

# TUSAŞ'IN TEKNOLOJİK GELİŞİMİ

*TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF TURKISH AEROSPACE*

Prof. Dr. Rafet BOZDOĞAN

Prof. Dr. Temel KOTİL

Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK



## TUSAŞ'IN TEKNOLOJİK GELİŞİMİ

**Prof. Dr. Rafet BOZDOĞAN<sup>i</sup>** **Prof. Dr. Temel KOTİL<sup>ii</sup>** **Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK<sup>iii</sup>**

*TUSAŞ Yönetim Kurulu Başkanı*

*TUSAŞ Yönetim Kurulu Üyesi  
ve Genel Müdürü*

*TUSAŞ Genel Müdür Yardımcısı*

### Özet

Hızla gelişen ve farklılaşan günümüz dünyasında teknolojik gelişmeler her alanda etkisini göstermektedir. Bu değişim küresel rekabet koşullarına da yansımaktadır. İşletmeler, hızla değişen müşteri talep, beklenti ve ihtiyaçları doğrultusunda şekillenen çevresel koşullar ve teknolojik yeniliklerle pazardaki varlıklarını sürdürmek için çalışmaktadır. Özellikle havacılık ve uzay sektöründe yaşanan gelişmeler ve bununla beraber değişen küresel pazarda işletmelerin ayakta kalabilmeleri için teknoloji ve inovasyon yönetimi önem arz etmektedir. Firmalar çok hızlı bir şekilde günümüz şartlarına uyum sağlamaktadırlar. Havacılık ve uzay sanayi sistemlerinin geliştirilmesi, modernizasyonu, üretimi, sistem entegrasyonu ve yaşam döngüsü destek alanlarında Türkiye'nin ve bölgenin teknoloji merkezi konumuna gelen, sektöründe küresel ilk yüz oyuncu arasında yer alan Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (TUSAŞ), teknoloji ve inovasyon yönetiminin tüm araçlarını etkin ve bütünsel olarak kullanarak geleceğe ve sektöre yön vermeye devam etmektedir. Küresel güç dengelerinin hızla değiştiği, savaşlar ve pandemi gibi olağandışı gelişmelerin yaşandığı günümüzde, tüm uluslar kendini baskı altında hissetmekte ve teknolojideki eğilimler de hızla değişmektedir. Krizler, teknolojik atılım ve inovasyon için fırsatlar doğurmaktadır. Krizlerden başarılı olarak çıkış ancak inovasyon, teknoloji geliştirme ve millileştirme faaliyetleri ile mümkün olabilmektedir. Bunun yanında, Avrupa Yeşil Mutabakatı başta olmak üzere uluslararası düzenlemeler ve dijital dönüşüm politikaları kapsamında ortaya çıkan teknolojilerin başarılı bir şekilde savunma ve havacılık sektörüne aktarılması önem arz etmektedir. Rekabet için diğer bir önemli husus da geleceğin hareket ortamını bugünden öngörerek, hangi teknolojilerin ön plana çıkacağına iyi analiz edilmesidir. Küresel eğilimlerin ve geleceğin analizi doğrultusunda, yenilik yol haritalarının şekillendirilmesi, doğru teknolojik kazanımların hedeflenmesi, uygun yatırımların gerçekleştirilmesi ve projelerin başlatılması, teknoloji yönetimi faaliyetleri ile mümkün olmaktadır. Bu çalışmada TUSAŞ'ın havacılık sektöründeki yeri, teknolojik gelişimi, şirketteki teknoloji yol haritası çalışmaları, teknoloji hazırlık seviyesi ölçümleri, teknoloji kazanımlarının yayılımının sağlanması, yerleştirme ve millileştirme, patent mühendisliği, kurum içi girişimcilik ve açık inovasyon ve Ar-Ge yönetimi özelinde TUSAŞ'ta uygulanan modellere ilişkin bilgiler verilmiştir. Şirketin son yıllarda kazandığı ivme ve dünya pazarındaki konumu değerlendirilmiştir. TUSAŞ geleceği şekillendirecek güçte bir şirket olarak bir dünya markası olma yönünde çalışmalarına devam etmektedir. Hedef dünya genelinde en önemli 10 şirket arasına girmektir.

### Anahtar Kelimeler

*Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş., TUSAŞ, Havacılık, Teknoloji, Savunma Sanayi, Teknoloji Yol Haritası, Uzay Teknolojileri*

<sup>i</sup> rafet.bozdogan[at]tai.com.tr | ORCID: 0000-0002-9575-6155

<sup>ii</sup> temel.kotil[at]tai.com.tr | ORCID: 0000-0002-9575-6155

<sup>iii</sup> fahrettin.ozturk[at]tai.com.tr | ORCID: 0000-0001-9517-7957

## TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF TURKISH AEROSPACE

**Prof. Dr. Rafet BOZDOĞAN<sup>iv</sup>** **Prof. Dr. Temel KOTİL<sup>v</sup>** **Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK<sup>vi</sup>**

*Turkish Aerospace | Chairman of the Board  
of Directors*

*Turkish Aerospace | Member  
of the Board of Directors*

*Turkish Aerospace | Vice President*

### **Abstract**

In today's rapidly developing and differentiating world, technological developments show their effects in every field. This change is also reflected in the conditions of global competition. Businesses are working to maintain their presence in the market with environmental conditions and technological innovations shaped in line with rapidly changing customer demands, expectations, and needs. Technology and innovation management is important especially for the developments in the aviation and space sectors and for the survival of the enterprises in the changing global market. Companies adapt to today's conditions very quickly. Turkish Aerospace Industry Inc. (Turkish Aerospace), which has become the technology center of Türkiye and the region in the fields of development, modernization, production, system integration, and life cycle support of aerospace industry systems and is among the top hundred global players in its sector, continues to shape the future and the sector by using all the tools of innovation management effectively and holistically. In today's world, where the global balance of power is changing rapidly and extraordinary developments such as wars and pandemics are experienced, all nations feel under pressure and trends in technology are changing rapidly. Crises create opportunities for technological breakthrough and innovation. Successful exit from the crisis is only possible with innovation, technology development, and nationalization activities. In addition, it is important to successfully transfer the technologies emerging within the scope of international regulations and digital transformation policies, especially the European Green Agreement, to the defense and aviation sector. Another important issue for competition is to predict the operational environment of the future, and to analyze which technologies will come to the fore. In line with the analysis of global trends and the future, shaping innovation roadmaps, targeting the right technological gains, realizing appropriate investments, and initiating projects are all possible with technology management activities. In this study, Turkish Aerospace Industries Inc. place in the aviation sector, its technological development, technology roadmap studies in the company, technology readiness level measurements, dissemination of technology gains, localization and nationalization, patent engineering, intrapreneurship, and open innovation and R&D management in Turkish Aerospace. Information about the applied models is given. The acceleration of the company in recent years and its position in the world market have been evaluated. Turkish Aerospace continues to work towards becoming a world brand as a company with the power to shape the future. The goal is to be among the top 10 companies worldwide.

### **Keywords**

*Turkish Aerospace Industries Inc., TA, Aviation, Technology, Defense Industry, Technology Roadmap, Space Technologies*

---

<sup>iv</sup> rafet.bozdogan[at]tai.com.tr | ORCID: 0000-0002-9575-6155

<sup>v</sup> temel.kotil[at]tai.com.tr | ORCID: 0000-0002-9575-6155

<sup>vi</sup> fahrettin.ozturk[at]tai.com.tr | ORCID: 0000-0001-9517-7957

## 1. Giriş

Esas kuruluşu 28 Haziran 1973'e dayanan Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (TUSAŞ) 2005 yılında gerçekleştirilmiş olan millileşme hareketi sonrasında hızlı büyüme sürecine girmiş ve Türkiye'nin lider havacılık ve uzay merkezi olarak uluslararası alanda kendini göstermeye başlamıştır. 2021 Savunma Sanayi Şirketleri sıralamasına göre dünyada 68. sıradadır (Defensenews, 2021). Hedefi dünyanın ilk büyük 10 şirketi arasında yer almaktır. Bu doğrultuda çalışmalarına hız vermekte ve büyüme yolunda yatırımlar yapmaktadır. Diğer bir deyişle, savunma sanayii, gelişmekte olan ülkeler için kalkınma ve sanayileşmenin itici sektörüdür. Örneğin, Türkiye 2017'de çeşitli savunma projelerinde yaklaşık 18,7 milyar ABD doları yatırım yaptı (SIPRI Askerî Harcamalar Veritabanı, 2018). 2027 yılında 10 milyar USD ciroya ulaşacak şekilde stratejilerini oluşturmaktadır.

İç ve dış paydaşlarının memnuniyetlerini göz önünde bulundurarak Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. ülkemize ve dost ülkelere savunma ve havacılık alanında birçok ürün sunan, bunlarla yetinmeyip her geçen gün teknolojik yönünü ve mühendislik alt yapısını güçlendiren bir şirket olarak hedeflerine ilerlemektedir. Muadil üretim süreçlerine kıyasla çok kısa bir süre içerisinde üretilen hava araçları, beraberinde yetiştirdiği insan kaynağı ve ülkemizin ilk havacılık süreç ve sertifikasyon dokümanlarının yazılması gibi çeşitli başarılarıyla da alanında öncü olma vasfını gözler önüne sermektedir.

TUSAŞ birçok yerli ve milli ürünü gökyüzüne taşımak için büyük bir gayret ve özveriyle çalışmaktadır. Daha fazla hava aracını üretebilmek amacıyla çalışmalarını yeniden şekillendirerek, kendine has disipliniyle değişimini sürdürmektedir. Bu hayalin ve değişimin gerçekleşmesinde yeni teknolojilerin, Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) yatırımlarının ve üretim aşamalarının hız kazanması ile birlikte etkin bir teknoloji ve inovasyon yönetiminin uygulanıyor olması önemli bir rol oynamaktadır.

Son yıllarda yapılan stratejik yatırımlar sayesinde TUSAŞ, teknolojileri ve koşulsuz müşteri memnuniyetine verdiği önemle, küresel pazarda saygın ve imrenilen bir konuma ulaşmıştır. TUSAŞ'ın faaliyetleri, Üretim, Yapısal, Uçak, Millî Muharip Uçak, Helikopter, İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleri ve Uzay sistemleri olmak üzere yedi stratejik birim tarafından yürütülmektedir. Yapısal birimi yurt dışı iş geliştirme çalışmalarını yürütmektedir. Şirketin bütün üretim faaliyetlerinde çok yeni yapılan bir değişiklikle beraber Üretim Genel Müdür Yardımcılığı sorumludur. Ürün grupları olarak nitelendirilen Uçak, Millî Muharip Uçak, Helikopter, İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleri ve Uzay sistemleri ise tasarım ve entegre ürün faaliyetlerini yürütmektedir.

