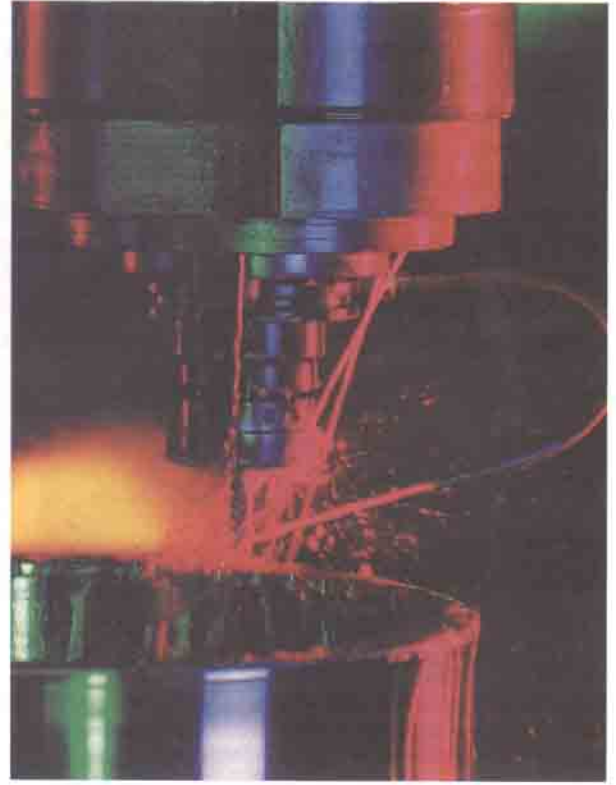


Havacılık Sanayiinde Ar-Ge

Havacılık sanayii, yüksek teknoloji gerektiren, teknoloji transferinin ve teknolojinin üretime dönüştürülmesinin önem kazandığı bir alandır. Bu sanayiide Ar-Ge çalışmaları yoğun bilgi birikimine dayanarak yapılır. Çalışmalarla ortaya çıkan öncü teknoloji niteliği ise, birikimli etkiyi sağlayarak yan sanayilerin gelişmesini sağlar.



INSANOĞLU, uçma özlemini, başlangıçta kuşlara özenerek gerçekleştirmeye çalıştı. Deдалus'un düşleri, Leonardo'nun kalemünde tasarlanarak Hezarfen'le Galata'dan süzüldü. XV. yüzyılda ortaya çıkan bu fikirlerin gelişimi, XVIII. yüzyılda balonla gökyüzüne yükseldi. XIX. yüzyılın ikinci yarısından itibaren kanatlı-pervaneli hava araçları projeleri başarısızlıkla sonuçlandı. İlk motorlu uçağın uçuşu ancak içinde bulunduğumuz yüzyılda mümkün oldu ve insanın, kontrol edebildiği araçlarla uçma düşleri gerçekleşti. 17 Aralık 1903 tarihinde gerçekleşen ilk motorlu uçuştan sonra, kuşların yanında insan da gökyüzündeki yerini aldı. Gelişmeler o kadar hızlıydı ki 1909'da ilk jet uçağı havalandı.

1900'lerin başındaki bu ilk uçuşla yeni bir dönem başlıyordu. Tüm insanoğlunun düşlerini gerçekleştirecek olan havacılık sanayii böylece ortaya çıktı. Türkiye bu yeni sanayiye sahip olmak için ilk motorlu uçuştan 13 yıl sonra çeşitli girişimlerde bulundu. 1916'da Benz şirketiyle başlayan bu ilk girişim proje aşamasında kaldı. 1925'te Junkers ortaklığıyla kurulan TOMTAŞ (Tayyare-Otomobil-Motor-T.A.Ş) uçak ve motor üretimini gerçekleştiremedi. Eskişehir ve Kayseri'de revizyon ve onarım tesisleri kurdu. Bu tesisler bugün Hava Kuvvetleri'ne bağlı Kayseri ve Eskişehir Hava İkmal ve Ba-

kım Merkezleri'nin nüvelerini oluşturmuştur. 1932'deki The Curtiss Aeroplane Engine şirketi, ülkede 41 uçak ve 53 plandör üretti. 1935'te ilk özel girişim olan Nuri Demirağ Beşiktaş Uçak ve Motor Fabrikası 20'den fazla ND-36, ND-37 ve Selahattin-1 uçağı üretti. 1940'dan sonra üretim yapılmadı ve tesisler onarım amaçlı kullanıldı. 1952'de işletme kapandı. 1936'dan 1947'ye kadar, çeşitli fabrikalar yaklaşık 100 uçak ürettiler. 1950'de açılan Ankara Rüzgar Tüneli dönemin uzun vadeli yaklaşımının göstergesidir.



