



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Havacılık Endüstrisi

Pazar yapısı, Verim, Kilit oyuncular

Havacılık sanayiinin ana firmaları TAI, TEI, HAVELSAN, ROKETSAN, ALP Havacılık, Kale Havacılık, GE, Lockheed Martin, Boeing, Airbus, Spirit, Sage, Bombardier gibi firmalardır.

Havacılık sektöründe görüşme yapılan KOBİ firmaların %70'i ana uçak sanayiine ya da uçak motor üreticilerine sadece hassas uçak ve uçak motoru parçalarının talaşlı imalatlarını yapmaktadırlar. Ve süper alaşımlar (INCO 718, RN88, RN41, Waspalloy), Paslanmaz çelik, Titanyum ve Alüminyum gibi malzemelerle çalışmaktadırlar. Firmaların %30'u ağırlıklı olarak havacılık için talaşlı imalat yapmanın yanı sıra, diğer sektörler için de (beyaz eşya, seramik, raylı sistemler, otomotiv ve gıda gibi) parça üretmektedir. Firmaların %20'si yurt dışına doğrudan uçak motor parçaları üretmekte olup sadece %10'unun uçak parçalarının kimyasal prosesleri için yatırım yapmış olduğu görülmektedir. Yine görüşme yapılan firmaların %20'si uçak sanayiine yazılım, mühendislik tasarımı ve parça imalatı yaparken, bunlardan sadece %10'u yazılım konusunda kendisini geliştirmiş, elektronik kart ve cihaz üretebilir durumdadır.

Görüşme yapılan KOBİ lerin, 2000 yılından önce kurulmuş olanları %30'unu, 2001-2010 yılları arasında kurulmuş olanları %60'ını ve 2011-2020 yılları arasında kurulmuş olanları ise %10'unu oluşturmaktadır.

İlgili KOBİ'lerde çalışan eleman sayısı 10'dan az olan firma %20 iken, eleman sayısı 11-50 aralığında olan firma %40'tır. Eleman sayısı 50 den fazla olan firma %40'tır. Çalışan mühendis sayısı ortalama 5'ten az olan firma %30 iken, 6-10 arasında olanlar %70'tir. Firmaların tamamında geometrik toleranslar ve diğer kalite kontrol eğitimleri tamamlanmış bulunmaktadır.

Firmaların kullandıkları yazılımlardan bazıları, CAD CAM için; CATIA5, Siemens NX, SOLIDWORKS, VERICUT, VOLUMILL, kalıpcılık için; CIMATRON, EDM için ise; FIKUS'tur.

Firmaların %80'i AS9100 sertifikasına sahiptir. Firmaların %10'u ise ISO9001'e sahip iken, %10'unun onaylı bir sertifikası bulunmamaktadır. Firmaların ayrıca özel işleme veya prosesler için aldıkları toplamda 11 adet NADCAP'leri bulunmaktadır.

Firmaların %30'u geliştirdikleri ürünler için toplamda 7 adet patent almıştır.

Firmaların hiçbiri nihai tüketiciye seri imalat ile doğrudan ürün üretmemektedir. Bu çerçevede firmaların elinde PLM, Endüstriyel Tasarım, Proje Yönetimi, Validasyon, Analiz ve Test yazılımları bulunmamakta olup, prototip üretimi yapmamaktadırlar. (Not: Yalnızca yazılım ve elektronik cihaz üretimi yapan bir firma, Proje Yönetiminde REDMINE, Konfigurasyon takibi için SUBVERSION (SVV), Versiyon takibi için PVCS ve İhtiyaç takibinde ise DOORS yazılımlarını kullanmaktadır. V-MODEL yazılım yapısı ile yazılımın her aşamasını test ederek kontrolü sağlamaktadır.)

Yine firmaların %80'i tersine mühendislik çalışmasına ihtiyaç duymamış olup gerektiğinde CMM'e takılan tarama kafası ile bu işi yapmaktadır.

KOBİ'lerin İhtiyaç Duyduğu Teknik Destek ve Teknolojik Gelişim Araçları

- Yapısal analiz programı (ANSYS)
- Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) Computational Fluid Dynamics (CFD)
- İnconel718 basabilen 3D eklemeli yazıcı ve bununla ilgili eğitimler
- Toz Metallurjisi ve tane büyüklüğü değerlendirmesi konularında eğitimler
- Artırılmış Sanal Gerçeklik yazılımı UNITY (BULUT teknolojisini içeren) ve eğitimleri
- Nesne Tanıma, Artırılmış Gerçeklik yazılımı VUFORIA (üst seviye lisansları) ve eğitimleri



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

- Yapay Zekâ yazılımı DOORS lisans ve eğitimleri
- EN 4179 Havacılık Tahribatsız Muayene Standardı kapsamında Level2 ve Level3 NDT alanındaki eğitim
- NDT (Manyetik parçacık ekipmanları, sıvı penetrant) test ekipmanları ihtiyaç duyulmakta
- Titanyum malzeme ile ilgili kimyasal prosesleri konusunda eğitim

Dövme malzemelerin test kuponları için uygulanacak testlerinden aşağıdaki testleri yapabilecek havacılık alanında akredite bir laboratuvar ihtiyacı bulunmaktadır.

