

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ
ANABİLİM DALI

**TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜM VE İŞGÜCÜNÜN NİTELİĞİ:
HAVACILIK VE UZAY SANAYİ ÜZERİNE NİTEL BİR
ARAŞTIRMA**

Doktora Tezi

Halise Duygu ÖZALP

Ankara-2020

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ
ANABİLİM DALI

**TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜM VE İŞGÜCÜNÜN NİTELİĞİ:
HAVACILIK VE UZAY SANAYİ ÜZERİNE NİTEL BİR
ARAŞTIRMA**

Doktora Tezi

Halise Duygu ÖZALP

Tez Danışmanı

Prof.Dr. İlkay SAVCI

Ankara-2020

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ÇALIŞMA EKONOMİSİ VE ENDÜSTRİ İLİŞKİLERİ
ANABİLİM DALI

TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜM VE İŞGÜCÜNÜN NİTELİĞİ:
HAVACILIK VE UZAY SANAYİ ÜZERİNE NİTEL BİR
ARAŞTIRMA

Doktora Tezi

Tez Danışmanı: Prof.Dr. İlkay SAVCI

Tez Jürisi Üyeleri

Adı ve Soyadı İmzası

Prof.Dr. İlkay SAVCI

Prof.Dr. Şenay GÖKBAYRAK

Prof.Dr. Ali Ulvi YILMAZER

Prof.Dr. Cem Harun MEYDAN

Doç.Dr. Murad TİRYAKİOĞLU

Tez Sınavı Tarihi

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Prof.Dr. İlkay SAVCI danışmanlığında hazırladığım “Teknolojik Dönüşüm ve İşgücünün Niteliği: Havacılık ve Uzay Sanayi Üzerine Nitel Bir Araştırma (Ankara, 2020)” adlı doktora tezindeki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik davranış ilkelerine uygun olarak toplanıp sunulduğunu, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

29/06/2020

Halise Duygu ÖZALP

ÖNSÖZ

Bulunduğu coğrafyanın kültürel ve siyasi yapısı, Türkiye'nin teknolojik ve endüstriyel önceliklerini de belirlemekte, bunlar arasında havacılık ve uzay sanayi hemen her dönemde önemle işaret edilmektedir. Bu tez de, Türkiye'de havacılık ve uzay sanayinin tarihsel gelişiminin ve mevcut durumunun betimlenmesi ile bu sanayinin, verimli bir sanayi ekosistemi haline getirilerek, sürekliliğini sağlayacak işgücünün yetiştirilmesi konularının çok yönlü bir şekilde ele alınması düşüncesinden doğmuştur.

Böylesi kapsamlı bir konunun çalışması, yoğun ve tempolu bir çalışmayı zorunlu kılmış, tez, birçok yeri doldurulamaz insanın desteğiyle birlikte son halini almıştır. Öncelikle, tez konusuna karar verdiğimiz günden son düzeltmeyi yaptığımız güne kadar geçen sürede bana güvenmekten vazgeçmeyen, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, tüm sözleri ve davranışıyla örnek almaya gayret ettiğim tez danışmanım Prof.Dr. İlkey Savcı'ya sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Tezin gelişimine yakından tanıklık ederek, katkılarıyla çalışmamıza yön veren Prof.Dr. Şenay Gökbayrak'a ve Prof.Dr. Ali Ulvi Yılmaz'ın; tez savunmasına katılmayı kabul ederek yaptıkları değerlendirmeler ile çalışmamızı zenginleştiren Doç.Dr. Murad Tiryakioğlu'na ve Prof.Dr. Cem Harun Meydan'a; tezin son halini almasında emeği geçen Dr.Öğr. Üyesi Elif Tuğba Doğan'a ve Doç.Dr. Bahar Aşçı'ya içten teşekkür ediyorum.