Tüplü elektro kimyasal derin delik delme (STEM)

1916'da başlayan ve 1950'ye kadar süren bu süreç kalıcı bir sanayinin oluşmasını sağlayamadı. Bundan sonra, 1970'e kadarki çalışmalar yenileme ve onarımla sınırlıydı. 1970'de Havacılık Bayramı'yla ortaya çıkan "Kendi Uçağını Kendin Yap" sloganı yeni bir süreç başlattı. Önce Hava Kuvvetlerini Güçlendirme Vakfı, daha sonra da Türk Uçak Sanayii Anonim Şirketi (TUSAŞ) kuruldu. 1980'lerde başlayan savaş uçağı üretme projesi çeşitli görüşmelerle şekillenmeye başladı. 1983'te üretilecek uçağın belirlenmesiyle, 1984'de uçağın gövdesinin montajını yapacak TAI (TUSAŞ Aircraft Industries-TUSAŞ Havacılık ve Uzay Sanayii) ve nihayet uçağın motorunun çeşitli parçalarını üretecek ve montajını sağlayacak TEİ (TUSAŞ Engine-Industries-TUSAŞ Motor Sanayii) kuruldu.

Şirketin Eskişehir'deki tesislerini ziyarete gittiğimizde Eskişehir'de bizi ilk eğitim uçuşu yapan uçaklar karşıladı. Buna şaşırılmak gerek, çünkü Eskişehir tam bir havacılık kenti. Şehrin hemen girişinde, sağ tarafta Türk Hava Kuvvetleri'nin İkmal Bakım Merkezi bulunuyor. Buradan birkaç kilometre sonra TEİ'ye ulaşıyoruz. Şirketin hemen arkasındaki hangarlar, uçaklar ve küçük pist, dikkatimizi çekiyor. Buranın ne olduğunu sorduğumuzda, Anadolu Üniversitesi'nin Havacılık Yüksek Meslek

Okulu olduğu yanıtını alıyor. Onun önünde, karşımızda duran bina ise TEI'nin montaj ve imalat yaptığı fabrika binası.

TEI, uçak motorları alanında faaliyet gösteriyor. Şirketin amacı, Türk Hava Kuvvetleri'nin F-16 uçakları için F-110 motorlarının General Electric (GE)'le ortak üretimi, bu motorların modifikasyonu ve modernizasyonunun yanında, bir üretim tesisi kurarak, motor endüstrisinin kurulması, işletilmesi ve sürdürülmesi için gerekli teknolojinin transferi ve bu konuda personel eğitimi için her türlü işin yapılması olarak belirlenmiş. 1985'te TUSAŞ (%50.1), GE (%45.9) TSKGV (%3), THK (%1) arasında bir ortak girişim şirketi olan TEI, 1987 yılında amaçları doğrultusunda üretime geçmeyi başarmış, böylece TAL ile birlikte Türkiye'nin havacılık sanayi altyapısını oluşturmaya başlamıştır.

TEI, parça üretimi, motor montajı ve motor testleri alanında çalışmalarını sürdürüyor. Fabrika iki kısımdan oluşuyor, bir yanda motorların montajının yapıldığı bölüm, diğer yanda ise imalat bölümü var. Test merkezi, motorların test aşamasındaki yüksek gürültüsü ve güvenlik nedenleriyle ana fabrikadan biraz daha uzakta bir yerde bulunuyor. Fabrikadaki gezimize montaj bölümünden başlıyoruz. Buradaki her tezgahta motorun ayrı bir parçası hazırlanıyor ve daha sonra parçalar birleştirilerek motor ortaya çıkıyor. Bu parçalar alüminyum, titanyum ve nikel bazlı süper alaşımlardan oluşuyor. Burada bir jet motorunun küçüklü büyüklü 10 000'den fazla parçadan oluştuğunu öğreniyoruz. Montaj çalışmaları havacılık sanayiinde özel bir öneme sahip, özellikle bu kadar çok parçadan oluşan bir üretimde özenli ve dikkatli olmak gerekiyor. Bu alanda diğer endüstrilerden farklı olarak dokümantasyonun da özel bir önemi var. Motor Montaj ve Revizyon Direktörü Nadir Şen bunu şöyle açıklıyor, "Gerek montaj gerekse parça üretimindeki en önemli konulardan biri dokümantasyondur. Kullandığımız teknoloji, pahalı bir teknoloji; ayrıca çok hassas bir üretim gerektiriyor. Dolayısıyla motor ve parçalar üzerinde yapılacak en küçük işlemler ve bulgular mutlaka dokümente edilmeli. Parça üzerindeki en ufak çizik bile hemen Malzeme İnceleme Kurulu'nun incelemesinden geçmeli ve belgelenmelidir. Bir motorun kullanımı 40-50 yılı bulduğu için o motorda kullanılan parçaların



Test merkezinde motorun test edildiği bölüm görülüyor. Burada 45 ton tepkiye kadar olan bütün motorlar test edilebiliyor.

arşivleri en az 25 yıl boyunca saklanır ve ileride oluşabilecek herhangi bir sorun karşısında dokümantasyon merkezindeki arşivlere bakılarak sorunun parçayla ilgisi araştırılır. Bu hem uçuş güvenliği hem de üretimimiz açısından çok önemlidir."