Ülkemiz havacılık tarihini dikkatlice incelediğimizde faaliyetlerin kökenleri Osmanlı'nın son dönemi ve cumhuriyetin özellikle ilk yıllarına dayanmaktadır. Cumhuriyetin kuruluşuyla hız kazanan faaliyetler maalesef Marshall yardımının başlamasıyla son bulmuştur. Fabrikalar birer birer kapanma yoluna gitmiştir (Dervişoğlu, 2007; Vecihi Hürkuş, 2008).

Ülkemizin son yıllarda yaşadığı sıkıntılar, dünyadaki güce dayalı değişimler ülkemizin güçlü bir savunma sanayi altyapısının olmasını gerektirmiştir. Bu doğrultuda özellikle 1985 yılından sonraki faaliyetler 2000'li yılların başından itibaren meyve vermeye başlamıştır. 2005 yılında başlayan millî tasarım ve üretim hamleleri neticesinde çok çeşitli platformların üretilmesi aşamasına gelinmiştir. Yaygın ürün ve faaliyet yelpazesi TUSAŞ'a dünyada benzersiz bir konum sağlamaktadır. Özgün olarak geliştirilen, ANKA Orta İrtifada Uzun Süre Havada Kalabilen (Medium Altitude Long Endurance) İnsansız Hava Aracı Sistemi, Yüksek Faydalı Yük Kapasiteli (YFYK) İnsansız Hava Aracı Sistemi - AKSUNGUR,

TURNA ve ŞİMŞEK Uçak Sistemleri, HÜRKUŞ, HÜRJET, Millî Muharip Uçak, T625 Genel Maksat Helikopteri GÖKBAY, E/O Keşif Gözetleme ve Haberleşme Uyduları, Small GEO Haberleşme Uyduları, Sabit ve Döner Kanatlı Hava Platformları için Gelişmiş Aviyonik Modernizasyon Süitleri, T129 Taarruz ve Taktik Keşif Helikopteri, T70 Genel Maksat Helikopteri, A400M Askerî Ulaştırma Uçağı, Özel Görev Uçağı Dönüşümleri ve Sistem Entegrasyonları ile askerî ve ticari hava platformları komponentleri tasarım ve üretimleri TUSAŞ'ın ürün ve faaliyet yelpazesi içinde yer almaktadır. 2023 yılında, Millî Muharip Uçak'ı hangardan çıkarmak ve jet eğitim ve hafif taarruz uçağı HÜRJET'i ilk kez gökyüzüne taşımak için çalışmalar devam etmektedir. Bunun yanında, genel maksat helikopteri GÖKBAY'ın ilk teslimatını gerçekleştirmek, TÜRSAT 6-A uydusuyla Ağır Sınıf Taarruz Helikopteri'nin üretim sürecinin tamamlanması ve ilk saha görevine başlayan AKSUNGUR'un seri üretimi çalışmalarına hız kesmeden devam edilmektedir.

Sürdürülebilir büyüme ve teknolojinin çift kullanımı esasını temel alan faaliyetlerimiz ile hem sivil hem de askerî platformların bir arada yerli olarak üretilebilmesi kabiliyeti kazanılmasına olanak sağlanmıştır. Ülkemizde güçlü bir havacılık altyapısı oluşmaya başlamış TUSAŞ sektörün öncüsü konumuna gelmiştir. 2022 yılının ilk çeyreğı itibariyle 12.000'e yakın çalışana ve 650.000 m<sup>2</sup>'ye yakın kapalı alana ulaşmıştır. Oldukça modern ve dünya standartlarında tesislere sahip olan TUSAŞ, son yıllarda insan kaynağını geliştirme yolunda hamleler yapmıştır. Bu kapsamda birçok üniversite ve teknoloji kuruluşlarıyla hem ülke içinde hem de ülke dışında iş birlikleri yapmaya başlamıştır. Hedef global rekabet gücüne ulaşmış bir dünya markası havacılık ve uzay şirketi olmaktadır.

Bu çalışmamızda söz konusu özgün ürünleri ülkemize kazandırma yolunda, TUSAŞ'ın ülkemizdeki konumu ve liderliğı değerlendirilmiş bu doğrultuda TUSAŞ'ta uygulanan teknoloji ve inovasyon yönetiminin aşağıdaki araç ve metodolojileri hakkında detaylı bilgiler verilmiştir.

- TUSAŞ Teknoloji Yol Haritası'nın oluşturulması
- Yerleşirme ve Millileştirme faaliyetlerinin izlenmesi
- Patent Mühendisliğı faaliyetleri
- Kurum İçi Girişimcilik ve Açık İnovasyon faaliyetleri
- Ar-Ge Yönetimi faaliyetleri

Bilindiğı üzere bu faaliyetlerin zeminini temel bilimlerden faydalanılarak başlayan Ar-Ge faaliyetleri oluşturmaktadır. Teknolojik yenilikler bu gelişmeleri hızlandırmaktadır (Carayannis vd. 2015; Schilling ve Shankar, 2020). Temel Ar-Ge ile başlayıp ürün özelinde yapılan geliştirme faaliyetlerine kadar devam ettirilen çalışmalar, TUSAŞ'ın gelişimini hızlandırmış ve konumunu güçlendirmiştir.

Savunma ve havacılık endüstrisinde faaliyet gösteren kuruluşların çoğunda yapıların hantal ve iş akışının oldukça yavaş ve düşük verimli olduğu gözlemlenmektedir. Savunma sanayi müşterilerinin ağırlıkta olduğu bu sektörde, projelerin uzun soluklu olması ve işlerin yavaş ilerlemesi hükümetlerce oldukça normal kabul edilmelidir. Başka bir deyişle, savunma sanayi projeleri özelinde çalışan üst düzey yöneticiler, savunma sanayi faaliyetlerinin sonucu olarak çoğu zaman öngörülemeyen riskler almak zorundadır. Kararlar genellikle uzun vadede gerçekleşir (Yigit vd., 2021). Bizim gibi gelişmekte olan ülkelerde ise, ülkelerin politik süreçleri daha devinimsel olduğu için bu durumun iyileştirilmesi lazımdır. Bu sebeple TUSAŞ'ın misyonu dünya devlerinden farklıdır.

Savunma sanayi konularını bir başka ölçekte değerlendirmek gerekirse, günümüzde büyük ölçekli firmalar kendi imkânları ile Ar-Ge'ye dayalı büyüme modellerini hayata geçirebilmektedirler. Ancak ekonominin çok büyük bir kısmını oluşturan Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ)'lerin Ar-Ge kapasitelerinin artırılmasında devletlerin katkısı ve düzenleyici rolüne daha fazla ihtiyaç vardır. Yakın geçmişte hızlı büyüme gösteren Güney Kore ve Çin gibi ülkelerde Ar-Ge'ye dayalı söz konusu büyüme modellerinin KOBİ'ler için hassaten planlandığı görülmektedir (Seo & Cho, 2020; Petti vd., 2017). Havacılık sektörünün beklenen büyümeyi yapabilmesi için mutlaka ve mutlaka bir ekosistem içerisinde büyümesi zorunludur (Gemici ve Öztürk, 2020). TUSAŞ bunun farkındadır ve bu kapsamda çok detaylı çalışmalar yürütmektedir. Ortak projeler ve geliştirme faaliyetleri de hız kazanmıştır.

## **2. Uluslararası Krizlerin Ülkemiz Teknoloji Ekosistemine Etkisi ve TUSAŞ Teknoloji Yol Haritası**

Geleceğin harekât ortamına ve teknolojilerine dair gerçekçi öngörüler yapabilen şirketler, altyapı ve sistemlerini revize ederek, bilgi birikimi oluşturabilecek ve sürdürülebilir bir üstünlük elde edebilecektir. Gelecekte konvansiyonel savaş olasılığı giderek azalırken, asimetrik tehditlerin ortaya çıkmaya başlayacağı öngörülmektedir. Dijitalleşen dünyamızda siber tehditlerin de artması kaçınılmazdır. Eskiden harekât başarısını belirleyen “kara üstünlüğü”, “deniz üstünlüğü”, “hava üstünlüğü” gibi kavramlar, “hava-uzay üstünlüğü”, “siber uzay üstünlüğü” ve “elektromanyetik harp üstünlüğü” gibi kavramlara bırakmıştır (Friedman & Friedman, 2002). Elektro manyetik spektrum üstünlüğü olmadan diğer üstünlüklerin elde edilmesi de pek mümkün görünmemektedir. Ağ merkezli komuta kontrol ve birlikte çalışabilirliğin harekâta etkin rol oynayacağı değerlendirilmektedir. Geleceğin harekât ortamını şekillendirecek önemli gelişmeler arasında, otonomi, yapay zeka, insan-makine etkileşimi gibi teknolojiler ile insansız sistemlerin sürü halinde görev yapmaları bulunmaktadır. Gelecekte uzayın kontrolü ve askerleşme olasılığının da artacağı öngörülmektedir (Kleinberg, 2007). İnsansız uzay araçları, uydu karıştırma, anti-uydu silahları, uzaya silah yerleştirme gibi gelecek senaryoları gündeme gelmektedir. Tüm bu gelecek harekât ortamı senaryoları ele alındığında, gelecekte hız, menzil, irtifa, manevra, düşük görünürlük, artırılmış durumsal farkındalık, otonomi, insansız sistemler, yüksek komuta kontrol seviyesi, ağ güvenliğine yönelik teknolojilerin giderek önem kazanacağı değerlendirilmektedir (Kupchyn vd., 2021). Ek olarak, harekât koşullarındaki değişimler doğrultusunda, gelecekte ileri termoplastik malzemeler, nanoteknoloji, şekil hafızalı, kendi kendini onarabilen, koşullara göre kendini uyarlayabilen malzemelerin ön plana çıkacağı öngörülmektedir.

Küresel ısınma, karbon bazlı hareketlilik gibi çevresel tehditler ve alınan önlemlerin de sektörümüze yön verdiği görülmektedir. Gündemde olan Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında ekolojik yatırımlar, enerji teknolojileri, hava aracı ve hava aracı bileşenlerinin tasarımında çevreyi odağına alan sürdürülebilir yaklaşımların öne çıkacağı öngörülmektedir. Avrupa Yeşil Mutabakatı, AB ülkelerinin hazırladığı ve geleceğe daha temiz, yaşanabilir ve iyi bir dünya bırakmak adına atılan bir adımdır (European-green-deal, 15 Mayıs 2022).