Ayrıca, doktora yeterlilik sınavına hazırlandığım dönemden başlayarak, en zorlu zamanlarıma sabırla eşlik eden sevgili arkadaşlarım Elif Tuğba Şahin'e, Funda Karaaslanoğlu'na, Mustafa Koçak'a ve tezin son düzeltmeleri sırasında engin deneyimi, dikkati ve babacanlığıyla yanımda olan Sedat Savcı'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Bu uzun ve zorlu süreçte desteğini esirgemeyen annem Ayşe Zerrin Özalp'e minnettarım. Son söz olarak, öğrenciliğimin en büyük aşaması olan bu tezi, sevgiyle ve bağlılıkla her gün andığım, bilmenin kıymetini öğrendiğim babam Ali Yücel Özalp'e ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLO, ŞEKİL, GRAFİK VE RESİM DİZİNİ	v
KISALTMALAR.....	vii
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM: TEZİN KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVESİ: TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜM, YENİLİK EKOSİSTEMİ, HAVACILIK VE UZAY SANAYİNDE TEKNİK İŞGÜCÜ.....	8
1.1. Teknolojik Dönüşüm, Teknolojik Yenilik ve Yenilik Ekosistemi	8
1.1.1. Teknolojik Dönüşüm	8
1.1.2. Teknolojik Yenilik ve Yenilik Ekosistemi	10
1.2. Havacılık ve Uzay Sanayi Ekosistemi ve Nitelikli Teknik İşgücü: Kuramsal Yaklaşımlar	25
1.3. Dünyada ve Türkiye’de Havacılık ve Uzay Sanayinin Gelişimi	33
1.3.1. Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayinin Gelişimi: Öncü ve Yeni Gelen Ülkeler....	33
1.3.2. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)’nin Gelişimi: Yap-Boz-Yap Dizgesi.....	48
1.3.3. Dünyada ve Türkiye’de Havacılık ve Uzay Sanayinde Güncel Eğilimler	62
1.4. Dünyada ve Türkiye’de Yenilik Ekosistemi ile Havacılık ve Uzay Sanayi Ekosisteminin Değerlendirilmesi.....	71
2. BÖLÜM: DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE HAVACILIK VE UZAY SANAYİNDE NİTELİKLİ TEKNİK İŞGÜCÜ: EĞİTİM VE İSTİHDAM	87
2.1. Nitelikli Teknik İşgücünün Yetiştirilmesi: Ortaöğretim ve Yükseköğretimde Mesleki ve Teknik Eğitim (MTE).....	87
2.1.1. Mesleki ve Teknik Eğitim (MTE)’in Kapsamı, Ortaya Çıkışı ve Gelişimi	88
2.1.2. Teknik İşgücüne Kazandırılması Hedeflenen Beceriler ve FeTeMM (STEM) Eğitimi.....	97
2.2. Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayinde Teknik İşgücü: Eğitim ve İstihdam.....	105
2.2.1. Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayine Yönelik Eğitim.....	106
2.2.2. Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayinde İstihdam.....	124

2.3. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)'nde Teknik İşgücü: Eğitim ve İstihdam.....	128
2.3.1. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayine Yönelik Eğitim.....	128
2.3.2. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayinde İstihdam	149
3. BÖLÜM: ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	155
3.1 Araştırmanın Problemi ve Amacı	155
3.2. Araştırmanın Tasarımı	157
3.3. Örneklem Seçimi.....	158
3.4. Verilerin Toplanması	163
3.5. Verilerin Analizi	164
3.6. Araştırmanın Güvenirlik ve Geçerliği.....	165
3.7. Araştırmada Karşılaşılan Sorunlar	166
4. BÖLÜM: ARAŞTIRMANIN BULGULARI	168
4.1. Katılımcıların Dördüncü Sanayi Devrimi'ne Yönelik Kavramlaştırmaları ile Havacılık ve Uzay Sanayinde Bu Teknolojik Dönüşümün Rolüne İlişkin Değerlendirmeleri.....	169
4.2. Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayi Ekosistemini Besleyen Koşullara İlişkin Katılımcı Değerlendirmeleri	173
4.2.1. Ekosistemin Yeşerdiği Toprak: Aydınlanma, Bilim ve Teknoloji (BT) Deneyimini Doğurma ve/veya Bu Deneyimlerle Erken Dönemlerde Tanışma	175
4.2.2. Ekosistemin Ana Damarı: Ülkeler Arasındaki Ekonomik ve Politik Rekabete Dayalı Gelişme, Ar-Ge Çalışmalarına Kesintisiz Kaynak Aktarımıyla Süreklilik ve Sürdürülebilirliği Sağlama	178
4.2.3. Ekosistemin Kültürel Boyutu: Ekosistemin Aktörleri Arasındaki İşbirliği ve Etkileşimden Doğan Sinerji	183
4.2.4. Ekosistemin Temel Dinamiği: Nitelikli Teknik İşgücü	188
4.3. Katılımcıların Türkiye'de Teknolojik Dönüşüm ve İmalât Sanayi Ekosistemi Konusundaki Değerlendirmeleri.....	191
4.3.1. 'Geç Kalmışlık-Yakalamışlık' Tartışmaları	191
4.3.2. Farklı Teknoloji Seviyelerinde (Düşük-Orta-Yüksek) İmalât Yapılması.....	194
4.3.3. Zihniyet Sorunu	195
4.3.4. Sürdürülebilirlik Sorunu	197
4.3.5. Taşeronlaşma	198
4.3.6. Sinerji Yaratma Sorunu.....	199

