 2023 yılında Deniz Kuvvetleri Komutanlığına teslim edilmesi planlanıyor. Fırkateyn tamamlandığında tam boyu 113 m, genişliği de 14,4 m olacak. Yaklaşık 3.000 ton deplasmana sahip İ sınıfı fırkateyn, Ada sınıfı korvetlerden farklı olarak bünyesinde satıhtan havaya güdümlü mermi bulunduracak ve fırlatabilecek.

## Türkiye'nin Denizlerdeki Enerji Filosu

Türkiye'nin petrol ve doğal gaz kaynaklarını ülke ekonomisine kazandırmak amacıyla, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesindeki Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), deniz ve kara alanlarındaki hidrokarbon arama ve üretim faaliyetlerine hız kesmeden devam ediyor. Enerji filosu kapsamında yürütülen birçok projeye TÜBİTAK ilgili tüm birimleriyle destek veriyor. Ülkemiz 3 sondaj gemisi ve 2 sismik araştırma gemisiyle Akdeniz ve Karadeniz'de sismik veri toplama ve derin deniz fosil yakıt arama faaliyetlerini aralıksız sürdürüyor.

### Barbaros Hayreddin Paşa Sismik Araştırma Gemisi

31 Aralık 2012'de 130 milyon dolara satın alınan ve hem iki hem de üç boyutlu sismik araştırma yapabilme özelliğine

sahip Barbaros Hayreddin Paşa gemisi denizin 8 km altındaki jeolojik yapıları inceleyebiliyor. Brüt 4 bin 711 ton ağırlığındaki gemi, yön ve pozisyon tayinini uydu haberleşmesiyle otomatik olarak yapabiliyor. Uzunluğu 84, genişliği 21,6 m olan gemide bir helikopter pisti de bulunuyor. Buzullarda çalışma özelliğine de sahip gemi, dizel itici gücüyle çalışıyor. Bu gemimiz, sismik ses kaynağı, yüksek özellikli katalitik çeviricileri, çift gövdesi ve su temizleme sistemleriyle en çevreci gemilerden biri olarak nitelendiriliyor.

### Oruç Reis Sismik Araştırma Gemisi

MTA bünyesindeki Oruç Reis'in inşasına 2012'de başlandı. 23 Haziran 2017'de geçici kabulü yapılan gemi, Ağustos 2017'de operasyon test, eğitim ve tecrübe faaliyetlerine başladı. Açık denizlerde iki ve üç boyutlu derin sismik araştırmalar yapabilecek kapasitede modern sevk ve manevra sistemleriyle donatılan





Oruç Reis gemisi ile petrol ve doğal gaz araştırmalarının yanı sıra kara alanlarının deniz altındaki devamlılıklarının izlenmesi bağlamında kıta sahanlığı gibi stratejik öneme sahip bilimsel araştırmalar da yapılıyor.

Oruç Reis ile deniz tabanından itibaren 15 km derinlikteki jeolojik yapılar görüntülenebiliyor. Modern uzaktan kumandalı su altı aracı (ROV) ile 1.500 m derinlikteki deniz tabanı ayrıntılı olarak izlenebiliyor, deniz suyundan ve tabanından numune alınarak ölçüm ve analizler anında yapılabiliyor. Boyu 86, genişliği 22 m olan gemi, yakıt ve su depolarıyla erzak depoları tam dolu şekilde göreve çıktığında 35 gün boyunca denizde kalabiliyor. Gemide farklı açılarda aktif 35 kamera bulunuyor.

## Fatih Sondaj Gemisi

Türkiye'nin ilk milli sondaj gemisi olan Fatih, 2017'de TPAO envanterine katıldı. Çeşitli bakım çalışmalarının ardından Basınç Kontrollü Sondaj sistemi denilen en son teknoloji ile donatılan Fatih, 29 Ekim 2018'de Alanya-1 derin deniz kuyusu sondajına



başladı. İkinci sondaj aramasını ise Doğu Akdeniz'de yer alan Finike-1 alanında gerçekleştiren Fatih, İstanbul'un fethinin 567. yıl dönümü olan 29 Mayıs 2020'de Karadeniz'deki ilk milli sondajını gerçekleştirmek üzere Haydarpaşa Limanı'ndan uğurlandı.

Fatih, 20 Temmuz'da Zonguldak açıklarında Sakarya Gaz Sahası'ndaki Tuna-1 olarak isimlendirilen bölgede 3.500 - 4.000 metre derinlik hedefiyle Karadeniz'deki derin deniz sondajına başladı.

21 Ağustos 2020 tarihinde de 320 milyar m<sup>3</sup>lük bir doğal gaz kaynağı tespit ederek büyük bir başarıya imza attı. Devamında 17 Ekim 2020'de Tuna-1 kuyusundaki 85 milyar m<sup>3</sup>lük ve 4 Haziran 2021'de Amasra-1 kuyusundaki 135 milyar m<sup>3</sup>lük keşifler neticesinde toplam rezerv miktarı 540 milyar m<sup>3</sup>e ulaştı. Fatih sondaj gemisi aynı sahada bulunan Karasu-1 kuyusunda 5.000 metre derinlikte sondaj çalışmalarına devam ediyor.

