

## GELECEK YÜZYIL TEKNOLOJİLERİ VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ YAKLAŞIMI İLE UÇAK MOTOR SANAYİİNDE AR-GE

Hava Yüksek Mühendis Binbaşı Can EREL

Jet Revizyon Müdürü

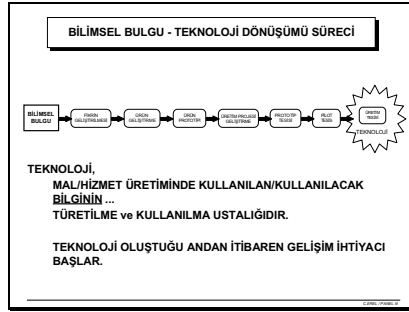
1inci HİBM Üretim Grup Komutanlığı

İzmir - 25 Ekim 1997

*"Türkiyede Uçak Motor Sanyesi ve Geleceği Paneli III Notları, 24-25 Ekim 1997, s.201-205."*

1.HİBM mensubu olmama rağmen NATO'nun yine böyle bilimsel araştırma konusunda kurduğu ve NATO'ya üye ülkelerin bilim adamı ve teknik personelinden oluşan AGARD'ın bir Panel üyesi olarak bazı tespitler yapıp, gündeme bir soru getirmek istiyorum, sizin biraz önce anlattıklarınızla da ilgisi olacak.

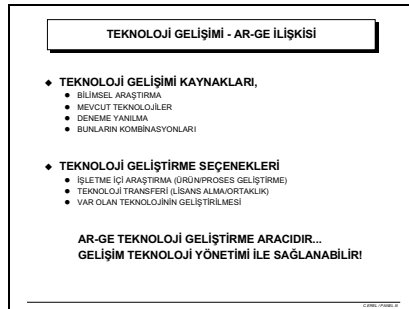
NATO'ya 21.Y.Y.'da üye ülkeler hangi konularda Ar-Ge yapacaklar, bu iş nasıl sağlanacak şeklinde bir incelemesi var, oradan alıntılar ile arz etmek istiyorum:



Bilimsel bir bulgunun teknoloji haline gelmesi bir süreç olarak incelenebilir. Teknoloji, mal/hizmet üretiminde kullanılan/kullanılacak bilginin türetilme, kullanıma ustalığıdır. Teknoloji oluştuğu andan itibaren gelişim ihtiyacı başlar.

Teknoloji gelişimi bilimsel araştırma, mevcut teknolojiler, deneme yanılma ve bunların kombinasyonlarından kaynaklanır. Teknoloji geliştirme seçenekleri ise işletme içi araştırma (ürün/proses geliştirme), teknoloji transferi (lisans alma/ortaklık) ve var olan teknolojinin geliştirilmesidir.

Bu yaklaşım Ar-Ge'nin bir teknoloji geliştirme aracı olduğunu göstermektedir.



Dünyanın gelişmiş havacılık endüstrilerine sahip ülkelerinde Ar-Ge ana faaliyet başlığı olmaktan çıkarılmış, gelişim amaçlı teknoloji yönetim çabalarının bir altbaşlığı haline gelmiştir. Bu sav NATO-AGARD tarafından Mart 1997 tarihinde yayınlanan "Propulsion and Energy Issues for the 21<sup>st</sup> Century" başlıklı 824 numaralı raporundan alıntılar yapılarak kanıtlanmaya çalışılacaktır.

**21. YÜZYILA GİRERKEN MOTOR TEKNOLOJİSİ GELİŞİMİ**

**TİCARİ MOTORLARI ETKİLEYEN ASKERİ MOTORLARDA**

- GELECEK TEKNOLOJİLERİNİN YARATILMASI
- SAVUNMA HARCAMALARININ AZALTILMASI AMAÇLI

**GELECEK PROGRAMLARI**

**AMERİKA**

ABD İNTEGRATED PERFORMANCE TURBINE ENGINE TECHNOLOGY (IHPTET)

**AVRUPA**

İNGİLTERE ADVANCED CORE FOR MILITARY ENGINES (ACME)

İNGİLTERE/FRANSA ADVANCED MILITARY ENGINE TECHNOLOGY (AMET)

Dünyanın gelişmiş havacılık endüstrilerine sahip ülkelerinde askeri motorlarda gelecek teknolojilerinin yaratılması ve savunma harcamalarının azaltılması amacını taşıyan gelecek teknoloji gelişim programları mevcuttur. Ticari motorları etkileyen askeri motorlar sahasındaki bu teknoloji geliştirme çabalarına ABD'de IHPTET (Integrated Performance Turbine Engine Technology), İngiltere'de ACME (Advanced Core for Military Engines) ve İngiltere/Fransa'da AMET (Advanced Military Engine Technology) programları verilebilir.