4.3.7. Ticarileştirme	201
4.3.8. Devletin Öncü Rolü Üstlenmesinde Yaşanan Zafiyet	205
4.3.9. Bilim ve Teknoloji (BT) Yönelimli Olma Zafiyeti.....	207
4.3.10. Sivil Toplum Kuruluşları (STK)'nın Kolaylaştırıcı Rol Üstlenmesi	209
4.3.11. Sanayi ile Teknik İşgücü Arasındaki Nitelik/Beceri Uyuşmazlığı Sorunu	210
4.4. Katılımcıların Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Ekosistemi Konusundaki Değerlendirmeleri	210
4.4.1. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Ekosisteminin Dünü ve Bugünü: Ekosistemin Yeşeremediği Toprak	211
4.4.2. Katılımcıların Verimli Bir Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Ekosistemi İçin Önerileri	232
4.4.3. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Ekosisteminin Geleceği: Nitelikli Teknik İşgücü	248
5. BÖLÜM: TÜRKİYE HAVACILIK VE UZAY SANAYİ (THUS) EKOSİSTEMİ İÇİN DÖRT AKTÖRLÜ BİR ENTEGRE EĞİTİM İŞBİRLİĞİ MODEL ÖNERİSİ	288
5.1. Modelin Dayandığı THUS Ekosistemi ve Ekonomik, Toplumsal ve Kültürel Temelleri... ..	288
5.2. Aktörler Arası İşbirliğinin Gerekçeleri	291
5.3. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)'nde Nitelikli Teknik İşgücünün FeTeMM (STEM) Eğitimi Anlayışıyla Yetiştirilmesi	293
5.3.1. Modelin Özellikleri	294
5.3.2. Modelin İşleyişi	297
GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ.....	307
KAYNAKÇA.....	324
EKLER.....	350
ÖZET	376
ABSTRACT.....	377

TABLO, ŞEKİL, GRAFİK VE RESİM DİZİNİ

Tablo-1 Satış Büyümesine Göre İlk 20 Orijinal Parça İmalâtçısı (OEMs)-2019	58
Tablo-2 Savunma ve Havacılık Sanayi Yatırımlarında Yararlanılabilecek Devlet Destekleri ve Teşvik Programları.....	60
Tablo-3 Girişimcilerin Uzay Yatırımları	68
Tablo-4 Mikro/Nano Uyduların Özellikleri.....	69
Tablo-5 Seçilen Ülkelerde Havacılık ve Uzay Sanayi İthalat-İhracat Rakamları, 1987-2017.....	73
Tablo-6 Seçilen Ülkelerde GSYH ve Ar-Ge Harcamalarına İlişkin Bilgiler, 1987-2017	77
Tablo-7 Seçilen Ülkelerde Yapılan Ar-Ge Harcamalarının GSYH'ye Oranı, 1987-2017	81
Tablo-8 Seçilen Ülkelerde Toplam Araştırmacı ve Patent Sayısı, 1987-2017	84
Tablo-9 ABD'ye En Fazla Öğrenci Gönderen Ülkeler, 2017-2019	85
Tablo-10 Spencer ve Spencer Tarafından Geliştirilen Genel Yeterlilik Modeli	102
Tablo-11 SpaceTEC'e Üye Olan Kolejler ve Havacılık Merkezleri	111
Tablo-12 Havacılık ve Uzay Mühendisliği Akademik Alanında Üniversitelerin Küresel Başarı Sıralaması	116
Tablo-13 Almanya'da Mesleki Eğitim Programları ve Yeterlilikler	120
Tablo-14 PEGASUS Ağı Kapsamındaki Üniversiteler	121
Tablo-15 Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayinde İstihdam (2000 yılı itibariyle).....	125
Tablo-16 Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayinde İstihdam ve Genel Bilgiler	126
Tablo-17 İstanbul Üniversitesi'nde Görev Yapan Yabancı Astronomlar, 1933-1958	132
Tablo-18 Türkiye'de Yıllara Göre Astronomi Alanında Yapılan Yayınlar.....	133
Tablo-19 Türkiye'de Mesleki ve Teknik Eğitim Okulları	136
Tablo-20 MTE Kurumlarının Okul/Birim, Öğretmen, Öğrenci ve Mezun Sayısı, 1923-2019.....	138
Tablo-21 Türkiye'de Mesleki Yeterlilik Seviyeleri ve Sorumlu Kuruluşlar	139
Tablo-22 Türkiye'de Havacılık Alanında Eğitim Veren Üniversite ve Eğitim Programı Bilgileri	141
Tablo-23 THUS'da İstihdam ve Sanayiye İlişkin Bilgiler	150
Tablo-24 THUS'da Meslekler ve Meslek Kodları.....	151
Tablo-25 Katılımcılara İlişkin Bilgiler	160
Tablo-26 Katılımcıların Eğitim Bilgileri	162