TUSAŞ'ın dünya lideri olabilmesi için teknolojik gelişmeleri etkin bir şekilde takip etmesi ve çok iyi planlama yapması gerekmektedir. Bu kapsamda Teknoloji Yol Haritası (TYH) TUSAŞ'ın faaliyet alanı kapsamındaki ürün ve süreçlerine yönelik sahip olunması gereken teknolojiler ile bu teknolojilerin kazanımına yönelik bilgileri içeren bir planlama aracıdır.

TYH şirketin, vizyon, hedef ve yetkinlikleri ile uyumlu, küresel ölçekte sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayabileceği teknoloji stratejilerini oluşturması; ilgili stratejilere uygun teknolojileri belirleyerek, belirlenen teknolojilerin kazanımının sağlanabilmesi için gerekli planlamayı yapması ve yönetmesi bakımından büyük öneme sahiptir. Kazanılması gereken teknoloji konularının hayata geçirilmesi için stratejik amaçlar ile eş güdüm içerisinde TYH oluşturma çalışmaları gerçekleştirmektedir. Ar-Ge, teknoloji ve inovasyon yönetimi faaliyetlerimizin odak noktasında TYH yer almaktadır.

Özgün ürünlere sahip ve küresel rekabet gücüne ulaşmış “dünya markası havacılık ve uzay şirketi” olma vizyonu doğrultusunda, dünyadaki güncel gelişmeler ve teknolojik eğilimler sistematik olarak takip edilmektedir. Rekabet gücümüze katkı sağlayacak teknolojiler ile hali hazırda ülkemizde bulunmayan kabiliyetlere yönelik çalışmalar, yoğunlaştığımız alanların başında gelmektedir. Teknoloji transferi için farklı yöntemler denenmektedir.

Şirketimize yön veren teknoloji konuları belirlenirken gerek ilgili TUSAŞ bölümleri, gerekse dünyanın önde gelen havacılık ve savunma şirketleri, araştırma kurumları ve üniversitelerinin üzerinde çalıştığı teknolojiler incelenmekte ve analiz edilmektedir. Bu çalışmalar boyunca; Türkiye ve dünyadaki teknolojik gelişmelerin incelenmesi, analiz edilmesi ve raporlanması; TUSAŞ'ın küresel ölçekte sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayabilmesi hedefi doğrultusunda teknoloji öngörülerinin araştırılması; kısa, orta ve uzun vadede kazanılması gereken teknoloji konularının belirlenmesi; bu teknolojilerin ilgili gruplar ile koordine edilerek kazanım planlarının oluşturulması önem arz etmektedir. Kazanım planları kapsamında ilgili teknoloji konularının ne zaman, hangi paydaşımızla birlikte, hangi proje kurgusuyla kazanılacağına yönelik planlamalar yapılmaktadır. İlgili araçta teknoloji konularını sınıflandırmak ve birbirleriyle ilişkisini doğru tanımlayabilmek için kullanılan bir taksonomi de bulunmaktadır. Dünyanın önde gelen havacılık ve savunma sanayi şirketleri ile araştırma kurumlarının üzerinde çalıştığı teknolojiler analiz edilerek, geleceğe şekil verecek teknolojiler belirlenmekte ve Şirketimize rekabet avantajı sağlayacağı değerlendirilen konular teknoloji yol haritamıza eklenmektedir. Bu kapsamda, yapay zeka, dijitalleşme, siber güvenlik, sürdürülebilirlik ve malzeme-imalat alanında yeni nesil teknoloji eğilimlerinin havacılık ve uzay sanayinin gelişimine yön vereceği öngörülmektedir.

Havacılık ve savunma sanayinde çalıştığımız kritik konular arasında öncelikli olarak ileri malzemeler gelmektedir. Yakıt tüketiminin azaltılması ve performans için hava araçlarında hafif ve dayanıklı malzeme arayışı teknolojinin gelişmesine paralel olarak sürmektedir. Aynı zamanda eklemeli imalat, termoplastik üretim yöntemleri gibi yenilikçi imalat yöntemleri üzerine çalışılmaktadır. Ürün geliştirme ve üretim sürecini hızlandıracak araç ve prosesler de yoğunlukla çalışılan konulardandır. Yapay zeka, büyük veri gibi teknolojilerin olgunlaşmasıyla; analiz, modelleme ve simülasyon, arızaları önleme veya arızanın erken tespiti konuları da yoğun çalışılan alanlar olarak öne çıkmaktadır.

Teknoloji Yol Haritasının hazırlanmasının yanı sıra, üzerinde çalışılan teknolojilerin Teknoloji Hazırlık Seviyelerinin (THS) ölçümleri, teknoloji geliştirme sırasında ortaya çıkan risklerin hızla çözülebilmesi ve ürün geliştirme sürecine olumsuz etkilerinin en aza indirgenmesi bakımından kritiktir. Büyük şirketlerin bile yeni gelişmekte olan, riskin yüksek olduğu, henüz pazarın olmadığı ileri teknolojilere (cutting-edge) ilgi göstermesi maddi kaygılar nedeniyle maalesef mümkün olamamaktadır. İşte bu bariyerlerin aşılması için desteklerin ya da destek sağlayacak mekanizmaların oluşturulması gerekmektedir. Ancak bu sayede teknolojik hazırlık seviyesi (İng.: TRL – Technology Readiness Level) 1'den 9'a tüm süreci destekleyebilen bir yenilik ekosistemi oluşturulabilir.



Teknoloji Yol Haritamızdaki konuların büyük bir bölümünü Millî Muharip Uçak (MMU), HÜRJET, ANKA, T625 GÖKBAY ve ATAK-2 gibi özgün platformlarımıza yönelik teknolojiler oluşturmaktadır. Ağırlıklı olarak malzeme, imalat, yapısal, aerodinamik, aviyonik, hava ve uzay aracı sistemleri, bilişim gibi teknolojik yetkinlik alanlarındaki konulara odaklanılmaktadır. Özgün ürünlerimize en ileri teknolojileri entegre ederek Türk Silahlı Kuvvetlerine hareket üstünlüğü sağlayan çözümleri geliştirmek ana hedefimiz arasında yer almaktadır. Bunun yanında gelecekte öne çıkacak hava aracı konseptlerine ve teknolojilerine yönelik Ar-Ge faaliyetleri ile yatırımlar da artırılarak sürdürülmektedir.

Teknolojik gelişmelerin sunduğu yeni olanakların, savunma ve havacılık sanayinin geleceğini şekillendireceği öngörülmektedir. Bu doğrultuda otomasyon ve dijitalleştirme teknolojileri, yeni malzemeler, alternatif enerji kaynakları, yapay zeka, veri analitiği ve Endüstri 4.0 teknolojileri ile ilgili çalışmalar öne çıkmaktadır (Öztürk, 2018). Gelecekte sektörümüzde nano katkılı kompozitler, yeni nesil kaplamalar, eklemeli imalat ve termoplastik kompozit malzemelerin kullanımının yaygınlaşması beklenmektedir (Ateş vd., 2021). Yenilikçi aerodinamik tasarımlar, yenilikçi aviyonik teknolojiler, itki sistemleri, pilot ve platform sağlık takip sistemleri, yenilikçi seyrüsefer sistemleri, otonomi ve bilişsel pilot teknolojilerinin geleceğe yön vereceği öngörülmektedir. Geleceğin teknoloji alanlarından, şekil değiştiren kanat ve meta malzemeler, flapsiz kanat, yenilikçi malzeme kalifikasyon metodolojileri, yeni test prosedürleri, tahribatsız muayene teknolojileri, malzeme modelleme platformlarının geliştirilmesi, eklemeli imalat ve nano malzeme alanlarındaki kazanımların da rekabet avantajı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Belirtilen alanlardaki gelişmelerin havacılık sektöründeki uygulamalarına yönelik konular yakından takip edilmekte ve teknoloji yol haritamızda da kapsamaktadır.

Dış paydaşlarımız tarafından yürütülen TYH, Teknoloji Taksonomisi gibi çalışmalara aktif katılım ve katkı sağlanmaktadır. TUSAŞ'ın lider kuruluş rolünü üstlendiği Savunma Sanayi Başkanlığı (SSB) öncülüğünde yürütülmüş olan Kompozit Teknolojileri Yol Haritası çalışması başarılı örnekler arasındadır. Bu çalışma kapsamında, ülkemizin ihtiyaç duyduğu teknoloji konularının ve bu alandaki mevcut durumun belirlenmesi ve stratejik öneme sahip, ulusal güvenliğimize doğrudan etki eden kompozit teknolojilerin geliştirilmesine yönelik planlamanın yapılması faaliyetlerine katkı sağlanmıştır.

Teknoloji Yol Haritasında yer alan konular çerçevesinde, iç ve dış paydaşlar ile bilimsel ve teknolojik işbirliği faaliyetleri planlanmaktadır. TUSAŞ'ın kazanması gereken yetkinlik alanlarına yönelik mühendis ve araştırmacı ihtiyacını karşılamak amacıyla insan kaynağı yetiştirilmesi için TYH rehber olmaktadır. İhtiyaç alanları üniversitelere duyurularak iş birliği projeleri ve akademik çalışmalar başlatılmaktadır. Üniversiteler ile insan kaynağı yetiştirmeye yönelik programlar da gerçekleştirilmektedir.

### **3. Yerleştirme ve Millileştirme**

Savunma ve havacılık sektörünün geleceğini şekillendirecek teknolojiler geliştirmek, yerli imkân ve millî teknolojiler ile rekabetçi ürün ve hizmetler sunmak TUSAŞ'ın stratejik amaçları arasında yer almaktadır. Bu bağlamda yurt dışına bağımlı olmamıza neden olan kritik teknolojilerin yurt içinde yerli ve millî olarak üretilmesinin sağlayacağı avantajlar çok önemlidir. Özellikle savunma sanayinde teknolojiyi geliştiren ülkelerin uyguladığı kısıtlayıcı düzenlemeler, özgün olarak üretilen savunma sistemlerinin yeni pazarlara açılması ve idame ettirilmesi faaliyetlerini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle ülkenin alım gücünün devreye girerek katma değeri yüksek teknoloji alanlarında yerleştirme ve millileştirme çalışmalarının desteklenmesi ve artırılması uygun olacaktır. Ayrıca ilgili yatırımların

yerinde olması için tüm sektörlerin ihtiyaçlarının konsolide edilmesi ve odaklanılacak konuların belirlenmesi için önceliklendirme yapılması gerekmektedir. Bunun yanında sürdürülebilirliği temin etmek için benzer teknolojik ihtiyaçların yerleştirme ve millileştirme çalışmasıyla kabiliyet kazanan teknoloji odağına yönlendirilmesi de kritiktir. Bu çalışmalar sonucunda dışa bağımlılığımız azalacak, ülke içinde kabiliyet kazanan firmalar yurt dışı pazarlarında pay bularak yüksek katma değerli ürün ihracatı gerçekleştirebileceklerdir.