Fatih, 229 m uzunluğunda, 36 m genişliğinde ve 51.283 groston ağırlığında.

Kulelerinin toplam uzunluğu ise 104 m. Güney Kore'de 2011'de inşa edilerek denize indirilen Fatih, 6. nesil denilen üst düzey bir teknolojiye sahip. Ultra derin deniz sondaj gemisi sınıfındaki Fatih, 3000 m derinlikteki sularda yaklaşık 12.000 m derinliğe kadar sondaj yapabiliyor. Sondaj ekipmanları, kuyu kontrol sistemleri, dinamik pozisyonlama sistemleri, gemi iticileri ve gemi jeneratörlerine varıncaya kadar gerekli tüm teknik aksamı yerli imkânlarla yenilenen Fatih, kendi sınıfındaki 16 gemi arasından sıyrılarak böylesine yüksek teknolojiye sahip dünyanın en iyi 5 gemisi arasında yer alıyor. Aktif konumlandırma sistemi sayesinde 6 m yükseklikteki dalga boyunda bile sabit kalarak en zor operasyon koşullarında faaliyet gösterebiliyor.

## Kanuni Sondaj Gemisi

Ülkemizin üçüncü sondaj gemisi olan Kanuni, 2020 başında filoya katıldı. 2012'de inşa edilen gemi 227 m uzunluğa ve 42 m genişliğe sahip. Kanuni'nin Mersin Taşucu Limanı'nda geliştirme ve yenilenme çalışmaları devam ediyor.



## Su Üzerindeki Laboratuvarımız Marmara Araştırma Gemisi

Ülkemizdeki deniz ve okyanus bilimleri araştırmalarına yönelik ihtiyaçları karşılamak amacıyla inşa edilen TÜBİTAK Marmara Araştırma Gemisi, 2013'te görev yapmaya başladı. 41,2 m boyundaki gemi 11 araştırmacı ve 12 gemi çalışanını taşıyabiliyor, 10 gün boyunca kesintisiz sefer yapabiliyor. Bölgesel sınıf bir gemi olan TÜBİTAK Marmara Araştırma Gemisi'nde kıyı bölgelerinden derin denizlere bilimsel araştırmalar gerçekleştirilebiliyor. TÜBİTAK Marmara Araştırma Gemisi ulusal ve uluslararası görevlerde yer alıyor.

Su altından alınan numuneler gemide yer alan kuru laboratuvar, ıslak laboratuvar, biyoloji laboratuvarı ve inkübasyon odasında anlık olarak analiz edilebiliyor. TÜBİTAK Marmara Araştırma Gemisi'nde bulunan, deniz tabanını görüntülemeye yarayan sonar cihazı (ses dalgaları yayan su altı radarlarıdır), derinlik

ölçer, akıntıölçer gibi cihazlar deniz araştırmalarında kullanılıyor. CTD (iletkenlik, sıcaklık, derinlik) sensörü, çoklu su örnekleyiciler gibi bilimsel cihazlar sayesinde 1.500 m derinliğe kadar ölçüm yapılabiliyor ve örnek alınabiliyor. Gemide yer alan uzaktan kontrollü insansız su altı aracı ile su altından görüntü alınabiliyor, çeşitli sensörler ile veri toplanabiliyor ve robot kol yardımıyla su altından numune alınabiliyor.

TÜBİTAK koordinasyonunda oluşturulan Türkiye Deprem Platformu kapsamında yürütülen proje için gerekli tüm teknolojik alt yapıya sahip olan TÜBİTAK MARMARA Araştırma Gemisi, Haziran 2021'de ilk deprem seferini başarıyla gerçekleştirdi. Bu sefer sırasında 1.300 km'lik bir bölge taranarak deprem haritasını çıkarmak için gerekli tüm ön bilgiler ve veri kümeleri elde edildi. Toplanan veriler ışığında bölgenin aktif fay haritası tamamlandıktan sonra ikinci seferin gerçekleştirilmesi ve ilgili bölgede jeolojik örneklemenin yapılması planlanıyor.

## Yeni Nesil Savaş Uçağımız TAI TF-X

TUSAŞ tarafından 2011'de geliştirilmeye başlanan TF-X'in 2030'da aktif olarak kullanılmaya başlanması hedefleniyor. Projede yeni nesil bir uçakta olması gereken düşük görünürlük, dâhili ve harici silah yuvası, yüksek manevra kabiliyeti, artırılmış durumsal farkındalık ve sensör füzyonu gibi hemen her alanda yerli ve millî sistemlerin kullanılacağı uçağın 2070'e kadar Türk Hava Kuvvetleri tarafından kullanılması planlanıyor. TF-X'in, Türk Hava Kuvvetleri Komutanlığının envanterinde bulunan diğer savaş uçaklarının yanı sıra insansız hava araçları (İHA) ve havadan ihbar ve kontrol (HİK) gibi platformlar ve tedarik edilmesi planlanan diğer unsurlarla ortak çalışabilir şekilde görev yapması planlanıyor.