Şekil-1 Teknolojik Birikim: Temel Kavram ve Terimler	15
Şekil-2 Dörtlü Sarmal Yenilik Modeli.....	24
Şekil-3 Havacılık, Uzay ve Savunma Sanayi Arasındaki İlişki.....	28
Şekil-4 Türkiye'nin Uydu Yol Haritası, 1994-2020	56
Şekil-5 ABD'de Örgün Eğitim ve CTE	107
Şekil-6 Çin'de Örgün Eğitim ve MTE.....	112
Şekil-7 Almanya'da Örgün Eğitim ve MTE.....	117
Şekil-8 Almanya'da Ulusal Stratejinin Tasarlanmasında Mükemmellik Ortakları.....	118
Şekil-9 Türkiye'de Örgün Ortaöğretim MTE Sisteminin İşleyişi	138
Şekil-10 THUS Ekosisteminde Nitelikli Teknik İşgücü Yetiştirilmesi İçin Entegre Eğitim İşbirliği Modeli	301
Grafik-1 Sanayi Devrimlerinin Dört Aşaması	9
Grafik-2 Sanayi Hayat Eğrisi-İmalât Sanayi Sektörlerinin Konumları	28
Grafik-3 NASA'nın Farklı Sektörlerde Kullanılan Spin-Off'ları.....	29
Grafik-4 Uzay ve İlgili Alanlarda En Fazla Patent Başvurusu Yapan Ülke/Bölgeler	74
Grafik-5 Uzayda Uydu Varlığı Bulunan Ülke Sayısı	75
Grafik-6 ABD'de Öğrencilerin Branş Eğilimleri, 1990-2009	108
Resim-1 Etimesgut Uçak Fabrikası (EUF)	52

KISALTMALAR

AAS	American Astronautical Society/Amerikan Astronomi Topluluğu
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ABET	Accreditation Board for Engineering and Technology/Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Komitesi
a.g.e.	Adı Geçen Eser
a.g.m.	Adı Geçen Makale
AMRC	Advanced Manufacturing Research Centre/İleri İmalât Araştırma Merkezi
ANT	Actor Network Theory/Aktör Ağ Kuramı
APSCO	Asia-Pacific Space Cooperation Organization/Asya-Pasifik Uzay İşbirliği Organizasyonu
Ar-Ge	Araştırma-Geliştirme
ART	Ankara Rüzgâr Tüneli
ASD	AeroSpace and Defence Industries Association of Europe/Avrupa Havacılık ve Savunma Sanayileri Birliği
ASELSAN	Aselsan Elektronik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
ASPİLSAN	Aspilsan Enerji, Sanayi ve Ticaret A.Ş.
AYBÜ	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi
BDI	Der Bundesverband der Deutschen Industrie/The Federation of German Industries/Alman Sanayiler Birliği
bkz.	Bakınız
BM	Birleşmiş Milletler
BRT	Büyük Rüzgâr Tüneli
BT	Bilim ve Teknoloji
BTHP	Bilgi Temelli Hayat Problemleri
BTYK	Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
BYS	Bölgesel Yenilik Sistemi
CAS	China Academy of Science/Çin Bilim Akademisi