Yukarıda açıklanan kısıtlayıcı düzenlemeler, ülkelerin ulusal güvenlik kaygısıyla oluşturdukları iç düzenlemeler olup uluslararası sorumlulukların ve iş birliklerinin gereği olarak dış ticarete konu olan askerî ve/veya sivil nitelikli mal, hizmet veya teknolojinin transferinde uygulanan esasları belirleyen kurallardır. Söz konusu ihracat kısıtlamaları ve ambargolar gibi nedenlerle bazı ürünlerde tedarik sıkıntıları yaşanmaktadır. Bu durumu ortadan kaldırmak için temininde sıkıntı yaşanan ve kritik teknoloji içeren ürünlerin yerleştirilmesi kapsamında yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Kritik teknoloji alanlarında bu gibi kısıtlayıcı düzenlemeler kapsamına girebilecek ithalat kalemlerine bağımlılığının azaltılması, yurt içi sanayinin uluslararası pazarlara paralel olarak gelişmesi, orta-yüksek ve yüksek teknolojlü ürünlerin sanayi ve ihracat içindeki payının artırılması yerleştirme çalışmaları kapsamında ele alınmaktadır.

Kritik teknoloji alanlarında “milli” ve “yerli” kaynaklar oluşturularak kısıtlayıcı düzenleme risklerine karşı tedbirler çalışılmaktadır. Ülkemizin temininde güçlük çektiği kritik öneme sahip malzemeler, alt sistemler ve sistemler belirlenerek millileştirme ve yerleştirme faaliyetleri kapsamında önceliklendirilmekte ve kazanım planları hazırlanmaktadır. Bu kapsamda ele alınan faaliyetlerde havacılık ve savunma sanayi ihtiyaçları sürükleyici güç olarak ele alınmakta, aynı zamanda diğer sektör ihtiyaçlarının da konsolidasyonu hedeflenerek ölçek ekonomisi oluşturulması amaçlanmaktadır. Neticede sistem, alt sistem ve bileşenleri yurt içinde geliştirebilecek ana oyuncuların oluşturulması hedeflenmektedir. Geliştirilen ürünün dış pazara açılmasını sağlayacak pazarlama stratejileri de paydaşlarımızla birlikte geliştirilmektedir. Tüm platformlarımızdaki kritik sistemlerin ihtiyaçları bu bakış açısı ile konsolide edilmekte ve alt sistem bazında Yerleştirme Yol Haritaları hazırlanmaktadır. Bu yaklaşım ile teknoloji kazanım sürecinin tüm bileşenleri stratejik olarak planlanarak hem firmaları hem de sektörü sürdürülebilir kılacak bir yapının oluşması hedeflenmektedir.

Yeri gelmişken yerlilik veya yerleştirme ve millileştirme kavramlarını Prof. Öztürk'ün çalışmasından alıntı yaparak detaylı olarak açıklarsak;

*“Yerleştirme” bir ürünün üretiminin fikri hak sahipliğine bakılmaksızın ülke sınırları içerisinde gerçekleştirilmesidir. Bu üretim yabancı bir lisans altında da yapılabilir. Millileştirme kavramını da tariflersek; “Millileştirme” bir ürünün tasarımından üretimine, lojistik desteğine kadar bütün yaşam döngüsüne, fikri hak sahipliği de dahil olmak üzere, sahip olunması demektir. Ülkenin belli bir güce ulaşana kadar bütün bu faaliyetlerini ülke içerisinde gerçekleştirmesi çok büyük öneme sahiptir. Dünya sahnesinde söz sahibi olan birçok ülke de bu yaklaşımı kullanmıştır. Bu noktaya gelebilmek için yerleştirme ve millileştirme çalışmaları sistematik ve planlı bir program dahilinde taviz vermeden hayata geçirilmelidir. Belli bir güce ulaşıldığında da artık dünya üzerinde kendi tedarik zincirimizin kurulması oldukça kolaylaşacak ve kapılar ardi ardına açılmaya başlayacaktır. Ancak unutulmamalıdır ki, kritik teknolojilerin daima yerli ve milli kalması çok önemlidir. Aksi takdirde, hem ülke yönetiminde hem de ülke savunmasında zaafarla karşılaşılabilir.” (Öztürk, 2022).*

Ülkemizin içinde bulunduğu coğrafya yerleştirme ve millileştirme çalışmalarını zorunlu kılmaktadır. Bölgenin hareketliliği ve uzun yıllara dayanan sorunlar güçlü bir savunma sanayiye sahip olmayı gerektirmektedir. Bu doğrultuda çok ciddi çalışmalar yapılmalıdır. Teknoloji Kazanımı ve Sanayileşme ilişkisinin doğru kurgulanmasında, günümüzde her alanda giderek önem kazanan veri ve bilgi yönetimi de büyük önem taşımaktadır. Yerleştirme ve Millileştirme çalışmalarının başarısının, bu ilişkinin sağlam temeller üzerine kurulması ile sağlanabileceği değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda, ülke içerisinde sahip olunan kabiliyetlerinin kapsamlı analizine ilişkin çalışmalar şirketimizin stratejik hedefleri uyarınca yoğunlaştırılmıştır. TUSAŞ ihtiyaçlarının doğru tanımlanması ve bu ihtiyaçların karşılanması amacıyla kaynak kullanımının planlanması için sistematik yaklaşımlar ele alınmaktadır. Doğru tanımlanan ihtiyaçlar ve ortaya konulan analizler doğrultusunda, ölçek ekonomisinin oluşturulmasına zemin hazırlayacak kurgular geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Yerel endüstri kuruluşları ve Ar-Ge merkezlerinin kabiliyetlerinin analizi ile şirketimizin ihtiyaçlarının eşleştirilmesi ile kapsamlı eylem planlarının ortaya konulması hedeflenmektedir.

#### **4. Patent Mühendisliği**

Patent sayıları ve ticari nitelikleri ülkelerin gelişmişlik indekslerinin belirlenmesinde önemli parametrelerden biridir. Ülkemizde son yıllarda bu alanda önemli çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemiz bu anlamda çok ileri düzeyde değildir. TUSAŞ'ın sahip olduğu patent başvuru sayıları henüz dünyadaki rakipleri ile yarışacak seviyede olmasa da 2018 yılında kurulan patent mühendisliği birimi sayesinde ulusal ve uluslararası patent başvurularının sayısı artmaya devam etmektedir. Güçlü ülkelerin bu alandaki performansları yüksektir.

Rakiplerin çalışmalarını takip etmek ve rakiplere fark yaratacak veya alternatif olabilecek nitelikte ürünler tasarlayabilmek için patent veri tabanı analizleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Patent mühendisliği çalışmalarımız sayesinde şirketimizde ve erişebildiğimiz tüm ortamlarda özellikle patent veri tabanı analizinin öneminden söz edilmekte, bu kapsamda ülkemizin çeşitli üniversitelerinde okuyan binlerce mühendis adayına patent veri tabanı analizi uygulamasını da içeren “patent mühendisliği” eğitimleri verilmektedir. Tüm savunma sanayi şirketlerinde patent veri tabanı analizi kültürünün yaygınlaştırılması ile geliştirilen teknik çözümlerin hızlı ve etkin olmasının sağlanabileceği değerlendirilmektedir. Sektörde öncü diğer firmaların koruma süresi sona erip, kullanımı serbest olan patentler de yakından takip edilmektedir. Buluşu gerçekleştirmek kadar buluşu doğru anlatabilmek, koruma kapsamını doğru belirlemek de çok önemlidir. Tarifname yazım gücünün patentin ticari değerini doğrudan etkileyen bir faktör olduğu bilinmektedir. Uluslararası standartlara uygun geniş koruma kapsamına sahip ana istem ve alt istem takımları içeren nitelikli patentler TUSAŞ bünyesinde yazılmaktadır. Nitelikli tarifname yazımının ancak şirketin faaliyet alanındaki teknolojilerde deneyim sahibi olan yetişmiş personel ile gerçekleştirilebileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca, patent değerlendirme süreci metodolojisi ile ilgili de çalışmakta ve ticarileştirme yöntemimizin altyapısı oluşturulmaktadır.

Yenilikçi teknolojilerin teknik detaylarına hâkim olmak; patent veri tabanı analizi yaparak tekniğin bilinen ve güncel durumunun “State of the art” tespitini yapmak; yenilikçi tasarım çözümleri hazırlanması adına patent analizinden yola çıkılarak geliştirilen “TRIZ” yönteminin şirketimizin tasarım kültürüne yerleşmesi için çalışmalar yürütmek için patent mühendisliği faaliyetleri yürütülmektedir.

Bu çalışmalarda; ürün tasarım süreçlerine dâhil olmak ve olası patent ihlallerini engellemek, bu sayede ürünlerin piyasadan toplatılması, lisans davalarından doğabilecek ciddi mali ceza ve yaptırımların oluşmasını engellemek; buluşun ticari değerini artıracak stratejik koruma sağlayacak tarifname yazımı gerçekleştirmek; ürünlerin özgün yerli ve millî olabilmesi adına lisanslanabilmelerini sağlamak hedeflenmektedir.

Türk Havacılık ve Uzay Sanayii, patent mühendisliği birimine yapılan yatırımlar sayesinde 2018 yılından itibaren ulusal, uluslararası ve faydalı model başvurularında her yıl bir önceki yıla göre %50 büyüme gerçekleştirmektedir. Bununla birlikte, TUSAŞ fikri ve sınai mülkiyet hakları ile ilgili sahip olduğu başvuruları için çeşitli ödüllere layık görülmüştür. Son yıllarda sırasıyla “Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (World Intellectual Property Organization, WIPO) En İyi Yerli Buluş Ödülü”, “Sertaç Köksaldı Fikri Mülkiyet Hakları Başarı Ödülü”, İstanbul Uluslararası Buluş Fuarı (Istanbul International Inventions Fair, ISIF’19) Grand Prix ve Uluslararası Mucit Dernekleri Federasyonu (International Federation of Inventors Associations, IFIA) Grand Prix ödüllerini alan Türk Havacılık ve Uzay Sanayii, patent başvuru ve niteliğini artıracak çalışmalar gerçekleştirmeye devam etmektedir.