Çift motoruyla 1,8 Mach maksimum sürate sahip olacak TF-X, 14 m kanat açıklığı, 21 m uzunluk ve 6 m yükseklikle en önemli rakibi





F-35'ten daha büyük bir uçak olarak tasarlandı. 9G kuvvetine dayanabilen TF-X, 55.000 ft yüksekliğe kadar tırmanabiliyor. Meteor, Gökdoğan ve Bozdoğan adlı havadan havaya füzeleri barındıracak TF-X, AKBABA, SOM, KGK gibi havadan yere mühimmatları da taşıyacak. Menzilinin beşinci nesil uçakların ortalamasına yakın olması beklenirken, süperseyir hızının da dördüncü nesil ile beşinci nesil arasında olması hedefleniyor. Uçağımızın çok düşük radar kesit alanına sahip olması ve radarda bir böcek gibi görünmesi amaçlanıyor. Kızılötesi arama ve takip (IRST) sensörü, elektrooptik hedefleme sistemi (EOTS), 360° durumsal farkındalık, Taktik Data Link, yüksek hassasiyete sahip AESA radar, sentetik açıklıklı radar (SAR), elektronik destek ve elektronik karıştırma (ESM/ECM) kabiliyeti, eş zamanlı hava-yer ve hava-hava takibi gibi elektronik özelliklere sahip olacak TF-X tüm bu sensörlerden gelen bilgileri birleştirerek pilota yüksek durumsal farkındalık sunacak.

Şu anda ön tasarım aşamasında olan TF-X'in 2023'te hangardan çıkması, 2025'te Blok-0 denilen ilk uçağın üretiminin tamamlanması ve 2026'da ilk uçuşun gerçekleşmesi hedefleniyor. Bu süreçte, 3 prototip üretilecek. Hava Kuvvetleri Komutanlığına teslim edilecek Blok-1 yapılandırmasının ise 2029 yılına kadar geliştirilmesi için çalışmalar yürütülüyor. Faz-2 kapsamında üretilen 10 adet

TF-X Blok-1 savaş uçağı, 2030-2033 yılları arasında Türk Hava Kuvvetlerine teslim edilecek. 2034-2040 yılları arasındaki Faz-3 kapsamında ise diğer TF-X bloklarının geliştirilmesi ve seri üretim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi amaçlanıyor.

## TUSAŞ Helikopterleri Uçakları ve İnsansız Hava Araçları

Türkiye'de hava platformlarının tasarımı, geliştirilmesi, üretimi, tamamlanması, yenilenmesi ve satış sonrası hizmetleri alanlarındaki teknoloji merkezi olan TUSAŞ, proje konularına bağlı olarak; Yapısal Grubu, Uçak Grubu, Helikopter Grubu, İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleri

Grubu, Uzay Sistemleri Grubu, Millî Muharip Uçak (MMU) Grubu olmak üzere altı stratejik iş merkezi bünyesinde çalışmalarını sürdürüyor.

TUSAŞ tarafından dış kaynaklardan bağımsız ve özgün tasarımla yapılan hava araçlarının ilki TUSAŞ ZİU adlı zirai ilaçlama uçağıdır. Ayrıca, TUSAŞ bünyesinde helikopterlerin (GÖKBAY, T129 ATAK, T70), uçak modellerinin (HÜRKUŞ, HÜRKUŞ-C) ve insansız hava araçları sistemlerinin (ANKA, AKSUNGUR, ŞİMŞEK, TURNA) tasarlanmasına, projelendirilmesine ve üretimine devam ediliyor. Gelecekte F-16 uçaklarının yerini alabilecek, yurt içi imkân ve kabiliyetler ile tasarlanan ve geliştirilen bir savaş uçağının üretilmesi, ayrıca bu uçağı tasarlayıp geliştirebilecek insan gücü ve altyapının oluşturulması amacıyla başlatılan Millî Muharip Uçak (MMU) Geliştirilmesi Projesi de devam ediyor.