CCTC	Common Career Technical Core/ Ortak Çekirdek Kariyer ve Teknik Eğitim Standartları
CERN	Conceil Européenne pour la Recherche Nucléaire/European Organization for Nuclear Research/Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi
CNC	Computer Numerical Control/Sayısal Kontrollü Bilgisayar
CPs	Career Pathways/Kariyer Patikaları
CPS	Cyber Physical Systems/Siber Fiziksel Sistemler
CPPS	Cyber Physical Production Systems/Siber Fiziksel İmalât Sistemleri
CSA	Canadian Space Agency/Kanada Uzay Ajansı
CTE	Career and Technical Education/Kariyer ve Teknik Eğitim
CTech	C Tech Bilişim Teknolojileri San. ve Tic. A.Ş.
DoD	US Department of Defense/ABD Savunma Bakanlığı
Dowaksa	Dowaksa İleri Kompozit Malzemeler San. Ltd. Şti.
EACP	European Aerospace Cluster Partnership/Avrupa Havacılık Kümelenmeleri Birliği
EASA	European Aviation Safety Agency/Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı
EC	European Commission/Avrupa Komisyonu
ECOSOC	United Nations Economic and Social Council/Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal Konseyi
ELDO	European Launcher Development Organization/Avrupa Füze Rampası Geliştirme Kurumu
ERA	European Research Area/Avrupa Araştırma Alanı
ESA	European Space Agency/Avrupa Uzay Ajansı
ESRO	European Space Research Organization/Avrupa Uzay Araştırmaları Kurumu
ESTEC	European Space Research and Technology Centre/Avrupa Uzay Araştırma ve Teknoloji Merkezi
ESTÜ	Eskişehir Teknik Üniversitesi
EUUF	Etimesgut Uçak Fabrikası

FAA	Federal Aviation Administration/ Amerikan Ulusal Havacılık Otoritesi
FeTeMM	Fen Teknoloji Mühendislik Matematik
GE	General Electric
GSLV	Geosynchronous Satellite Launch Vehicle/Sabit Yörüngeli Uzay Roketi
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla
HAB	Ankara Uzay ve Havacılık İhtisas Organize Sanayi Bölgesi
HAI	Hellenic Aerospace Industry/Yunanistan Havacılık Sanayi
HAVELSAN	Hava Elektronik Sanayii
HUKD	Havacılık ve Uzay Kümelenmesi Derneği
HUTGM	Havacılık ve Uzay Teknolojileri Genel Müdürlüğü
IAA	International Academy of Astronautics/Uluslararası Uzay Bilimleri Akademisi
ILO	International Labour Organisation/Uluslararası Çalışma Örgütü
IoT	Internet of Things/Nesnelerin İnterneti
ISCED	International Standard Classification of Education/Uluslararası Standart Eğitim Sınıflaması
ISCO-08	International Standard Classification of Occupations/ Uluslararası Standart Meslek Sınıflaması
ISRO	Indian Space Research Organisation/Hindistan Uzay Araştırmaları Kurumu
ISTE	International Society for Technology in Education/ Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu
İHA	İnsansız Hava Aracı
İKY	İnsan Kaynakları Yönetimi
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
ITU-ARC	ITU Aerospace Research Center/İTÜ Havacılık ve Uzay Araştırma Merkezi
KAI	Korea Aerospace Industry/Güney Kore Havacılık Sanayi
KOBİ	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler

KOSGEB	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme Başkanlığı
KÜSİ	Kamu, Üniversite ve Sanayi İşbirliği
LaRC	Langley Research Center/Langley Araştırma Merkezi
LLS	Lessons Learned System/Öğrenilen Dersler Sistemi
LUH	Leibniz Universität Hannover
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
MINT	Mathematics, Computer Science, Natural Sciences and Technology/Matematik, Bilgisayar Bilimleri, Doğa Bilimleri ve Teknoloji
MKEK	Makina ve Kimya Endüstrisi Kurumu
MSÜ	Millî Savunma Üniversitesi
MTE	Mesleki ve Teknik Eğitim
MYK	Mesleki Yeterlilik Kurumu
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics/ Havacılık Ulusal Danışma Komitesi
NASA	National Aeronautics and Space Administration/Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NASDCTEC	National Association of State Directors of Career Technical Education Consortium/ Ulusal Eyalet Direktörleri Birliği Kariyer ve Teknik Eğitim Konsorsiyumu
NEET	Not in Education, Employment and Training/Örgün ve Yaygın Eğitimde ve İstihdamda Olmayanlar
NVQ	National Vocational Qualification/Ulusal Mesleki Yeterlilik
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development/Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OEMs	Original Equipment Manufacturers/Orijinal Parça İmalâtçıları
ör.	Örneğin
Pavotek	Pavo Tasarım Üretim Elektronik Tic.A.Ş
PM	Politecnico di Milano