## 5. İnovasyon Yönetimi, Kurum İçi Girişimcilik ve Açık İnovasyon

Ürün geliştirmesi veya iyileştirmesinin ötesine geçen; Şirkete ek gelir sağlayarak ticari katma değeri olan yepyeni ürün, hizmet ve iş modelleri geliştirme kapsamında yürütülen inovasyon faaliyetlerine azami önem gösterilmektedir. İnovasyon ve Teknoloji Politikamız çerçevesinde, havacılık ve uzay ekosistemi oluşturarak; Ar-Ge, inovasyon, yerleştirme ve millileştirmeye olanak sağlayan ve insan kaynağı yetiştirme odaklı dördü sarmal model ile üniversite, devlet, sanayi ve girişimcilik ekosistemi ile ortak akıl platformlarında yeni inovasyon stratejileri geliştirilmektedir.

Bu kapsamda Şirketimizin ihtiyaç duyacağı yeni ürün, hizmet ve iş modellerini daha etkin bir şekilde geliştirebilmek için Şirketimizde “kurum içi girişimcilik” ve “açık inovasyon” konularında çalışmalar yürütülmektedir. Bu konu dünyada çok uzun yıllardır gündemdedir. Tarihte ilk defa 1930’larda ünlü Avusturyalı iktisatçı ve siyaset bilimci Joseph Alois Schumpeter inovasyonu ekonomi ve kalkınmanın arkasındaki itici güç olarak tanımlamış ve ekonomilerin yenilikçi faaliyetlerle yeniden şekilleneceğini öngörmüştür (Hagedoorn, 1996).

Kurum içi girişimcilik; şirket çalışanlarından, şirketin inovasyon odak konuları ile bağlantılı alanlarda düzenli olarak toplanan inovatif fikirleri projelendirmek ve hayata geçirmek sureti ile yürütülen çalışmaların bütünüdür. Bu kapsamda inovatif fikirler çalışanlar tarafından bir girişimci yaklaşımı ile geliştirilmekte ve hayata geçirilmektedir. Çalışanların inovatif düşüncesini, Şirket içerisinde var olarak, Şirketin sunduğu imkanlar ve sistemler ile hayata geçirerek ticarileşmesi hedeflenmektedir. Bu çerçevede, Şirkete yeni ciro getirecek inovasyon önerilerinin, fikir aşamasından ticarileşmesine kadar Şirket çalışanları tarafından işletilen girişimcilik anlayışı benimsenmektedir. Şirket kaynakları ve idari / teknik altyapıdan faydalanma (BT desteği, yetkin çalışanlar, hukuki konular, fikri haklar yönetimi, girişimcilik fikrini geliştirecek eğitim ve mentörlük desteği, finansal destek vb.); mevcut işini devam ettirirken, inovatif fikirlerini şirket imkânları ile daha hızlı hayata geçirebilme olanağı; ticari risk ve kaygı olmadan, Şirket öncelikleri doğrultusundaki girişimcilik fikrini kendi oluşturabileceği proje ekibi ile hayata geçirme imkânı; çalışanların girişimci gibi düşünmesini destekleme, mevcut iş yapış biçimini geliştirmeye ve Şirket içerisinde girişimcilik kültürünün yerleştirilmesine katkı sağlama; çevik ve hızlandırıcı süreçler

inovatif fikrini doğrudan üst yönetim ile birlikte geliştirme imkânı kurum içi girişimcilik sayesinde sağlanabilmektedir.

Açık inovasyon ise, en yalın şekliyle, şirketin dışındaki kaynaklar kullanılarak yapılan inovasyon çalışmaları olarak tanımlanabilir. Zorlu rekabet ve piyasada tutunma mücadelesi gerektiren koşullarda işletmelerin ayakta kalabilmek için inovasyon yeteneklerini geliştirmeleri ve tüm sektöre uygulamaları gerektiği görülmektedir. İşletmeler, yenilikçi fikirlere daha kolay erişmek ve kendi iç sorunlarına çözüm bulmak için kitlesel olarak açık inovasyon ile dış kaynak kullanımını kullanmaya başlamıştır. Savunma sanayinde açık inovasyonun işletmelere zarar vereceği ve mahremiyetin korunmasında sorunlara yol açacağı tabusu ortadan kalkmış ve bu alandaki çalışmalar hız kazanmıştır. Açık inovasyonun temel aktörleri; girişimciler, tedarikçiler, üniversiteler ve müşteriler olarak sayılabilir.

Açık inovasyon sistemi, kurum içi girişimcilik sisteminin bir alternatifi niteliğinde değil, bir tamamlayıcısı niteliğindedir. Bu nedenle, her iki konu TUSAŞ'ta bütünsel olarak çalışılmaktadır.

Kurum içi girişimcilik programı sayesinde TUSAŞ'ın geleceğinin yine TUSAŞ'lıların katkıları ile şekillendirilmesi; bu çalışmalara katkıda bulunmak için de açık inovasyon faaliyetlerine ağırlık verilerek Türkiye'de gün geçtikçe gelişen girişimcilik ekosistemi ile işbirliği yapılması hedeflenmektedir. Ancak her konuda olduğu gibi bu alanda da başarıya ulaşabilmek için bazı öncelikli konular belirlenmesi ve inovasyon odak konularının oluşturulması büyük önem taşımaktadır. Kurum içi girişimcilik ve açık inovasyon alanındaki kısa, orta ve uzun vadeli inovasyon odak konuları üst yönetim katılımıyla düzenlenen çalıştaylarda belirlenmekte ve belirli dönemlerde gözden geçirilmektedir.

İlgili çalıştaylarda, şirket olarak mevcut durumumuzdan; misyon, vizyon ve değerlerimiz doğrultusunda hedeflediğimiz duruma, konuma (büyüme hızı, ciro, pazar payı, karlılık oranı gibi metriklerde) ulaşabilmemiz için çalışılacak kısa, orta ve uzun vade inovasyon odak konuları belirlenmektedir. Ayrıca, ilgili inovasyon odak konularında nasıl bir seviyede ve ne tür bir yaklaşımla yenilikçi olunması gerektiğini, bu seviyeye nasıl ulaşabileceğini ortaya koyan bir yol gösterici olarak inovasyon stratejimiz oluşturulmaktadır.

İnovasyon stratejimizdeki temel yaklaşım, ilgili dikey ve yatay konulardan güçlü olduklarımızda Ar-Ge yetkinliğimiz ile çalışmalara devam edilmesi ve şirket içerisindeki kurum içi girişimcilik potansiyelini de kullanarak hedeflenen çalışmaların beklenen noktaya taşınabilmesidir. Dış paydaşlardaki yetkinlik ve kabiliyete ihtiyaç duyulan kalan konularda ise, açık inovasyon faaliyetlerinin girişimcilik ekosistemi ile iş birliği yapılarak yürütülmesine yönelik bir metodoloji izlenmektedir.

Dikey ve yatay konularda yürütülecek kurum içi girişimcilik faaliyetleri özelinde izlenen stratejilerimiz de bulunmaktadır. Kurum içi girişimcilik programı çerçevesinde kısa vadeli inovasyon odak konuları için fikir kampanyaları düzenlenmektedir. Bu aşamada hedeflenen, TUSAŞ içinden toplanan fikirlerin projeye dönüştürülmesi ve TUSAŞ bünyesinde kurulan "İnovasyon Komitesi" tarafından düzenli aralıklar ile değerlendirmeye tabi tutulmalarıdır. Bu hedefe ulaşabilmek için, ilgili programlara fikir ileten TUSAŞ çalışanlarına eğitim ve mentorluk desteği verilmektedir. Süreç sonunda İnovasyon Komitesi tarafından seçilen projelerin, şirketin olağan iş süreçlerine dâhil edilerek ticarileştirilmesi amacıyla çalışılması hedeflenmektedir. TUSAŞ tarafından orta ve uzun vadede çalışılması kararlaştırılan konuların ise, TUSAŞ içerisindeki başarılı kurum içi girişimciler ve / veya

alanında uzman çalışanlarımız arasından seçilerek kurulan ve farklı bir sürece tabi olan özel ekipler tarafından çalışması planlanmaktadır.

Nihai hedeflere ulaşma yolunda, kurum içi girişimcilik faaliyetleri ile yürütülen çalışmalar belirli bir noktaya getirildikten sonra ya da ilgili kurum içi girişimcilik faaliyetleri esnasında, şirket dışındaki kaynaklardan faydalanarak açık inovasyon modellerinin işletilmesi planlanmıştır. Kurum içi girişimcilikte olduğu gibi, dikey ve yatay konularda yürütülecek açık inovasyon faaliyetleri özelinde de izlenen stratejilerimiz bulunmaktadır.

Hem şirketimizin ticarileşebilir nitelikli patent portföyüne katkı sağlamak hem de bu patentleri uluslararası platformlarda rakip pazarlarda nitelikli şekilde koruyabilmek adına, yenilikçi fikri olan fikir aşamasındaki girişimciler ile ortak patent başvurularının gerçekleştirilmesi, bu girişimlere patent yazımında ve başvuru sürecinde destek olunması, ilgili girişimin şirketleşmesi durumunda bu patentin haklarının kullanılabilmesi, şirketimizin de ilgili fikri, ticari amaçlı kullanabilmesi, böylece kazan-kazan modeli ile iş birliği gerçekleştirilmesi faaliyetleri, teknoloji transferi açısından inovatif yetkinlik stratejisi olarak yürütülmektedir.

Ayrıca teknokent / teknopark yönetimleri ile görüşülerek ve ekosistem ziyaretleri gerçekleştirilerek; girişim sermayeleri ile iş birliği görüşmeleri yapılarak; girişimci analizleri ile hızlandırıcı programlar yapan firmalar ile iş birlikleri yapılarak inovasyon odak konuları özelinde tespit edilen gerekli yetkinliklere sahip girişimler için birleşme, satın alma, stratejik ortaklık ve yatırım modelleri oluşturulmaktadır. Bu modeller; tematik odak konuları özelinde oluşturulan inovasyon komitesi tarafından uygun görülen girişimler için; strateji yönetimi, iştirakler, mali işler ve teknoloji yönetimi ekipleri tarafından oluşturulan üst kurul tarafından verilen karara göre işletilmektedir.