İmalat bölümüne geçtiğimizde burada motorun önemli 160 parçasından 54'ünün üretildiğini öğreniyoruz. Bu parçalar genelde motorun en çok yıpranan ve yenilenmesi gereken bölümlerine ilişkin. TEI'nin türbin kanatçığı ve aksesuarlar hariç geri kalan tüm motor

parçalarını üretme imkânına sahip olduğunu belirtiyorlar. TEI ürettiği motor parçalarının büyük bir kısmını ihraç etmektedir. TEI'nin müşterileri, GE, Pratt-Whitney, ABD Hava Kuvvetleri, Türk Hava Kuvvetleri ve Fransız şirketi Snecma'dır. TEI şu anda, 54 motor parçasının üretiminde dünyada tek kaynak konumundadır.

İmalat, talaşlı imalat ve fabrikasyon şeklinde ikiye ayrılıyor. Talaşlı imalatta tornalama, frezleme, delme, taşlama gibi yöntemler kullanılıyor. Fabrikasyonda ise, soğuk metal şekillendirme, derin çekme, punto kaynağı, dikiş kaynağı, gaz altı kaynağıyla motorun önemli parçaları üretiliyor. İmalat hemen hemen tüm aşamalarda bilgisayar kontrolünde gerçekleştiriliyor. Parçaların, üretildikten sonra tahribatlı ve tahribatsız muayenesi yapılıyor. Tahribatlı testlerin oluşturduğu, sertlik, çekme, kimyasal dağlama, kaynak testleri, kimyasal analiz, plazma ve boya değerlendirme yöntemi, üretilen parçanın üretim aşamasındaki bütün süreçlerden onunla birlikte geçen küçük kuponlar üzerinde yapılıyor. Tahribatsız muayene ise, fabrikada en ilgi çeken süreçlerden biri. Burada, üretilen parçaya zarar vermeden parça üzerinde kimi testler yapılıyor. Ultrason yöntemiyle, kontrol edilecek parçanın, dökümünde oluşmuş çatlak ve boşluklar, parçaya yüksek frekansta ses dalgaları gön-



Motorun after-burner kısmına ait TEI'de üretilen bir parça



Montaj, havacılık sektöründe dikkat ve incelik isteyen bir alan.

derilip bunların yansımaları yöntemine dayanarak kontrol ediliyor.

Radiografi, parçanın x-ışınları altında incelenmesine dayanıyor. Eddy Current yöntemi, parçaya elektrik akımı verilerek yüzeye yakın çatlakların manyetik alan oluşturmasına dayanılarak yapılıyor. Manyetik Partikül kontrolünde, parça, su ve demir tozu karışımı içinde tutularak elektrik akımı veriliyor, daha sonra demir tozunun hareketleri incelenerek yüzeyin hemen altındaki çatlak ve boşluklar aranıyor. Fluorescent Penetrant kontrolü, daha derin ve yüzeydeki çatlakları bulmak için kullanılan bir yöntem. Parçanın üzerine toz şeklindeki fluorescent madde sıkılıyor, daha sonra yine özel bir sıvıyla yıkanan parçanın çatlaklarında biriken ıslak yapışmış tozlar morötesi ışık altında inceleniyor. Bunlar tıpkı karanlıkta fosforlu saatlerin parladığı gibi parlıyor.

İmalat bölümündeki kontrol süreçlerini de gördükten sonra fabrikadan çıkıp, motorların test edildiği test merkezine doğru yürüyoruz. Bu sırada Silahlı Kuvvetler'in jetleri büyük bir gürültüyle üstümüzden geçerken, test aşamasında F-110 motorunun çıkaracağı gürültüyü tahmin etmeye çalışıyoruz. Fabrika yetkilileri, bize üzülerek şu anda bir motorun test edilmediğini söylüyor. Ama edilseydi bile çok fazla ses duyulmayacaktı di-

yorlar; çünkü test yapılan bölümün hemen yanındaki motorun bilgisayarlarla çeşitli parametrelerinin ölçüldüğü kontrol odası, çok iyi bir şekilde izole edilmiş. Bu odada gelişmiş ve hassas ölçüm aletleri bulunuyor. Yetkililer, motorun testi süresince, bilgisayar aracılığıyla 400-500 parametreyi aynı anda kontrol edebiliyor ve bunun yanında 1500-2000 parametreyi de kontrol etme olanağının bulunduğunu belirtiyorlar. Bilgisayarlı veri alma ve hesaplama sistemiyle donatılmış bu tesislerde, 45 ton tepkiye kadar olan bütün motorlar test edilebiliyor.