- Residual Stress
- Crack Propagation
- Creep Test
- Stress Rupture Test
- Fatigue
- ICF (low cycle fatigue)
- SLCF (stress low cycle fatigue)
- PLCF (plain low cycle fatigue)
- Rupture Test

Proje yönetimi açısından ise Primavera veya MS Project yazılımları, eğitimleri ve İş Geliştirme konusuna yönelik eğitimler yararlı olacaktır.

Endüstriyel KOBİ'leri Eskişehir'in İnovasyon Ekosistemine Yerleştirmek

Eskişehir'deki yazılım firmalarından bazıları; FPGA tabanlı, LTG MIL-STD-1553B IP CORE seri veri yolu (Mux Bus) milli ve özgün ürünlerin yanı sıra, yine savunma, havacılık ve uzay sanayiinde özellikle askeri sistemler için aynı konseptte ARINC 429, CAN Bus, AFDX vb. ürünleri geliştirme çalışmalarını sürdürmektedir. Aynı firma Sivil Havacılık eğitim kurumlarında, çok motorlu uçakların teorik ve uçuş eğitimlerinde kullanılan Grafiksel Uçuş Simulatörünü de geliştirmiştir. Firma, Savunma Sanayiinin millileştirme çalışmalarında yer almıştır. Ortaya kullanılabilir ürün çıkarmasına rağmen satış gerçekleştirememiştir. İlerde millileştirme çalışmalarının hız kazanacağını, dolayısı ile çalışmalarının gerçek değerini bulacağını öngörmektedir.

Uçak motor üreticisi TEI'nin Eskişehir'de bulunması sebebi ile şehirdeki havacılık KOBİ'lerinin büyük çoğunluğu hassas uçak motor parçasının talaşlı imalatı konusunda uzmanlaşmış bulunmaktadır. Örneğin bazı firmalar, süper alaşım malzemeden hassas motor parça üretiminde 4000 adet/yıl'a ulaşmış bulunmaktadır. Bu sayı havacılık sektörünün aldığı sayıların çok üstündedir. Bu da sektördeki firmaların kendilerini kanıtladığının göstergesidir.

Sektördeki firmaların büyük çoğunluğu kendisini, teknolojiyi takip eden ve kendini yenileyen bir firma olarak tanımlamaktadır.

Bazı firmalar kalite kontrol açısından çok iyi bir duruma gelmiş ve kendini ispatlamıştır. Öyle ki parça ürettirecek büyük firmalar bile kendi parçalarının kalite kontrolünü doğrudan firmaya yaptıracak güveni sağlanmış olarak görülmektedir.

Eskiden 8 saatte yapılabilen kalite kontrol ölçümleri, CMM kullanılarak 4 saate indirilebilmiştir. Son zamanlarda görüntülü tersine mühendislik aparatları kullanarak kaliteden ödün vermeden bu süre 45 dakikaya indirilebiliyor.

Bazı firmalar özellikle havacılık sanayine has üretilebilir mekanik tasarım yapma ve bunlarla ilgili mühendislik hesapları yapma konularında iddialı bir KOBİ profili çizmektedir. Bu işlere ilave olarak, küçük



Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

ölçekli türbinli bir motor (5 adet patentleri var) tasarımının geliştirilmesi ve imalatının yapılması projesi ile Eskişehir sanayisine katkılarının artacağını düşünüyorlar. Çalıştığı türbinli motor, test konuları ile ilgili tasarım ve imalat konusunda şimdilik KOBİ olarak rakipleri yoktur. Ancak çalıştığı alan kendine has, özel konular olduğu için pazardaki payları oldukça düşüktür.

Firmalar, havacılık sektörünün sürekli değişim içinde olduğunu ve kendini yenilediğinin farkındadır. Pandemi dolayısı ile şu anda yavaşlama vardır. Ancak havacılık gelişmeye açık bir sektör, hatta savunma sanayiinin olmaz ise olmazları olarak görülmektedir. Savunma ve havacılık sanayiine geleceğın işi olarak bakılmakta ve bu alanda uzmanlaşma hedeflenmektedir.

Son dönemlerde milli İHA, uçak ve helikopter projelerine talep arttığı için Eskişehir havacılık sektörü de bundan olumlu etkilenmektedir.

Bazı firmalar farklı sektörlerle de iş yapabildikleri için pandemi etkisini yaşamamaktalar. Farklı referanslardan elde edilen tecrübeler ile çeşitli imalat yöntemlerine kolay adapte olunması bu firmaları güçlü kılabilmektedir. Bazı firmalar karmaşık ve özel kesici takım ihtiyacı olan parçaların imalatında çok hızlı geri dönüş yapma kabiliyetine sahiptir.

Pandemi öncesi çift koridorlu uçak pazarı büyümekteydi. Şimdi küçük uçakların rağbet göreceği öngörülmektedir. Uçak motor talebi artışı nedeniyle parça talebi artacaktır, dolayısı ile ciro artışları öngörülmektedir.