Bununla birlikte, Türkiye'de yerleşik girişimcilere yatırım yapmak üzere kurulmuş girişim sermayesi yatırım fonu paylarının satın alınması veya girişim sermayesi yatırım ortaklıkları ya da 4691 sayılı Kanun kapsamındaki kuluçka merkezlerinde faaliyette bulunan girişimcilere sermaye konulması da açık inovasyon stratejilerimiz arasında yer almaktadır.

Teknokent ve teknoparklar ile stratejik çözüm ortaklığı sözleşmeleri yapılarak, ilgili bölgelerde TUSAŞ adına tahsis edilmiş alanların, girişimcilere kuluçka hizmeti olarak sunulması için çalışmalar yürütülmektedir.

Tespit edilen girişimler ile birlikte Ar-Ge yapma, onlara teknolojilerini TUSAŞ tesislerinde deneme imkanı sağlama, ürün / hizmet alma, farklı çözümlerini kullanma, eğitim / mentorluk desteği verme, onlara yeni müşteri kazandırma, yeni müşterilere erişim kanallarını güçlendirebilmek için savunma sanayi ekosistemi ile ağ kurma fırsatı sağlama ve özellikle ileri aşamada kendini savunma sanayide konumlandırmakta zorlanan girişimciler için birlikte geliştirme metodolojisiyle, askerî / sivil kullanım örnekleri çıkarılabilmesi konularında girişim ekosistemi ile iş birliği modelleri işletilmek üzere çalışmalar yürütülmektedir.

İnovasyon odak konuları ve kurum içi girişimcilik ile açık inovasyon faaliyetlerinde işletilecek süreçler ve şirketimizin inovasyon odak konuları ile stratejisi, tüm şirket çalışanlarının erişimine açık olarak yayımlanmaktadır ve duyurulmaktadır.

## 6. Ar-Ge Yönetimi Faaliyetleri

5746 sayılı Kanun kapsamında Türkiye'nin en eski ve hali hazırda en büyük Ar-Ge Merkezlerinden birisi olan şirketimizin Ar-Ge Merkezinde görev yapan personel sayısı 2021 yıl sonu itibariyle 3614'e, teknokent şubeleri de dahil olmak üzere Ar-Ge'de görev yapan toplam personel sayısı ise 3809'a ulaşmıştır. 2021 yılı Ar-Ge Harcaması 4,39 Milyar TL'ye ulaşan şirketimiz, "Ar-Ge 250" araştırmasında "Türkiye'de Ar-Ge Harcamaları", "Ar-Ge Personeli Sayısı" ve "Ar-Ge'de Çalışan Kadın Personel Sayısı" kategorilerinde ikinci sırada yer almıştır (Arge250, 2020).

Şirketimizde Ar-Ge yönetimi faaliyetleri Ar-Ge projeleri portföyünün yönetilmesi (Ar-Ge projelerinin başlama, icra, değişiklik, kapanış ve kapanış sonrası süreçlerinin yönetilmesi ve izlenmesi, Ar-Ge destek programlarına başvuru süreçlerinin yürütülmesi, Ar-Ge portföy ve metriklerinin raporlanması), 5746 Sayılı Kanun kapsamında Ar-Ge Merkezi yönetimi, 4691 Sayılı Kanun kapsamında Teknokent Ar-Ge faaliyetlerinin yönetimi, Ar-Ge mevzuat ve düzenlemelerinin izlenmesi çalışmalarını kapsamaktadır.

Ülkemizde havacılık ve uzay ekosistemine yön vererek TUSAŞ'ın hedeflerine ulaşması için çalışan Şirketimizin yeni ürün ve teknolojileri geliştirerek hayata geçirmesinde Ar-Ge yönetimi faaliyetleri önemli bir rol oynamaktadır.

Şirketimizin en önemli gücü üretim altyapısıdır. Bu altyapıya CNC Torna ve Freze Tezgâhları, Sac Metal/Kompozit Şekillendirme Tezgâhları, Fiber Serme Tezgâhları, Pal Üretimi, Sıcak Şekillendirme Presi, Kumaş Kesme Tezgâhları (Ply Cutter), Ultrasonik Muayene Tezgâhları, Robotik Delik Delme Tezgâhları, Otomatik Delik Delme Tezgâhları, Honlama Tezgâhı, Shot Peen Tezgâhları, CMM-Koordinat Ölçme Tezgâhları, Manyetik Parçacık Muayene Tezgâhları, Taşlama Tezgâhları (Yüzey, Silindirik, Dişli), Boru Bükme Tezgâhları, Kumlama Tezgâhları, Titanyum Şekillendirme Presleri, Otoklav, Kompozit Kür Fırınları, Boya Proses Kabinleri, Boya Kurutma Fırınları ve Boya Robotlarını sıralayabiliriz. Yıllar içerisinde şirketimiz çok büyük tecrübeler kazanmış, dünyanın en önemli üretim yapan tesislerinden biri haline gelmiştir. Ayrıca, şirketimizde yüksek hassasiyetli işleme, özel dişli imalatları, özel ısıl işlemler, yüksek teknoloji boya ve imalat kabiliyetlerimiz yetersiz olup bu alanda teknolojik desteğe ve danışmanlığa ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alanlarda ciddi manada Ar-Ge çalışmaları yapılmalıdır. En etkili yol bu yetkinlikleri Ar-Ge ile kazanmaktır.

Millî Muharip Uçak'ta kullanılacak olan parçalar içinde titanyum dövme kabiliyetine ihtiyacımız vardır. Bu alanda da yatırımlar yapılarak kabiliyet geliştirilmelidir. Titanyum dövme işlemi için, çok yüksek kuvvetler gerektiği gibi, kalınlığı fazla olan bir kütlenin sıcaklık homojenliğinin sağlanması için presleme işlemleri arasında ısıl işlemler de gerekmektedir. Titanyum dövme proseslerinde geometriye bağlı olarak kalıp teknolojisinde de zorluklar mevcuttur. 1000 °C civarındaki bir titanyum parça, çelikten üretilen kalıplar arasında şekillendirileceği zaman kalıplarda aşırı ısınma gözlemlenmekte ve deformasyonlar oluşup birkaç parça sonra kalıplar kullanılamaz hale gelmektedir. Küçük malzemelerin yüzeyi ile çekirdeği arasında oluşan sıcaklık farkları mikro yapıda ciddi değişikliklere neden olmaktadır. Bu sebeple proses ciddi tecrübe gerektirmektedir. Havacılık için kullanılan titanyum dövme parçaları genellikle hareketli ve yük taşıyan önemli yerlerde kullanıldığı için bu parçalar geometrik olarak da büyük olmakta (örneğin, A350 iniş takım gövdesi; helikopter rotor bileşenleri) bu sebeple de 20.000 ton ile 75.000 ton mertebelerinde kuvvet uygulayabilen hidrolik preslerde şekillendirme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Dövme işlemi genellikle nihai parçanın olması gerektiği şekle yakın

geometriyi elde etmek için kullanılmakta, çoğunlukla ardından talaşlı imalat gerektirmektedir. Havacılıkta dövme olarak tercih edilen alaşım yüksek oranda Ti-6Al-4V alaşımıdır.

Titanyum malzemelerin talaşlı imalatı da kendi içinde birçok parametre içermektedir. Bu parametrelerin en önemlisi kesici takım ile parça arasındaki ısı transferidir. Kesme işlemi sırasında ısının çoğunluğunun takımda kalması aşırı ısınma ve sonrasında da aşınım sorunlarına neden olmaktadır.

Eklemeli imalat teknolojileri sahip olduğu yüksek potansiyel nedeniyle etki ettiği sanayi dallarının maliyet ve kalite döngülerini önemli ölçüde etkileyebilecek bir dönüşüm gerçekleştirme eşliğinde bulunan teknolojiler arasında öne çıkan yeni bir endüstri oluşumudur. Eklemeli imalat teknolojileri sadece üretim sürecinin daha ulaşılabilir ve hızlı gerçekleşmesini sağlamakla kalmayıp aynı zamanda yeni bir üretim ekosistemi ve felsefik bir dönüşümünü (paradigma sıçraması) de beraberinde getirmektedir. Ayrıca, eklemeli (katmanlı) imalat teknolojileri her alanda hızla yaygınlaşmaktadır. Bu teknolojinin daha etkin kullanılabilmesi için uygun olan tezgâhların kazandırılması, üretilen parçaların mekanik performanslarının incelenmesi ve modellenmesi gerekirken aynı zamanda elektron ışını ile ergitme (EBM) gibi teknolojilerin de kazanılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Eklemeli imalat teknolojilerinde ayrıca, nano - kısa fiber katkı termoplastik malzemelerin katmanlı imalatı, Doğrudan Enerji Biriktirme (DED), Seçimli Lazer Ergitme (SLM) gibi teknolojiler de kazanılmalıdır. Toz SLM ve DED teknikleri üzerinde proses parametre optimizasyonu, malzeme, proses izleme, modelleme ve simülasyon, parça tasarımı, ikincil işlemler, tahribatsız muayene ve kalifikasyon/sertifikasyon süreçlerinin de geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu alanda teknolojik yetkinlik kazanılmalı ve dışa bağımlılık tamamen ortadan kaldırılmalıdır. Bu alanda çok büyük fırsatlar vardır, bu fırsatların katma değere dönüşmesi için çok detaylı ve kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır.

Diğer taraftan imalatta dijitalleşme konusunda çok hızlı adımlar atılmalı, dijital dönüşüm yöntemleri uygun teknolojilerle eşleştirilmelidir. Bu doğrultuda, fiziksel dünyanın sanal bir kopyasının oluşturulması, büyük veri, otomasyon ve yapay zekâ yönünde mevcut sanayinin teşvik edilmesi ve ileri teknoloji ile donatılmasını hedefleyen projeler gerçekleştirilerek öncelik verilmesi önem arz etmektedir. Burada donanım imalatlarının ülke içinde yapılması çok önemli olup, bu alanda altyapı oluşturulmalıdır.