Millî  
Muharip  
Uçak



AKSUNGUR



HÜRKUŞ



T129 ATAK



## Baykar İnsansız Hava Aracı Sistemleri

Kendi finanse ettiği Ar-Ge faaliyetleriyle Türk havacılık ve savunma tarihinde illklere imza atan ve Türkiye’de %93 yerlilik oranına ulaşan Baykar, insansız hava araçları alanında dünya çapında en ileri teknolojik sistemleri geliştirmeye devam ediyor. Türk Silahlı Kuvvetlerinin envanterine giren ilk yerli ve millî insansız hava araçları Bayraktar Akıncı, TB2, DİHA ve Mini İHA yurt dışına da ihraç ediliyor. Baykar’ın silahlı insansız hava aracı olan Bayraktar Akıncı, özgün yapay zekâ sistemi sayesinde, çevresel koşulları saptayarak ileri uçuş ve teşhis fonksiyonları sunuyor. Kendine özgü bükümlü kanat yapısıyla 20 m’lik bir kanat açıklığına sahip olduğu için çok sayıda mühimmat taşıyabiliyor. Ülkemizde geliştirilen hava-hava füzeleriyle ve bombalarıyla donatılan Akıncı İHA, tıpkı savaş uçakları gibi hava-hava görevlerinde kullanılıyor ve havadan bombardıman yapabiliyor. İhracat performansını son yıllarda artıran, 5 yıl içinde dünyada ilk 10’a girmeyi hedefleyen Türk savunma sanayisi, en yeni ürünlerden Bayraktar Akıncı Taarruzi İnsansız

Hava Aracı’nın (TİHA) ilk ihracat sözleşmesi de geçtiğimiz aylarda imzalandı.

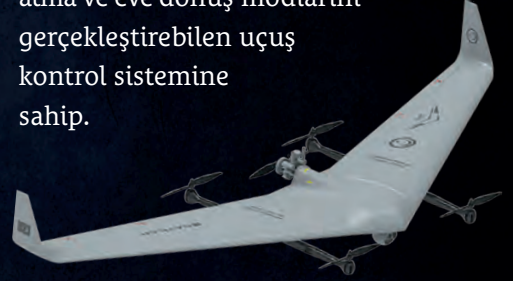
Bayraktar TB2 Taktik Silahlı İnsansız Hava Aracı, uç yedekli elektronik sistemleri ve sensör füzyon mimarisi ile tamamen otonom taksi, kalkış, iniş ve normal seyir kabiliyetine sahip. 300.000 saatten fazla uçan TB2, Türk Silahlı Kuvvetleri, Jandarma ve Emniyet Müdürlüğü bünyesinde 2014’ten bu yana aktif olarak hizmet veriyor. Bayraktar TB2, Türk havacılık tarihinde havada kalma (27 saat 3 dakika) süresi ve irtifa (27.030 feet) rekorunu kırdı.



Bayraktar Mini İnsansız Hava Aracı Sistemi tamamen özgün ve milli olarak tasarlanmış ve geliştirilmiş elektronik, yazılım ve yapısal bileşenleri ile Türkiye’nin ilk mini robot hava aracı sistemidir. 2007 yılında Türk Silahlı Kuvvetlerinin hizmetine giren Mini İHA Sistemi zor coğrafi ve meteorolojik koşullar altında dahi kullanılabilir.



Bayraktar Dikey İniş Kalkışlı İnsansız Hava Aracı (DİHA) otomatik seyir uçuşu, otonom kalkış, otonom iniş ve yarı otonom seyir uçuşu yapabiliyor. Keşif ve istihbarat görevleri için kullanılan bu araç, otomatik rota takibi, hedef takibi, çember atma ve eve dönüş modlarını gerçekleştirebilen uçuş kontrol sistemine sahip.



## İlk Milli Hava Hava Füzelerimiz GÖKDOĞAN ve BOZDOĞAN

TÜBİTAK Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (SAGE) tarafından GÖKTUĞ Projesi kapsamında geliştirilen GÖKDOĞAN Görüş Ötesi Hava Hava Füzesi ile BOZDOĞAN Görüş İçi Hava Hava Füzesi yerdeki gerçek F-16 kanadından icra edilen ilk atışlı testlerinde hedeflerini başarıyla vurdu. “Hava Hava Füzesi” bir hava aracının, başka bir hava aracını etkisiz hâle getirmek için kullandığı bir füze tipi. Burada bahsedilen hava aracı avcı uçağı, keşif uçağı, bombardıman uçağı, lojistik uçak, insansız hava aracı ve helikopter olabilir.

Mükemmel nişan hattı sapma açısı sağlayan yüksek çözünürlüklü görüntüleyici kızılötesi arayıcı başlığa sahip olan BOZDOĞAN, elektronik harbe karşı dayanıklı bir yapıda. Yaklaşık 25 km menzile ve vektör kontrolü sayesinde yüksek manevra yeteneğine sahip olan füze, ses hızının 3 katı hıza ulaşabiliyor.

Katı hâl tasarımlı aktif radar arayıcı başlığı bulunan GÖKDOĞAN ise birden fazla hedefe kilitlenebilme, atış sonrası kilitlenebilme ve her açıdan atış yapabilme yeteneklerine sahip. Elektronik harbe karşı dayanıklı olan füze, karıştırma kaynağına güdümlenebiliyor. Yaklaşık 65 km menzile sahip olan füze, veri bağı sayesinde hedef güncellemesi de yapabiliyor.