**21. YÜZYILA GİRERKEN MOTOR TEKNOLOJİSİ GELİŞİMİ**

**MOTOR TEKNOLOJİLERİ GELİŞİMİNDE TEMEL AMAÇ:**

- MENZİL ARTIŞI
- HEDEFE VARMA ZAMANINDA AZALMA
- REAKSİYON ZAMANINDA AZALAMA

1980	→	IPE	(F110-GE-129/F100-PW-229)	
1997	→	IHPTET(PH1)	AYNI UÇAKTA	-%25 MALİYET (AYNI TEPKİDE) -%40 MALİYET (AYNI GÖREVDE) -%40 MOTOR AĞIRLIĞI -%30 YAKIT SARFIYATI
2003	→	IHPTET(PH2)		
2009	→	BEYOND IHPTET	KAZANCIN %50-60'A ÇIKARILMASI HEDEFLENİYOR	

2000'li yılların hemen öncesinde ortaya konulan motor teknolojileri gelişiminde amaç; menzil artışı, hedefe varma zamanında azalma, reaksiyon zamanında azalama olarak belirlenmiştir.

Örneğin 1980'li yıllarda en gelişmiş motorlar olarak bilinen IPE (Increased Performance Engine) motorlarının kullanıldığı uçaklarda 1. faz IHPTET motor kullanılması ile % 25-40 iyileşme sağlanacağı ve bu kazancın gelecek on yıl içinde kullanılmaya başlayacak 2.faz IHPTET motorlar ile %50-60 seviyesine çıkarılacağı bilinmektedir

**MOTOR TEKNOLOJİSİ GELİŞİMİNDE SİSTEM İHTİYAÇLARI**

- ÇOK AMAÇLI (MULTI MISSION) KULLANIM ELASTİKİYETİ
- YÜKSEK HAREKET KABİLİYETİ
- ARDANMASIZ SESÜSTÜ ÇALIŞMA
- BOYUT VE AĞIRLIKTA EN DÜŞÜK DEĞER
- DÜŞÜK YAKIT SARFIYATI
- KARŞILANABİLİR MALİYET
- BAKIM-ONARIM KOLAYLIĞI

Belirlenen motor teknolojileri gelişimi sonucu ortaya çıkan sistem ihtiyaçları; çok amaçlı kullanım elastikiyeti, yüksek hareket kabiliyeti, ardyanmasız sesüstü çalışma, boyut ve ağırlıkta en düşük değer, düşük yakıt sarfiyatı, karşılanabilir maliyet, bakım-onarım kolaylığı olarak belirlenmiştir.

MOTOR TEKNOLOJİSİ GELİŞİMİNDE TEMEL MOTOR İHTİYAÇLARI		
	TURBOFAN / TURBOJET	TURBOPROP / TURBOSHAF
<b>MOTOR TEPELİĞİ ARTIŞI</b>		
• YÜKSEK ÇEVİRİM SICAKLIĞI	+	-
• ELEMANLARDA AERODİNAMİK VERİM ARTIŞI	+	-
• GELİŞMİŞ YÜKSEK SICAKLIK MALZEMELERİ	+	-
• GELİŞMİŞ YÜKSEK DAYANIMLI DÜŞÜK YOGUNLUKLU MALZEMELER	+	-
<b>MOTOR GÜÇ/AĞIRLIK ARTIŞI</b>		
• YÜKSEK ÇEVİRİM SICAKLIĞI	+	-
• SOĞUTMA AKIŞINDA VE İÇ KAÇAKTA AZALMA	+	-
• ELEMANLARDA AERODİNAMİK VERİM ARTIŞI	+	-
• GELİŞMİŞ ALIK KORUMA SİSTEMLERİ	+	-
• TÜRBİN ROTOR DEVRİ ARTIŞI	+	-
<b>DAHA DÜŞÜK ÖZGÜL YAKIT SARFIYATI (SFC)</b>		
• BASINÇ ORANI ARTIŞI	+	-
• ÇALIŞMA DEVRİ ARTIŞI	+	-
• ELEMANLARDA AERODİNAMİK VERİM ARTIŞI	+	-
• SOĞUTMA AKIŞINDA VE İÇ KAÇAKTA AZALMA	+	-
• ARDYANMALI MOTORLARDA (DRY) BASINÇ KAYIINDA AZALMA	+	-
• UÇUŞTA MOTOR PERFORMANS OPTİMİZASYONU	+	-

Ortaya konulan motor teknolojileri gelişimi amacına göre motor temel ihtiyaçları da motor tepki/ağırlık veya motor güç/ağırlık artışı ve daha düşük özgül yakıt sarfiyatı etkilerine göre motor tipleri bazında belirlenmiştir.