Değişim ve yeniliğin kaçınılmaz olduğu dünyamızda, paradigma sıçraması olarak nitelendirilebileceğimiz, hayat akışımızı sürekli değiştiren teknolojik ilerleme dönemleri yaşamaktayız. Günümüzde, dördüncü bir teknolojik ilerleme döneminin içerisinde yer alıyoruz: Endüstri 4.0 olarak adlandırılan bu yeni dönem, ürünün ömür döngüsü boyunca tüm değer zincirini düzenleyen ve kontrolünü sağlayan bir yapı içeriyor. Değer zincirindeki tüm nesnelerin entegrasyonu sağlanarak kişi, nesne ve sistemlerin birbirine siber ortamda fiziksel olarak bağlanması, artarak özelleşen müşteri isteklerine odaklanması, gerekli tüm bilgiye gerçek zamanlı olarak ulaşılabilmesi, elde edilen veriler kullanılarak en uygun değer akışının belirlenebilmesi ve maliyet, erişilebilirlik, kaynak tüketimi gibi çeşitli kriterlere göre kendi kendini geliştirerek değer artışı sağlayan ağlar oluşturulması mümkün olabilmektedir.

Teknolojideki gelişmeler, sanayi devriminden günümüze kadar gelen süreçte endüstriyel üretkenlikte dikkat çekici artışlara ve gündem oluşturan etkilere neden olmuştur. Endüstri 4.0'ı mümkün kılan temel teknolojiler, havacılık ve uzay sanayinin üretim aşamalarında da yenilikçi etkiler oluşturarak, üretim hızının ve kalitesinin artmasını sağlamaktadır.



Bu yeni teknolojik eğilimlere dünya ile eş zamanlı uyum sağlayarak, üretim ve imalat çalışmalarında ülkemizin rekabet gücünü artırmak ve teknolojik üstünlüğü sağlamak için çok yoğun araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin yürütülmesi gerekmektedir. Bu kapsamda ülkemiz için önem arz eden teknolojiler konusunda çalışmalar ve planlamalar yapılarak, yeni nesil imalat teknolojileri konusunda küresel lider konumuna gelinmelidir. Bu faaliyetler için üniversitelerin, araştırma merkezlerinin ve teknoloji firmalarının iş birliği içinde ortak çalışmalar gerçekleştirmesi gereklidir. Ekosistemin önemli paydaşlarından biri olan teknoloji merkezleri, üniversiteler ile firmalar arasında köprü vazifesini üstlenerek, teknoloji hazırlık seviyesini 3'ten 6'ya yükseltip teknolojinin ürüne dönüştürülmesi mümkün kılınmalıdır.

## 7. Sonuç

Son yıllarda büyüyen, gelişen ve değişen şirketimiz, dünyanın en iyi 10 havacılık ve uzay şirketinden biri olma vizyonu ile çalışmalarına hız kesmeden devam etmektedir. Ülkemizin havacılık ve uzay sektöründeki lideri konumundadır. Fakat amacımız dünya liderleri arasında kalıcı bir yer tutarak teknoloji ve inovasyonu yöneten bir şirkete dönüşmektir. Hedefimiz teknoloji odaklı, üreten, rekabet gücü yüksek bir yapıya dönüşmektir. Bu hedefin gerçekleşmesinde yeni teknolojilerin, inovasyon bakış açısının, Ar-Ge yatırımlarının ve üretim aşamalarının hız kazanmasının etkin bir rol oynadığı aşikar olup, gelecek hedeflerimize emin adımlarla ilerlenmektedir. Muadil üretim süreçlerine nazaran çok kısa bir süre içerisinde üretilen hava araçları, eş zamanlı olarak yetiştirilen nitelikli insan kaynağı ve ülkemizin ilk havacılık dokümanlarının yazılması gibi çeşitli başarılarıyla şirketimiz alanında öncü olma vasfını gözler önüne sermektedir.

Daha fazla yerli ve millî ürünle ülkemizin savunma sanayisinde ihtiyaçlara anında yanıt verebilmek, dünyanın önde gelen havacılık ve uzay şirketleriyle rekabet edebilir konuma gelebilmek, birçok yerli ve millî ürünü gökyüzüne taşımak için büyük bir gayretle çalışılmaktadır. Daha fazla hava aracını tasarlayıp üretebilmek amacıyla çalışmalar yeniden şekillendirilmektedir.

Havacılık, uzay ve savunma sanayiinde hedeflediğimiz lider konuma, iç ve dış tüm paydaşlarımızın sunacağı katkılarla ulaşabileceğinin bilinciyle, teknoloji ve inovasyon yönetimi odaklı modellerin tasarlanması, işletilmesi ve ilgili bölümlerin organizasyonda yerini alması büyük önem arz etmektedir.

Havacılık ve uzay faaliyetlerinin sürdürülebilir olabilmesi için ülke içinde güçlü bir tedarik zinciri kurmak elzemdir. Ekosistem havacılığın olmazsa olmazıdır. Birlikte büyümek ve birlikte güçlenmek gerekmektedir. Bu yapıyı güçlü insan kaynağı yani güçlü dünya lideri üniversitelerle ve girişimcilik ekosistemiyle desteklemek zaruridir. Dünyaya açık fakat krizden en az yapıyla zarar görecektir bir model benimsenmeli, küresel tedarik zincirinin de ihmal edilmediği uyumlu bir model çalışmalıdır.

**Kaynakça / References**

- Ateş, E., Baş, O., Bakır, M., Ozturk, F. (July 2021). Havacılık Malzemelerinde Rönesans: Termoplastik Kompozitler. TÜBİTAK Bilim ve Teknik, 644, ss. 52-57.
- A European green deal. (2021, December 8). European Commission - European Commission. [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en).
- Boyle, M. J. (2020). The Drone age: How Drone technology will change war and peace. Oxford University Press.
- Carayannis, E. G., Samara, E. T., & Bakouros, Y. L. (2015). Innovation and entrepreneurship: Theory, Policy and Practice. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-11242-8>.
- Dervişoğlu, F. M. (2019). Nuri Demirağ Türkiye'nin Havacılık Efsanesi. Ötüken Neşriyat A.Ş.
- Hürkuş V. (2008). 1. Kitap havada: 1915-1925. Tayyareci Vecihi Hürkuş Müzesi Derneği Yayınları.
- Friedman, G., & Friedman, M. (2002). The future of war: Power, technology and American world dominance in the twenty-first century.
- Hagedoorn, J. (1996). Innovation and entrepreneurship: Schumpeter revisited. *Industrial and Corporate Change*, 5(3), 883-896. <https://doi.org/10.1093/icc/5.3.883>.
- Kleinberg, H. (2007). On war in space. *Astropolitics*, 5 (1), 1-27.
- Kupchyn, A., Dykhanovskiy, V., & Kolotukhin, Y. (2020). The war of the future as a strategic guideline for the forming the critical technologies list. *Journal of Scientific Papers "Social development and Security"*, 10(1), 9-17. <https://doi.org/10.33445/sds.2020.10.1.2>.
- Öztürk, F. (2022). Ar-Ge ve Teknolojiyi Anlamak. ISBN: 978-605-70961-4-2 Yade Kitap.
- Öztürk, F., & Gemici, Z. (2020). Ar-Ge'yi Doğru Yorumlamak: Bütüncül Ar-Ge, İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi. *Makina Tasarım ve İmalat Dergisi*, 18 (2), 82-91.
- Öztürk, F. (2018). , Ülkemizde 4. Sanayi Devrimi ve Havacılık Uygulamaları. TÜBİTAK Bilim ve Teknik, 602, 64-73.
- Petti, C., Rubini, L., & Podetti, S. (2017). Government support and R&D investment effectiveness in Chinese SMEs: A complex relationship. *Asian Economic Papers*, 16(1), 201-226. [https://doi.org/10.1162/asep\\_a\\_00504](https://doi.org/10.1162/asep_a_00504).
- Schilling M. A. and Shankar R. (2020). Strategic management of technological innovation. McGraw-Hill: New York, Sixth edition.
- Seo, J. H., & Cho, D. (2020). Analysis of the effect of R&D planning support for SMEs using latent growth modeling. *Sustainability*, 12(3), 1018. <https://doi.org/10.3390/su12031018>.
- SIPRI databases. (2018). <https://www.sipri.org/databases/>
- Top 100. (2021). 100 Most Influential | Defense News, News about defense programs, business, and technology. <https://people.defensenews.com/top-100/>
- Turkishtime AR-GE ilk 250. (2020). Turkishtime. <https://turkishtimedergi.com/arge250/>
- Yigit, Y., Bayrak, T., & Ozturk, F. (2021). A comparative analysis of foreign and domestic managers' profiles in the defense and aviation industry: The case of Türkiye. *Journal of Transnational Management*, 26(3), 141-163. <https://doi.org/10.1080/15475778.2021.1947171>.

## **Yazarlar Hakkında / About Authors**

**Prof. Dr. Rafet BOZDOĞAN | TUSAŞ | rafet.bozdogan[at]tai.com.tr |  
ORCID: 0000-0002-9575-6155**

1960 yılında Kahramanmaraş'ta doğan Bozdoğan, 1986 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Metalurji Mühendisliği bölümünden mezun oldu. İngiltere'nin Birmingham Üniversitesi'nde Uçak Yapı ve Malzemeleri alanında yüksek lisans ve doktora eğitimini tamamladı. 1992 yılında İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi'ne Yardımcı Doçent olarak atandı. 1993 yılında Uçak İnşaatı Ana Bilim Dalında Doçentlik unvanını kazandı. 1992-1996 yılları arasında İTÜ ve Hava Harp Okulu'nda öğretim üyeliği yaptı. 1996-2010 yılları arasında çeşitli şirket, kurum ve kuruluşlarda farklı görevlerde üst düzey yöneticilik yaptı. 2010 yılında Yalova Üniversitesi'nde göreve başlayan Prof. Dr. Rafet Bozdoğan, Türkiye'de ilk olarak Ulaştırma Mühendisliği Fakültesi'ni hayata geçirdi. Yalova Üniversitesi'nde görevde bulunduğu süre içinde Mühendislik Fakültesi Dekanlığı, Üniversite Senato Üyeliği, Rektör Yardımcılığı ve Rektör Vekilli görevlerinde bulundu. 2015-2020 yılları arasında TEI-TUSAŞ Motor Sanayii A.Ş.'de Yönetim Kurulu Üyeliği görevinde bulundu. 10 Haziran 2020 tarihi itibarı ile TUSAŞ – Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.'de Yönetim Kurulu Başkanı olarak görevini yürütmektedir.