## Yerli ve Milli Elektrikli Traktörümüz

Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından 105 beygir gücünde, 4 teker tahrikli (4x4), manevra ve dümenleme kabiliyeti sınıfındaki traktörlere göre iyileştirilmiş, ülkemizin ilk yerli ve milli tarla sınıfı Milli Elektrikli Traktör Prototipi üretildi. Bu yerli ve milli prototipin üzerinde bulunan tüm özel yazılımlar da Türk mühendisler tarafından geliştirildi. Üretilen prototipin en büyük avantajı ise hızlı şarj edilebilmesi. Milli Elektrikli Traktör Prototipi, üzerinde bulunan şarj grubu ile 50kW gücündeki platform dışı şarj istasyonlarında, %10'dan %90'a kadar 45 dakikada şarj edilebiliyor.

Milli Elektrikli Traktör Prototipi toplamda 84 kW/112 motor gücüne sahip. Yapılan laboratuvar testlerinde elektrikli motorun sürekli torku 380 Nm %30 rezerv ile 494 Nm torka kadar ulaştı. Bu güç sayesinde elektrikli traktörümüz tarladaki en zor işlerin bile üstesinden gelebilecek seviyede.

## Elektrikli Otomobilimiz TOGG

Türkiye Otomobil Girişim Grubu (TOGG) Nisan 2020'de biri SUV diğeri sedan model olmak üzere iki prototip elektrikli otomobil tanıttı. Bursa'nın Gemlik ilçesinde üretim fabrikasının inşaatı devam ediyor. Yaklaşık 1. 200.000 m<sup>2</sup>lik açık alan üzerine kurulacak tesis, akıllı ve çevre dostu unsurları aynı çatı altında buluşturuyor. TOGG'un Bilişim Vadisi'ndeki merkezine 30 dakikalık mesafede olan fabrikanın inşaatının 2022 yılı sonuna kadar tamamlanması öngörülüyor.

Araç gücünü lityum iyon pillerden alacak. Tek şarj ile batarya kapasitesine göre 300 km ve 500 km menzile sahip iki farklı güç paketi sunulacak. Aracın bataryaları 30 dakikadan kısa sürede %80 şarj edilebilecek. Araçta yer alacak rejeneratif fren sistemi ile yavaşlamalarda motorların dinamo gibi çalışması ve pili tekrar şarj ederek menzili %20'ye kadar uzatması hedefleniyor. Araç arkadan itişli 200 HP ve dört tekerden çekişli 400 HP olmak üzere iki farklı motor gücünde üretilecek. Son hızı 180 km/h olacak aracın 400 HP



versiyonunda 0-100 km/h hızlanması 4,8 saniye, 200 HP versiyonunda ise 7,6 saniye olacağı belirtiliyor.

Araç 4G/5G internet bağlantısı ile fabrikadan güncellemeleri otomatik olarak alabilecek ve arıza durumunda araca uzaktan müdahale edilebilecek.

Araç 3. seviye otonom sürüş özelliklerine sahip olacak.

TOGG 13 yılda yaklaşık 22 milyar liralık bir yatırım öngörüyor. Böylece yıllık 175.000 araç üretecek kapasiteye gelmeyi hedefliyor. Şirket, fikrî mülkiyet haklarına sahip olduğu ilk elektrikli C SUV aracının 2022 yılının sonunda seri üretime hazır hâle geleceğini açıkladı. 2030'a kadar da beş farklı modelin daha üretime alınması planlanıyor.



## İlk Türk Uçan Araba "CEZERİ"

Ülkemizdeki ilk otonom uçan araba prototipi Baykar Teknoloji bünyesindeki Türk mühendisler tarafından tasarlanıp üretildi. Kentsel hava taşımacılığında köklü bir değişiklik yapması beklenen Uçan Araba "CEZERİ"nin şehir içi yolcu ulaşımında, sağlık sektörü ve askeri alanda, lojistik destek faaliyetlerinde ve kargo taşımacılığında aktif olarak kullanılması hedefleniyor.

Minimum teknik ve havacılık bilgisi gerektirmesine rağmen üst düzey güvenlik ile uçurulabilecek şekilde tasarlanan bu araç, 8 adet elektrikli motor ve pervane ile gücünü şarj edilebilir bataryalardan alarak %100 elektrik ile çalışıyor. Üç yedekli akıllı uçuş sistemine sahip olan CEZERİ, bünyesinde bulundurduğu yapay zekâ sistemleri ile ön plana çıkıyor ve şimdilik tek kişi taşıyor. Döner kanatlı bu hava aracının gelecekte saatte 100 km seyir hızına kavuşması, uçuş irtifasının 2.000 m'ye ulaşması ve batarya teknolojisinin gelişmesiyle birlikte 1 saat havada kalarak 70-80 km menzile ulaşması hedefleniyor. CEZERİ'nin trafığe çıkmasınının 10-15 yılı bulacağı tahmin ediliyor.