Kontrol odasından çıkıp aşağıya indiğimizde bizi başka bir odaya götürüyorlar. Karşımızda küçük radyal bir gaz türbini bulunuyor. Bu gaz türbini TEI'nin ODTÜ ile yürüttüğü Co-op çalışmasının bir ürünü. ODTÜ Havacılık Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans tezi olarak, bu türbinin üzerinde geliştirmeler yapmak ise yeni bir tezin çalışma konusu. Gaz türbini üzerindeki birçok bağlantı dikkatimizi çekiyor. Bize bu bağlantılar aracılığıyla yukarıdaki bilgisayara bağlanıp, tıpkı F-110 motorlarında kullanılan yöntemle, gaz türbininin performansının ölçüldüğünü söylüyorlar. Bu Co-op çalışmaları çerçevesinde TEI, motor tasarımı için gerekli bilgisayar programlarının da sahibi olma yolunda.

TEI, ODTÜ dışında Anadolu Üniversitesi ile de benzer bir çalışma yürütüyor. Yapılan bir anlaşma ile Anadolu Üniversitesi Havacılık Yüksek Meslek Okulu Motor Bölümü öğrencileri, bir yarı yılını TEI'nin fabrikasında geçiriyorlar. Öğrenciler böylece bir jet motorunu daha yakından tanıma imkânı bul-



Bir tahribatsız kontrol yöntemi olan Eddy Current işlemi

yor ve o dönem notlarını buradaki çalışmalarından alıyorlar.

Havacılık Sanayii, yüksek teknoloji gerektiren, sürekli yeniliklerle gelişen, malzeme teknolojisiyle ilişkili olarak çalışmalarını sürdüren ve diğer teknolojileri etkileyen öncü bir alandır. TEI bu alandaki yenilikleri, üniversitelerle yürüttüğü çalışmalar yanında yabancı ortağı GE ile yürüttüğü projelerle de yakalamaya çalışıyor. GE'le mühendislik desteği ve eğitim için ilişkiler kurulmuş durumda. GE ile TEI arasında teknik temsilciler değişimi var ve çeşitli seminerlerle bilgi ve eğitim alışverişi yapılıyor.

Geçtiğimiz yıllarda bir vizyon çalışması yapan şirket, teknik destek yanında, sahip olduğu üretim tecrübesiyle mühendislik ve tasarım yeteneklerini geliştirmek ve arttırmak için çalışmalar yapıyor. Üretim olanaklarını arttırmak için Ar-Ge alanına yönelen şirket, F-5 ve T-38 uçaklarında kullanılan J-85 uçak motorlarının ejektör sistemlerinin yeniden tasarımı projesi üzerinde çalışıyor. Ejektör sistemi üzerindeki bu yenileme, uçakların uçuş sırasındaki yakıt harcamasını % 15 oranında azaltacak. Uzun dönemde büyük avantajlar sağlayacak olan bu sistemi, dünyadaki birçok F-5 uçağı kullanan hava kuvvetlerine satma olanağı da bulunuyor.

GE ile birlikte yürütülecek olan bu projenin mekanik tasarımı, prototipinin hazırlanması ve denenmesi TEI ağırlığında olacak. Bu proje ile başlayacak olan çalışmalarda TEI'nin asıl hedefi, bir motor üretimine yardımcı gelişmeler. Bu çalışmalar, önce bir modül, daha sonra da tüm bir motorun yapımına kadar giden bir yolda ilk adımı oluşturacak. J-85 projesi ile ortaya çıkacak bu bilgi ve tecrübe birikiminin F-110 motorları üzerinde de kullanılması, TEI'nin uzun vadedeki hedeflerinden biri.

1994 TÜSİAD KalDer Kalite Ödülü'nü alan şirket, teknolojik altyapısı ve üretim olanaklarına dayanarak Ar-Ge çalışmalarında da aynı titizlik ve çalışmaya gösteriyor. TEI ve GE'in birlikte yürüttükleri bu Ar-Ge çalışması uluslararası proje çalışmalarına da iyi bir örnek oluşturuyor.

Özgür Tek

Konu Danışmanı: Ahmet Şevket Ülger
Prof.Dr. ODTÜ Makina Mühendisliği

Kaynaklar
"Havacılıkta Bilim-Teknoloji-Sanayi Politikaları",
TÜBİTAK Raporu, Ekim 1995
Savaşın ve Havacılık Dergisi, 4/1993
TEI Onuncu Yıl Tanıtım Kataloğu, Ankara,1995