**Prof. Dr. Rafet BOZDOĞAN | Turkish Aerospace Industries Inc. |  
rafet.bozdogan[at]tai.com.tr | ORCID: 0000-0002-9575-6155**

He was born in Kahramanmaraş in 1960. He graduated from Metallurgy Engineering of Istanbul Technical University (ITU) and finished his master and doctorate at Birmingham University, England on Aerospace Materials Development. He was appointed as Assistant Professor at Faculty of Aeronautical and Aerospace Istanbul Technical University in 1992. He had the degree of Associate Professor in Aerospace Materials Development in 1993. He has been full-time lecturer and researcher at Istanbul Technical University and Air Force Academy between 1992 - 1996. He has worked at various companies, and corporations as senior manager and head of department between 1996 - 2010. He was appointed as Professor at the University of Yalova as the founder of Transportation Engineering Department in 2010. During his period, he has been the Dean of Engineering Faculty, Member of University Senate, Deputy University President, and Acting University President. He has been member of Board of TEI between 2015 - 2020. He has been the Chairman, Board of Directors of the Turkish Aerospace Industries since June 10th, 2020.

**Prof. Dr. Temel KOTİL | TUSAŞ | temel.kotil[at]tai.com.tr |  
ORCID: 0000-0002-9575-6155**

1959 yılında doğan Kotil, İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ) Uçak Mühendisliği bölümünden 1983 yılında mezun olmuş, 1986'da ABD'nin Ann Arbor kentindeki Michigan Üniversitesi'nin Uçak Mühendisliği bölümünde yüksek lisansını, 1987'de de aynı üniversitede Makine Mühendisliği dalında ikinci yüksek lisansını, 1991'de de yine Michigan Üniversitesinde Makine Mühendisliği bölümünde doktorasını tamamlamıştır. Kotil, 1991-93 yılları arasında İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nde havacılık ve ileri kompozit laboratuvarlarının kuruculuğu ve yöneticiliğini yapmıştır. İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi'nde Yardımcı Doçent ve Doçent olarak hizmet veren Kotil, aynı fakültede Bölüm Başkan Yardımcılığı ve 1993-94 yıllarında da Fakülte Dekan Yardımcılığı görevlerini yürütmüştür. 2001 yılında ABD'de Illinois Üniversitesinde misafir profesör olarak hizmet veren ve daha sonra New York'ta AIT Inc'de Araştırma ve Mühendislik Bölümü Başkanlığını yürüten Kotil, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türk Hava Kuvvetleri Akademisi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi gibi saygın kurumlarda lisans ve yüksek lisans dersi vermiştir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Araştırma, Planlama ve Koordinasyon Daire Başkanı olarak görev yaptıktan sonra 2003 yılında THY'deki kariyerine Teknik Genel Müdür Yardımcısı olarak başlayan Kotil, 2005 yılında THY Genel Müdür ve Yönetim Kurulu Üyeliğine atanmıştır. 2005-2011 yılları

arasında THY Teknik A.Ş.'nin Yönetim Kurulu Başkanlığı görevini yürütmüş, 2010-2012 yılları arasında Sun Express Yönetim Kurulu Üyeliği yapmıştır. Kotil, 2006 yılında IATA Yönetim Kurulu Üyeliğine, 2010 yılında Yönetim Kurulu Üyeliğine seçildiği Avrupa Havacılık Birliğinin (Association of European Airlines-AEA) 2012 yılında Başkan Yardımcısı, 2013 yılında da Başkan olmuştur. 2014 yılında DEİK Türkiye-Amerika İş Konseyi Yürütme Kurulu'na üye olmuştur. 2015-2016 yılları arasında TUSAŞ (Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.) Yönetim Kurulu Üyesi olarak görev yapan Kotil, 21 Ekim 2016 tarihinden bu yana TUSAŞ Genel Müdürü, 8 Haziran 2021 tarihi itibarı ile ise TUSAŞ-Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. Yönetim Kurulu Üyesi ve Genel Müdürü olarak görev yapmaktadır. 2017-2018 yılları arasında SASAD (Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği) Yönetim Kurulu Başkanlığı ve HAB- Ankara Uzay ve Havacılık ihtisas Organize Sanayi Bölgesi Yönetim Kurulu üyeliğini yürüten Kotil, 2018 yılından bu yana TR Motor A.Ş. Yönetim Kurulu Üyesi, 2017-2019 yılları arasında ise TEI (TUSAŞ Motor Sanayi) Yönetim Kurulu Başkanlığını görevlerini yürütmüştür. Evli ve dört çocuk babası olan Kotil'in birçok araştırma ve bilimsel yayını vardır.

**Prof. Dr. Temel KOTİL | Turkish Aerospace Industries Inc. Member of the Board of Directors | temel.kotil[at]tai.com.tr /ORCID: 0000-0002-9575-6155**

Prof. Kotil was born in 1959. He graduated from Istanbul Technical University (ITU), Department of Aeronautical Engineering in 1983. Mr. Kotil received his Master's degree in Aeronautical Engineering from the University of Michigan, Ann Arbor in 1986, and his M.Sc. He received his second master's degree and his PhD in Mechanical Engineering from the University of Michigan as well in 1987 and 1991 respectively. From 1991-93 Kotil established and managed the aerospace and advanced composite laboratories at the ITU Faculty of Aeronautics and Astronautics. Serving as an Assistant Professor and Associate Professor at Istanbul Technical University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Kotil has served as Vice Head of the Department and Vice Dean of the Faculty between 1993-94. He worked as a visiting professor at the University of Illinois in the US in 2001, and later as Research and Engineering Section Head at AIT Inc. in New York. Mr. Kotil gave many lectures and taught many postgraduate courses in Istanbul Technical University, the Turkish Air Force Academy, Istanbul University, Istanbul Commerce University. After working as the Head of Research, Planning and coordination Department of Istanbul Metropolitan Municipality, Kotil started his career at Turkish Airlines In 2003 as Technical Assistant General Manager and in 2005 was appointed to the position of Turkish General Manager and Member of the Board of Directors. Between 2005 and 2011, he served as the Chairman of the Board of Directors of Turkish Technic and between 2010-2012 he carried out the duty of the Member of the Board of Directors for Sun Express. Mr. Kotil was chosen as a Member of Board of Directors in European Aviation Association (IATA) in 2006. He was also chosen as the Executive Vice President and President in 2012 and 2013 respectively for the Association of European Airlines which he was a Member of the Board of Directors since 2010. In 2014, he became a member of the Executive Board of Türkiye-US Business Council of Strategy and Business Development Consultancy (DEİK). Mr. Kotil served as a Member of the Board of Directors of Turkish Aerospace (TUSAS) between 2015 and 2016. Since October 21st 2016 he is performing the duty of Chief Executive Officer in TUSAS. Between 2017-2018, he also served as the Chairman of the Board of Directors of SASAD (Defense and Aerospace Industry Manufacturers Association) and as a member of the Board of HAB-Ankara Aerospace Specialized Organized Industrial Zone. Mr. Kotil was a Chairman of the Board of Directors of TEI (Turkish Aerospace Engine Industries) between 2017-2019. He is married and has four children. He has also published many scientific articles and research papers.

**Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK | TUSAŞ | fahrettin.ozturk[at]tai.com.tr |  
ORCID: 0000-0001-9517-7957**

Prof. Dr. Fahrettin Öztürk, TUSAŞ – Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.'de Üretimden sorumlu Genel Müdür Yardımcısı olarak görev yapmaktadır. Eş zamanlı olarak Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Dr. Öztürk tüm derecelerini Makine Mühendisliği bölümünden almış olup 1992 yılında Konya Selçuk Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü birincilikte bitirmiştir. Daha sonra 1996'da University of Pittsburgh, PA, ABD'den Yüksek Lisans ve 2002 yılında Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY, ABD'den Doktora derecelerini almıştır. Dr. Öztürk, Amerika'da bulunduğu süre içerisinde 3 yıl boyunca General Electric Araştırma Merkezi'nde yarı zamanlı yüklenici mühendis olarak çalışmıştır. 2003 yılından bu yana ülkemizde Otomotiv ve Havacılık Sanayii için çeşitli danışmanlık hizmetleri ve projeler yürütmektedir. Dr. Öztürk Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.'den önce sırasıyla Rensselaer Polytechnic Institute (RPI), Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi (eski adıyla Niğde Üniversitesi) ve Khalifa Üniversitesi'nde (eski adıyla The Petroleum Institute (PI)) çalışmıştır. TUSAŞ iştiraklerinde Yönetim Kurulu Başkanvekilliği görevlerinde bulunmuştur. Dr. Öztürk'ün başlıca uzmanlık alanları; Sac Metal Şekillendirme, Malzeme İşlemleri ve Karakterizasyonları, Hafif Malzemeler, Termoplastik Kompozit Malzemeler, Eklemeli İmalat ve Mekanik Giydirmeli Korozyona Dayanıklı Alaşımli Borular üzerinedir. Çok sayıda Dergi Makalesi, Kitap Bölümü, Konferans Bildirileri yayınlamış olup aynı zamanda çeşitli konularda köşe yazıları da yazmaktadır.

**Prof. Dr. Fahrettin ÖZTÜRK | Turkish Aerospace Industries Inc. |  
fahrettin.ozturk[at]tai.com.tr | ORCID: 0000-0001-9517-7957**

Prof. Dr. Fahrettin Ozturk works as the Executive Vice President responsible for Manufacturing at Turkish Aerospace Industries Inc. Simultaneously, he works as a faculty member at Ankara Yıldırım Beyazıt University, Department of Mechanical Engineering. Dr. Ozturk received all his degrees in Mechanical Engineering and graduated from Konya Selçuk University Mechanical Engineering Department in 1992 in the first place. He then received his MSc. from the University of Pittsburgh, PA, USA in 1996 and his Ph.D. from Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, NY, USA in 2002. Dr. Ozturk worked as a part-time contractor engineer at the General Electric Research Center for 3 years during his time in the USA. Since 2003, he has given various consultancy services and projects for the Automotive and Aerospace Industry in Türkiye. Prior to Turkish Aerospace Industries, Dr. Ozturk worked at Rensselaer Polytechnic Institute (RPI), Niğde Omer Halisdemir University (formerly Niğde University) and Khalifa University (formerly The Petroleum Institute (PI)) respectively. He served as the Deputy Chairman of the Board of Directors at subsidiaries of Turkish Aerospace Industries Inc. Dr. Ozturk's main areas of expertise are; It covers Sheet Metal Forming, Material Processing and Characterization, Lightweight Materials, Thermoplastic Composite Materials, Additive Manufacturing and Mechanically Dressed Corrosion Resistant Alloy Pipes. He has published numerous Journal Articles, Book Chapters, Conference Proceedings and also writes columns on various topics.