MOTOR TEKNOLOJİSİ GELİŞİMİNİN MOTOR ELEMANLARINA ETKİSİ		
	TURBOFAN / TURBOJET	TURBOPROP / TURBOSHAF
<b>SIKIŞTIRMA SİSTEMLERİ</b>		
• DAHA YÜKSEK AERODİNAMİK VERİM	+	-
• KADEME BASINCA ARTIŞI	+	-
• KAÇAK AZALIŞI	+	-
• AĞIRLIK AZALIŞI	+	-
• DAHA YÜKSEK ÇIKIŞ SICAKLIĞI	+	-
<b>YAKMALARDA YAKMA SİSTEMLERİ</b>		
• DAHA YÜKSEK GİRİŞ SICAKLIĞI	+	-
• DAHA YÜKSEK ÇIKIŞ SICAKLIĞI	+	-
• AĞIRLIK AZALIŞI	+	-
• KULLANIMDAN ALMA ORANI GELİŞİMİ	+	-
• ARDYANMALI MOTORLARDA (DRY) BASINÇ KAYIINDA AZALMA	+	-
<b>TÜRBİN SİSTEMLERİ</b>		
• DAHA YÜKSEK ÇALIŞMA SICAKLIĞI	+	-
• KADEME BASINCA ARTIŞI	+	-
• KADEME SAYISINDA AZALMA	+	-
• DAHA YÜKSEK VERİM	+	-
• AĞIRLIK AZALIŞI	+	-
• SOĞUTMA AKIŞI AZALIŞI	+	-

Belirlenen motor teknolojileri gelişiminin sıkıştırma sistemleri, yakma ve ardyakma sistemleri türbin sistemleri, kontrol ve mekanik sistemler, eksoz sistemleri, dişli kutuları ve aktarma sistemleri, malzemeler ve çevresel ihtiyaçlar bazında motor elemanlarına etkisi de motor tiplerine göre ortaya konulmuştur.

MOTOR TEKNOLOJİSİ GELİŞİMİNİN MOTOR ELEMANLARINA ETKİSİ (devam)		
	TURBOFAN / TURBOJET	TURBOPROP / TURBOSHAF
<b>KONTROL VE MEKANİK SİSTEMLER</b>		
• DATA GİRİŞİ ARTIŞI VE ELEKTROMANYETİK BAĞIRLIKLI ÇIŞI FİZİK-OPTİK KONTROL SİSTEMLERİ	+	+
• BİLGİSAYARLI ÇALIŞMA PERFORMANSI ARTIŞI	+	+
• UÇUŞ/MOTOR KONTROLLARI BÜTÜNLEŞMESİ	+	+
• MANYETİK SENSÖRLER VE AKTÜATÖRLER	+	+
• GELİŞMİŞ SENSÖR VE AKTÜATÖRLER	+	+
<b>EKSOZ SİSTEMLERİ</b>		
• SİBİL ALAN TASARIMI (ARD YANMALI MOTORLARDA)	+	-
• ÇIKIŞ ALANININ AKIŞININ BAZLI KONTROLÜ	+	-
• TEPKİ YÖNLENDİRME	+	-
• UÇAK YAPISININ EKSOZ LÜLESİ BÜTÜNLEŞMESİ	+	-

MOTOR TEKNOLOJİSİ GELİŞİMİNİN MOTOR ELEMANLARINA ETKİSİ (devam)	TURBOFAN /	TURBOPROP /
	TURBOJET	TURBOSHAF T
<b>DİŞLİ KUTULARI AKTARMA SİSTEMLERİ</b>		
• AĞIRLIKTA AZALMA		*
• KOMPAKT TASARIM KAVRAMLARI		*
• HİDROLİK TASARIM KAVRAMLARI		*
<b>MALZEMELER</b>		
• YÜKSEK SICAKLIK TI ALAŞIMLARI	+	+
• TİTANYUM ALİMNATLARI	+	+
• NİKEL ALİMNATLARI	+	+
• METAL MATRESLİ KOMPOZİTLER	+	+
• SERAMİK MATRESLİ KOMPOZİTLER	+	+
• ORGANİK MATRESLİ KOMPOZİTLER	+	+
• ISIL KORUGANLI KAPLAMALAR	+	+
<b>ÇEVRESEL İHTİYAÇLAR</b>		
• NO <sub>x</sub> AZALISI	+	+
• YANMAMA HİDROKARBON AZALISI	+	+
• GÖRÜLMİYEN DUMAN YAYILMASI	+	+

Uçak motorlarında ortaya konulan teknolojik gelişim ve etkilerini özetleyecek bir pencereden bakılmak istenir ise gelişmiş aero/termal, yeni malzemeler ve yenilikçi tasarım başlıkları altında toplanabilecek alanların belirgin bir şekilde ortaya çıktığı görülmektedir.