ROKETSAN	Roket Sanayii ve Ticaret A.Ş.
s.	Sayfa
SAC	Strategic Airlift Capability/Stratejik Hava Nakliye Kabiliyeti
SASAD	Savunma ve Havacılık Sanayi İmalâtçıları Derneği
SDGs	Sustainable Development Goals/Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
SLV	Space Launch Vehicle/Uzay Fırlatma Aracı
SpaceTEC	National Science Foundation's Center for Aerospace Technical Education/ Havacılık ve Uzay Teknik Eğitim Merkezi
SSB	Savunma Sanayi Başkanlığı (<i>eski</i> Savunma Sanayi Müsteşarlığı [SSM])
SSTL	Surrey Satellite Technology Ltd/Surrey Uydu Teknolojisi Şirketi
STB	Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı
STM	Savunma Teknolojileri Mühendislik A.Ş.
STEM	Science Technology Engineering Mathematics/Bilim Teknoloji Mühendislik Matematik
STI	Science, Technology, Innovation/Bilim, Teknoloji, Yenilik
TEI	TUSAŞ Motor Sanayii A.Ş.
TEYDEB	Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı
THK	Türk Hava Kurumu
THKÜ	Türk Hava Kurumu Üniversitesi
THS	Teknoloji Hazırlık Seviyesi
THUS	Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi
TKY	Toplam Kalite Yönetimi
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TOMTAŞ	Tayyare ve Motor Türk Anonim Şirketi
TSKGV	Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı
TTaC	Türk Tayyare Cemiyeti
TTGV	Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TUA	Türkiye Uzay Ajansı
TUSAŞ	Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

TÜBİTAK BİLTEN	TÜBİTAK Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü
TÜBİTAK MAM	TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi
TÜBİTAK SAGE	TÜBİTAK Savunma Sanayi Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü
TÜBİTAK UZAY	TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
TVET	Technical and Vocational Education and Training/Mesleki ve Teknik Eğitim ve Öğretim
TYYÇ	Türkiye Yükseköğretim Yeterlilikler Çerçevesi
UAB	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı
UN	United Nations/Birleşmiş Milletler
UNAM	Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization/Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
UNEVOC	United Nations International Centre of Technical and Vocational Education and Training/Birleşmiş Milletler Uluslararası Teknik ve Mesleki Eğitim ve Öğretim Merkezi
UYÇ	Ulusal Yeterlilikler Çerçevesi
UYS	Ulusal Yenilik Sistemi
Ür-Ge	Ürün Geliştirme
VET	Vocational Education and Training/Mesleki Eğitim ve Öğretim
YÖK	Yüksek Öğretim Kurulu
YTB	Yeşilköy Tayyare Mektebi
ZİU	Zirai İlaçlama Uçağı

“Nisan, mayıs ayında Anadolu’da mantar yetişir. Bunu kimse ne eker ne diker; ... nasıl yetişir? O nem, güneş, sıcaklık, atmosfer oluşunca mantar kendiliğinden biter. Siz o iklimi oluşturmazsanız, istediğiniz kadar çaba sarf edin, mantarı yetiştiremezsiniz. ... Ekosistem böyle bir şey. Yani o şartlar oluşursa, mantar kendiliğinden bitiyor; siz de o ekosistemi oluşturunca, sanayi ekosistemi gerçekleşiyor.” END3-OSTİM

GİRİŞ

Günümüzde hem çalışma yaşamını hem de gündelik yaşamı derinden etkileyen dijital/teknolojik dönüşüm, havacılık ve uzay sanayi ekosistemine de yansımaktadır. Bu dönüşüm öncelikli olarak, nesnelerin interneti (IoT) üzerinde inşa edilen siber fiziksel sistemler (CPS) ile tanımlanmaktadır. Siber-fiziksel sistemler, sanal ve fiziksel dünyaları bir araya getiren teknolojilerin, ağ üzerinden, akıllı nesnelerin birbirleriyle iletişim kurduğu ve etkileşime girdiği bir dünya yaratmasını sağlamaktadır (Kagermann ve Wahlster, 2014:8). Bunların yanı sıra makina öğrenmesi (ve onu da kapsayan yapay zekâ), artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, bulut bilişim gibi teknolojilerin kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte merkezinde **birbiriyle konuşan, öğrenen ve yönlendiren (otonom) makinaların** yer aldığı yeni bir imalât organizasyonu doğmaktadır. Bu yeni dijital araçların; tasarım, prototip, test gibi imalât süreçlerine adapte edilerek yaygınlaştırılmasıyla, etkilerinin çok daha belirgin bir şekilde yaşanacağı öngörülmektedir.