KOBİ'lerin Ar-Ge ve İnovasyonda Yaşadığı Zorluklar

Firmaların çoğunluğu nitelikli mühendis ve teknik eleman bulma konusunda çok sıkıntı yaşamaktadır. Yetmiş teknik elemanları ellerinde tutma sorunları bulunmaktadır.

Firmaların, üniversitelerle çalışmak için birkaç teşebbüsleri olmuş ancak ilerleme kaydedilmemiştir. Büyük projeler için Ar-Ge yapılmasında finansal zorluklar yaşanacağı kanısı hakimdir.

Bazı firmalar, havacılık mühendisliği konularında yetkin olmasına rağmen büyük projeye talip olamıyor. İstenecek yüksek teminat mektubu nedeniyle finansal zorlukların yanısıra, kapalı alanlarının yetersiz kalması gibi sorunlarla karşı karşıyalar. TÜBİTAK'ın, Ar-Ge projelerine verdiği desteğinde yaş sınırına takıldığı için bunlardan da yararlanamıyorlar.

TÜBİTAK'ın 2008'den sonra firmaların önünü açmakta daha esnek ve yapıcı yaklaşım göstermeye başladığı, ancak bölgesel teknolojik yapılanma kuruluşlarının çok daha katı bir yaklaşım sergilediği bunun da işleri yavaşlattığı görüşü hakimdir.

Öngörüler ve Sonuçların Özeti

Eskişehir'deki yazılım firması, ülkemizde ulusal bir USB özellikli 1553 Aviyonik Arayüzü Ünitesi bulunmaması nedeni ile bunun önemini kavrayarak, konu üzerinde çalışmalar yapmaya yönelmiş ve bu konuda başarılı olmuştur. Türk Silahlı Kuvvetleri bünyesinde halihazırda var olan uçak, helikopter, gemi vb. platformlar üzerinde bulunan ünitelerde ve yer destek sistemlerinde kullanılan Mil-Std-1553B kartlarının ulusal nitelik kazanması sonucunda hem ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlanacak hem de ülke güvenliği için önemli bir adım atılmış olacaktır.

Aynı firma teknolojiye hızlı değişimlere şahit olduğu "Endüstri 4.0", "Makine Öğrenmesi", "Artırılmış Gerçeklik", "Sanal Gerçeklik" ve buradan da "Yapay Zeka" konularına geçiş yapmak üzere kendini odaklamış görünmektedir. Bu uygulamaların her alanda yaygınlaşacağı aşıkardır. Hedefleri arasında bu konuların havacılık sanayisine uygulanması da bulunmaktadır.





Bu proje Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilmektedir.

Eskişehir havacılık KOBİ'lerinin çoğunluğu teknik eleman bulamamaktadır. Bunlar ihtiyaçlarını teknik üniversitelerin son sınıf öğrencilerini yarı zamanlı stajyer olarak alıp eğiterek kazan kazan politikası ile sorunu aşabilirler. Aynı şey meslek liseleri için de geçerli olabilir.

Üniversitelerin laboratuvarlarında bulunan kalite kontrol ve test cihazlarının sertifikalandırılması sanayi için önem arz etmektedir daha sonra ücret karşılığı, KOBİ'lerin kullanımına açılması kaynak israfını önleyecektir.

Bazı firmalar, havacılıkta talaşlı imalat ve sac parça imalatının yanı sıra kimyasal prosesler konusunda yatırıma yönelerek ilgili sertifikasyonlarını tamamlama yolunda ilerlemektedir.

Firmaların bir kısmının, bazı uçak komponentleri ile ilgili üretim planlarının bulunduğu görülmektedir. Bu tür üretimler öncesi, konuda uzman desteği alması önerilir.

Firmalara ESAC (Eskişehir Havacılık Kümelenmesi) erevesinde sektörün dış pazarlara açılması ve pazar araştırmaları yapılması konusunda uzmanından eğitim talebinde bulunması önerilir. Ayrıca bunlarla ilgili kümelenme içerisinde çalışma grupları oluşturulması talebinde bulunulması yararlı olacaktır.

3D eklemeli üretim teknolojileri konusunda ATAP ile iletişime geçerek verilecek eğitimleri almaları yararlı olacaktır.

Belirli şartların yerine getirilmesi halinde Cam Seramik Malzeme retimi konusunda üretim yapmak isteyen firmalar bulunmaktadır. Bunlar konuyu proje haline getirip TÜBİTAK desteği ve bu çerçevede akademik destek alması önerilir.

Ham Karbür ubuk imalatı konusunu üretim yapmak isteyen KOBİ bulunmaktadır. Konu ile ilgili bir fizibilite çalışması yapması dşnlmelidir. Uygun değerlendirilirse konuyu proje haline getirip TÜBİTAK desteği ve bu çerçevede uzman desteği de alması önerilir.

ESKİŞEHİR TASARIM & İNOVASYON MERKEZİ



T.C. SANAYİ VE
TEKNOLOĞİ BAKANLIğI



eskişehir teknoloği değerleme odası



ANADOLU TEKNOLOĞİ
ARAŐTIRMA PARKI