## Sürücüsüz Elektrikli Otobüs “Atak Electric”

Karsan ve Adastec'in ortak çalışmalarıyla geliştirilen Otonom Atak Electric, gücünü 220 kWh kapasiteli bataryalardan alıyor. Seviye 4 otonom özelliklerine sahip elektrikli otobüsün motoru 230 kW güce ulaşarak 2.500 Nm tork üretebiliyor. Otobüsün 8,3 m'lik uzunluğu, 52 kişinin üzerinde yolcu kapasitesi ve 300 km'lik menzili de Otonom Atak Electric'i sınıfta öncü konuma getirdi. Ticarileşmiş seri üretimlerden iki tanesinin Romanya ve ABD'ye gönderilmek üzere yurt dışı sipariş anlaşmalarının tamamlandığı belirtiliyor. Bu elektrikli otobüslerin ilk etapta servis aracı olarak kullanılması öngörülüyor.



E1000 Elektrikli Manevra Lokomotifi

## Elektrikli Lokomotiflerimiz “E1000” ve “E5000”

TÜBİTAK Raylı Ulaşım Teknolojileri Enstitüsü (RUTE), Türkiye Raylı Sistem Araçları Sanayii Anonim Şirketi (TÜRASAŞ) ve ASELSAN işbirliğinde, TCDD'nin manevra ve kısa mesafe yük taşıma ihtiyaçlarını karşılayabilecek özellikte, modern sürüş sistemine sahip, 1 megavat gücünde E1000 elektrikli manevra lokomotifini geliştirdi. Başarıyla tamamlanan E1000 projesi ile başlayan elektrikli raylı araç geliştirmeye yönelik Ar-Ge çalışmaları E5000 projesi ile üst seviyeye çıktı.

Yerli ve milli imkânlarla üretilen Türkiye'nin TSI sertifikasına sahip ilk elektrikli anahat elektrikli lokomotif olan E5000, minimum 5000 kW güce sahip, AC-AC tahrik sistemli ve 140 km/s hıza sahip yeni nesil bir lokomotif. Treninin dış kapıları ise elektrik gücüyle açılıp kapanacak şekilde elektromekanik olarak tasarlandı. Trenin hızlanma, yavaşlama, durma, kapı kontrolü, yolcu geçişleri ve ışıklandırma gibi işlevlerinin yönetildiği tren kontrol



E5000 Elektrikli Anahat Lokomotifi

ve izleme sistemi ile trenin güç ünitesinin de yer aldığı mekanik zincir sistemine ait donanım, yazılım ve algoritma ise ASELSAN tarafından geliştirildi. Yolcu güvenliği ve konforu ön planda tutulan tren, engelli yolcular için tasarlanan özel koltuklar da dâhil olmak üzere toplam 324 yolcu kapasitesine sahip. Hem tasarımı hem de teknik altyapısı güncel teknoloji ile geliştirilen trenin aydınlatmasında LED ışıklandırma sistemi kullanılıyor.

Geliştirilen elektrikli lokomotifin, yurt içi ve yurt dışındaki anahat lokomotifleri, tramvay/metro araçları, manevra ve kısa mesafe lokomotifleri, yüksek hızlı tren setleri ve benzeri raylı taşıtlarda kullanılması hedefleniyor.

## Yerli ve Millî Uzay Radyasyonu Dedektörü MURaD

TÜBİTAK UZAY ile Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Nükleer Radyasyon Dedektörleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (NÜRDAM) araştırmacıları tarafından, uzay radyasyonunun uydular üzerinde bıraktığı radyasyon dozunu ölçmek amacıyla tasarlanıp üretilen Millî Uzay Radyasyonu Dedektörü (MURaD) göreve hazır! Bu dedektör, radyasyon dozunun ölçülmesi amacıyla, sensör seviyesinde Türkiye'de üretilen ve

uydular da kullanılabilir bir şekilde tasarlanan ilk radyasyon dedektörü olması bakımından son derece önemli. Dedektör üzerinde üç farklı radyasyon sensörü bulunuyor. Nükleer Radyasyona Duyarlı Alan Etkili Transistör (NürFET) olarak adlandırılan bu radyasyon sensörü, genel adı p-tipi Metal Oksit Yarı İletken Alan Etkili Transistör (p-type MOSFET) olan, amaca yönelik biçimde üretilmiş bir elektronik bileşendir. Radyasyona hassas (duyarlı) olarak tasarlanıp üretilen NürFET sensörleri radyasyon dozunu ölçmek amacıyla geliştirildi.