Havacılık ve uzay sanayi, imalât sanayinin en ileri teknoloji seviyesini temsil etmekte ve bu özelliğiyle, sanayinin diğer alt dallarından ayrılmaktadır. Sanayi, araştırma ve geliştirmeye (Ar-Ge) ve yeniliğe dayalı yapısı, yüksek teknoloji kullandığı üretim organizasyonu ve nihayetinde eriştiği yüksek teknoloji ürünler yoluyla imalât sanayinin diğer dallarıyla da benzersiz bir etkileşim halindedir. Başka bir deyişle, havacılık ve uzay sanayi, Ar-Ge çalışmaları ile nihai ürünleri aracılığıyla hem diğer sanayileri beslemekte hem de onlardan beslenmektedir. Bu etkileşim, havacılık ve uzay sanayine, özellikle ulusal teknoloji geliştirme kapasitesine yönelik çalışmalarda, ayrı bir önem kazandırmaktadır.

Taşıdığı bu önem doğrultusunda havacılık ve uzay sanayi, Türkiye’de hazırlanan lisansüstü çalışmalarda da ilgi görmektedir. Bu ilginin, genellikle “*savunma sanayi*” merkezli olduğu ve tez sayılarında, 2010’lu yılların sonunda yaşanan belirgin artış dikkat çekmektedir.¹ Tez konumuzla ilgili olarak ise, Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)’nde işgücü, eğitim ve istihdam konularına **birlikte** odaklanan, 1 doktora tezi (Aşçı, 2012) bulunduğu görülmektedir. Savunma sanayindeki işverenlerin eğitim konusundaki yaklaşımlarını inceleyerek literatürdeki önemli bir boşluğu dolduran bu tezin, yaşam boyu eğitim,

¹ 1990’lı yıllar süresince “savunma sanayi”ni konu alan 20 tez yazılmışken, 2000’li yıllarda bu sayı, 79’a yükselmiştir. 2010’lu yıllarda kaydedilen toplam 108 tezin 46’sı son 2 yılda yazılmıştır. 1998-2019 yılları arasında yazılan ve adında “havacılık sanayi” geçen sadece 10 tez bulunmakta ve benzer şekilde 1993-2019 yılları arasında “havacılık ve uzay sanayi” üzerine 5 tez yazıldığı görülmektedir (bkz. Ulusal Tez Merkezi, <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>, [09.05.2020]).

THUS'da istihdam edilecek her seviyedeki işgücü için eğitimin ve alanda deneyimin önemi ile mesleki ve teknik eğitim (MTE) programlarının genel eğitim ve çalışma yaşamıyla bütünleşmesi gibi bulguları çalışmamızla uyumlu bir görünüm sergilemektedir. Aşçı (2012), sanayinin, eğitim kurumlarıyla olan işbirliğinin de çeşitli programlar (ör. staj, işgücü yetiştirme kursları) yoluyla kurulduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, yaptığımız araştırmada, bu programların, THUS'u süreklilik arz eden verimli bir ekosistem kimliğine büründürmeye yetmediği tespit edilmiş ve bu tespit, verimli bir THUS ekosisteminin nasıl oluşturulacağına yönelik araştırma bulgularıyla irdelenmiştir.²