MOTOR TEKNOLOJİLERİ ÜÇLÜSÜ		
<b>GELİŞMİŞ AEROTERMAL</b>	<b>YENİ MALZEMELER</b>	<b>YENİLİKÇİ TASARIM</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3D VISKOZ CFD TOOL</li> <li>• SWIFF ANALİZ</li> <li>• STOCHASTİK YAKMA</li> <li>• GELİŞMİŞ TURBİN SÖLÜTİM</li> <li>• KADEME FÖKÜ ARTIŞI</li> <li>• KOMPRESÖR</li> <li>• KISA ENDOZİ ÜLEŞİ</li> <li>• DEĞİŞKEN ÇEVİRİM KAVRAMI</li> <li>• VANE SICILP TURBİN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DÜŞÜK YOĞUNLUKLU KOMPOZİT</li> <li>• METAL MATRES</li> <li>• KARBON ESASLI SERAMİK MATRES</li> <li>• Ti-VE-N ALİMNAT</li> <li>• YÜKSEK SICAKLIK VE TI ALAŞIMI</li> <li>• YÜKSEK SICAKLIKLI YAPISAL OLUKTAYAN PARÇA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FİBERLE KLAVTLENÇİRLİSİS DONANIM</li> <li>• AKSALA RÖTOR</li> <li>• PALELER</li> <li>• STATİK YAP</li> <li>• ÇOK AMAÇLI YAP</li> <li>• BAŞLIĞI SİTİRLİSİS RÖTOR SUPPORT</li> <li>• RÖTORLESİS PALE</li> <li>• LAMİNE (YAPRAK) YAP</li> <li>• ENDOZİTİMİK YAKIT</li> <li>• MANİTİK</li> <li>• YATAKLAMA</li> </ul>
<b>HER ÜÇ ALANDA DA GELİŞME İHTİYACI VAR!</b>		

Ve havacılıkta gelişmiş ülkelerde her üç alanda da gelişme iradesi açık olarak ortaya konulmuş ve bu yönde çalışmalar teşvikler ve büyük bir hızla devam etmektedir.

Bugün sadece Ar-Ge boyutu incelenen ancak gelişmiş ülkelerde teknoloji yönetimi yaklaşımı ile ele alınan bu konunun yaşanan en çarpıcı sonucu; uçak motorları sahasında birkaç on yıllık geçmişe sahip ülkemizde üretim ile sonuçlanan bir tasarımın henüz mevcut olmamasıdır.

Sözlü olarak isteği en yüksek perdeden belirtilmesine rağmen kişisel çekişmelerden de büyük ölçüde etkilenerek kurumsal sınırları aşamayan ve ülke çapında bir entegre edilemeyen Ar-Ge uçak motorları sahasında yeniden ele alınmalıdır.

Türkiye'de uçak motorları sahasında belirli bir seviyenin de üzerinde bir potansiyelin mevcut olduğu bugün birkez daha görülmüştür.

SONUÇ
<p><b>TÜRKİYE'DE DURUM:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TEMEL BİLİMSEL FAALİYETLER İLE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ AYRIMI YAPILAMAMIŞTIR.</li> <li>• TASARIM <ul style="list-style-type: none"> <li>• ÜRETİMLE SONUÇLANAN TASARIM MEVCUT DEĞİLDİR.</li> </ul> </li> <li>• AR-GE <ul style="list-style-type: none"> <li>• KİŞİSEL ÇEKİŞMELERDEN ETKİLENMİŞTİR</li> <li>• TÜM ÇABALAR KURUMSAL KALMIŞTIR</li> <li>• ÜLKE ÇAPINDA ENTEGRASYONU MÜMKÜN OLMAMIŞTIR</li> </ul> </li> </ul> <p>... UÇAK MOTORLARI SAHASINDA TÜRKİYE'DE MEVCUT İNSAN VE DİĞER KAYNAKLARDAN EN ETKİN FAYDAYI SAĞLAYACAĞ:</p> <p><i>Havacılıkta</i> <b>Ulusal</b> <i>Yenilikçi</i> <b>Araştırmalar</b> <b>Merkezi (HULYA'M)</b> <b>BİR TEKNOLOJİ YÖNETİM ENSTİTÜSÜ OLARAK KURULMALIDIR.</b></p>

Sorun mevcut insan ve diğer kaynakların organize edilebilmesidir. Bu eksikliği giderecek ve bu milli amaca hizmet ederken bu yolda karşılaşılabilecek engellerin etkisini hicvedecek bir isme (HULYA'M, Havacılıkta Ulusal Yenilikçi Araştırmalar Merkezi) sahip olacak uçak motorları teknoloji

yönetimi enstitüsünün mevcut sorunların ve sıkıntılarının aşılmasında büyük bir adımı oluşturabileceğini arz ederim.