NürFET radyasyon sensörünün çalışma prensibi, sensörün radyasyona maruz kaldıkça eşik voltaj değerindeki ( $V_{th}$ ) kaymanın tespit edilmesi mantığına dayanıyor. Sensör, radyasyona maruz kaldıkça oksit tabakada oluşan yükler, sensörün eşik voltaj değerinin kaymasına neden olur. Bu kayma miktarı, maruz kalınan radyasyon dozu ile orantılı olduğu için, eşik voltaj değerinin ölçülmesiyle maruz kalınan radyasyon dozu tespit edilebilir.

MURaD, radyasyon sensörleri ve bu radyasyon sensörlerini çalıştıracak ve okuyacak elektronik devre (sensör elektroniği) kısmı olmak üzere iki ana kısımdan oluşuyor. NürFET radyasyon sensörlerinin uzayda ilk defa kullanılacak olması sebebiyle olası olumsuz bir durumla karşılaşılması ihtimaline karşın dedektörün işlevselliğini kaybetmemek amacıyla dedektör

üzerinde, uzay tarihçesine sahip RADFET ve FGDOS adında iki farklı radyasyon sensörü daha kullanıldı.

2020’de dedektörün uydular da kullanılacak modeli olan “Uçuş Modeli” üretimine başlandı. 2021’de de entegrasyon süreci tamamlandı. Dedektörün analiz, tasarım, üretim ve test süreçleri başarı ile gerçekleştirildi. Son basamak olan, yörüngede yapılacak gerçek zamanlı ölçümlerle de dedektörün geliştirilme amacı hedefine ulaşacak.

## İlk Yerli Sonda Roketi

Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı tarafından başlatılan Mikro Uydu Fırlatma Sistemi Geliştirme Projesi’nin (MUFSS), Roketsan tarafından geliştirilen SR-0.1 sonda roketinin ilk prototipi, sıvı yakıtlı motor



teknolojisiyle çalışıyor. Roketin uzaya fırlatma testleri geçtiğimiz ekim ayında başarıyla tamamlandı. 26-29 Ekim 2020’de gerçekleştirilen test atışlarında sonda roketi başarılı bir biçimde 136 km irtifaya çıkmış ve bilimsel araştırmaların yapılmasını sağlayacak faydalı yük kapsülünün uçuş esnasında ayrılma denemesi de başarıyla sonuçlanmıştı.

Roketsan’ın Uydu Fırlatma Uzay Sistemleri ve İleri Teknolojiler Araştırma Merkezinde yürütülen MUFSS projesi bittiğinde, 100 kg ve altındaki mikro uydular, yüksekliği en az 400 km olan Alçak Dünya Yörüngesi’ne yerleştirilebilecek. 2025 yılında fırlatılması hedeflenen mikro uydu ile Türkiye, dünyada sayılı ülkenin sahip olduğu uydu fırlatma, test etme, üretme altyapısı ve üs kurma yeterliğine kavuşmuş olacak.

## Atom Altı Parçacıkları Sayan Radyasyon Ölçer

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Uzay ve Hızlandırıcı Teknolojiler Uygulama ve Araştırma Merkezinin (İVMER) Roketsan ile kurduğu başarılı üniversite-sanayi iş birliği sonucunda uzay ortamındaki farklı atom altı parçacıkları sayan “Radyasyon Ölçer” geliştirildi. Bu ürünün radyasyon etkilerinin incelenmesine ve bu etkilerin azaltılmasına yönelik yapılacak



## Tünel Açma Makinesi "LALE"

Ülkemiz, köstebek olarak da adlandırılan tünel açma (sondaj) makinelerini küresel rekabette üreten 8 ülkeden bir tanesi. E-Berk Tünel Teknolojileri A.Ş. tarafından T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı bünyesinde TÜBİTAK TEYDEB desteğiyle geliştirilen zemin denge basınçlı tünel açma makinesi Türk mühendislerce tasarlandı. Tünel açma makineleri yer altında karşılaştıkları her şeyi kırarak ve delerek ilerlerken aynı zamanda tünelin ana yapısını da inşa ediyor. Kara yolları ve raylı sistemlerin yapımı ile havzalar arası su transferleri gibi projelerde bu makineler sıklıkla kullanılıyor. Türkiye'nin ilk yerli ve milli tünel açma makinesi "Anadolu" 2017'de üretilmişti, "Lale" ise 2019'da üretim bandundan indirilerek Ergene

çalışmalarda kullanılması amaçlanıyor.

Türk araştırmacılar tarafından Türkiye'de ilk kez geliştirilen Radyasyon Ölçer, Roketsan'ın 26-29 Ekim 2020 tarihlerinde Sinop Test Merkezinden fırlattığı Sonda Roketi 0.1 ile çıktığı iki uzay yolculuğunda, çıkılan irtifadaki anlık radyasyon doz hızı ve parçacık akışını ölçerek görevini başarıyla tamamlamıştı.



Havzası Çevre Koruma Projesi'nde kullanılmaya başlandı. Tünel açma makinesi "Lale" 3,25 m çapında, 92 m uzunluğunda, 175 ton ağırlığında ve 800 kVA gücünde. Yaklaşık 12 bin parçadan oluşan makinenin tork gücü yani kuvvet-dönme momenti 534- 981 kNm, itki kuvveti ise 10.680 kN. Bu teknik özellikleriyle "Lale" günde 20 m kazı yapabiliyor.

## Atık Sulardan Lityum Elde Edilmesi Yöntemi

Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü (Eti Maden) bor madeninin işlendiği fabrikalarda ortaya çıkan sıvı atıklardan geri dönüşüm yoluyla lityum elde edilmesi için bir yöntem geliştirdi. Eti Maden tarafından geliştirilen lityum karbonat üretim yöntemiyle sıvı atığın yaklaşık %90'ı ekonomik değeri olan ürünlere dönüştürülüyor. Bu sayede atık miktarında ciddi bir azalma da sağlanıyor. Sıvı atıktan lityum



karbonat üretim sürecinde lityum karbonat bileşiğinin yanı sıra boraks dekahidrat ve temiz su da elde ediliyor. İlk etapta yıllık 10 ton lityum karbonatın üretildiği tesiste, kapasitenin artırılmasıyla birlikte, ilerleyen zamanlarda sıvı atıkların geri dönüşümü yöntemi ile yılda yaklaşık 600 ton lityum karbonat elde edilmesi planlanıyor. Üretilen lityum karbonat bileşiğinin ilerleyen zamanlarda başta taşınabilir elektronik cihazlar ve yerli elektrikli araç olmak üzere tekrar şarj edilebilen bataryalarda kullanılması planlanıyor.

## Isıl Pil Teknolojisi

Türkiye'nin tek ısıl pil tedarikçisi olan TÜBİTAK SAGE, millî projelerde yurt dışı bağımlılığın azaltılması amacıyla 2002 yılında ısıl pil teknolojisini geliştirme çalışmalarına başlamıştı. Şu ana kadar farklı teknik özelliklere sahip çok sayıda ısıl pilin tasarımının ve üretiminin yapıldığı, ürünlerin uluslararası askeri standartlara uygun olarak kalifiye edildiği ve birçok farklı ülkeye ısıl

pil ihracatının yapıldığı belirtiliyor. Isıl pil güdüm kitleri, tapalar, füzeler, akustik aldatıcı/yanıltıcılar, güdümlü topçu mühimmatları ve uçak koltuk fırlatma sistemlerinde yaygın olarak kullanılan elektrokimyasal temel güç kaynağıdır. Geniş çalışma sıcaklık aralığı, uzun raf ömrü, raf ömrü boyunca bakım gerektirmeme, hızlı tetiklenme, kendi kendine tükenmeme, yüksek güvenilirlik, zorlu çevresel koşullara dayanıklılık ve yüksek enerji yoğunluğu gibi gereksinimlerin aynı anda karşılanmasının zorunlu olduğu askeri uygulamalarda ısıl pillerin alternatifinin olmadığı vurgulanıyor.

## Türkiye'nin Yer Gözlem Uyduları

2003 yılında fırlatılan ve bir teknoloji transferi uydusu olan BİLSAT Türkiye'nin ilk yer gözlem uydusudur. Bu uydudan kazanılan birikim ile TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK-UZAY) tarafından 2011 yılında yapımı tamamlanan ve yörüngeye fırlatılan RASAT uydusu, tasarımı ve üretimi Türkiye'de gerçekleştirilen ilk yer gözlem uydusudur. Aynı birikim TÜBİTAK-UZAY ve TAI işbirliği ile geliştirilen Göktürk-2 uydusuyla devam etmiştir. 2012 yılında fırlatılan ve 2,5 m uzamsal çözünürlüğe sahip Göktürk-2 uydusu operasyonel olarak görüntü çekmeye devam ediyor.

Göktürk-1 uydusu 0,5 m çözünürlükte çektiği görüntülerle 2016'dan beri ülkemize hizmet etmeye devam ediyor. BİLSAT, RASAT ve Göktürk-2 tecrübesiyle metre altı uydularda kullanılabilecek uydu alt sistemlerinin Türkiye'de geliştirilmesi için gereken altyapının oluşturulması hedefiyle başlatılan İMECE Uydu projesinin çok yakında tamamlanması hedefleniyor. İMECE uydusu sayesinde Türkiye kendi elektro-optik kamerası ile metre altı çözünürlükte görüntüler elde edebilecek. Aynı zamanda, bu proje kapsamında yerli ve milli imkânlarla geliştirilen uydu alt sistemleri gelecekte üretilecek diğer yer gözlem uydularımız için de altyapı oluşturacak.

Türkiye'nin haberleşme ve yer gözlem uyduları ile ilgili detaylı bilgiye bu sayımızla birlikte verdiğimiz poster ekinde ulaşabilirsiniz. ■