Bu tez; Dördüncü Sanayi Devrimi ya da Endüstri 4.0 adıyla anılan teknolojik dönüşüm bağlamında THUS ekosistemini konu edinmektedir. Ulusal Yenilik Sistemi (UYS) çerçevesinde, çok sayıda rapor ve araştırmanın konusunu oluşturan, görsel ve yazılı medyada önemle yer verilen havacılık ve uzay sanayi üzerine hazırlanacak bir doktora tezinin kuşkusuz özgün boyutları olmalıdır. Bu doğrultuda, tezde iki ana amaç güdülmüştür. Bu amaçların ilki, son yıllarda önemli atılımların gerçekleştiği THUS'un gerek altyapı gerekse nitelikli teknik işgücü bakımından gelişiminin ve ulaştığı seviyenin, sanayinin başat aktörlerinden alınan verilerle ortaya konulmasıdır. İkinci ana amaç, THUS ekosisteminin teknolojik öğrenme ve yenilik kapasitesinin artırılmasında bugün ihtiyaç duyulan ve/veya gelecekte duyulacak olan nitelikli teknik işgücünün sahip olması gereken bilgi ve **becerilerin** belirlenmesi ve bu becerilerin kazandırılmasına yönelik 'bir eğitim işbirliği model önerisi' geliştirilmesidir. Böylelikle THUS'da faaliyet göstermekte olan firmaların, çağın gerekleriyle uyumlu teknolojik **yetenek** ve **yetkinlik** geliştirmelerine katkı sağlanması hedeflenmiştir.³

Bu ana amaçlar takip edilerek, araştırmadan elde edilen bulgular ışığında, ulusal ölçekte bir 'eğitim işbirliği model önerisi' geliştirilmiştir. Tezin özgün yönlerinden birini oluşturan bu

² Nihayetinde, Aşçı'nın da bir gereklilik olarak işaret ettiği sanayi-MTE işbirliğinin, **ekosistem anlayışıyla** kurulması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Hatta araştırma bulguları ışığında, ekosistem anlayışı takip edilerek, sadece sanayi ve MTE kurumları değil, tüm aktörler arasında eşgüdümün sağlanmasının, verimli bir THUS'un kaynağı olduğu görülmüştür.

³ Teknolojik yenilik konusunun, anlaşılmasında bu kavramlar arasındaki ilişkinin açığa çıkarılması önem taşımaktadır (Çetindamar ve Günsel, 2009):

- *Beceri (skill)*: Bir işin tamamlanabilmesi için yerine getirilmesi gereken her türlü görevin yapılabilmesi için gerekli bireysel kabiliyetlerdir.
- *Yetenek (capability)*: Bir işletmenin özel olarak belirlenmiş sonuçları başarabilmek amacıyla, örgüt kaynaklarını kullanarak koordine edilmiş birtakım görevleri alışageldik şekilde yapabilme becerisidir.
- *Yetkinlik (competence)*: İşletmenin belli bir eşik seviyenin üzerinde olmak kaydıyla sahip olduğu kolektif becerilerdir.

model, aynı zamanda bir öğrenme modelidir. İlgili literatür, gerçekleştirilen gözlemler ve nitel araştırma bulguları çerçevesinde geliştirilen model ile önerilen sistem/ilişki ağı, yalnızca havacılık ve uzay sanayinin ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesinde değil, Türkiye imalât sanayi ekosistemindeki tüm sanayi dallarının ihtiyaçlarına yönelik nitelikli teknik işgücünün sağlanması için uygulanabilir niteliktedir.

‘THUS Ekosistemi İçin Dört Aktörlü Entegre Eğitim İşbirliği Modeli’ olarak adlandırılan öneri, Türkiye’nin hemen her platformda dile getirdiği, uluslararası rekabette güçlü bir aktör olma isteğine de bir zemin oluşturma amacını taşımaktadır. Hiç kuşku yok ki uluslararası rekabet, ekonomik rekabet edebilirliğin dışında bir konu değildir. Yüksek teknolojili ve yüksek katma değerli ürünlere sahip olma ve bu ürünlerin ihracatı, ülkeleri hem siyasal hem ekonomik açıdan kuvvetlendirmektedir. Nitekim yüksek teknoloji kullanımı ve üretimi konularında ulusal kabiliyetin artmasıyla kurulacak uluslararası ikili ve çoklu işbirlikleri, Türkiye’yi küresel değer zincirinin daha güçlü bir parçası haline getirecektir. Türkiye bu hedef doğrultusunda, yüzyıldır sürdürdüğü montaj teknolojisi ve tedarikçi olma ısrarını terk ederek, teknolojinin sadece kullanıcısı olma rolünü aşmak; **ileri, yüksek ve kritik** teknolojilerin geliştiricisi olmak arzusundadır. Göker (2000:5)’in de vurguladığı gibi artık Türkiye *“ucuz emeğin, rekabet üstünlüğü yarışında belirleyici olma rolünü kaybettiğini, onun yerine teknolojinin, rekabet üstünlüğü yarışının kesici ucu haline geldiğini”* anlamış görünmektedir. Bunun için de gerekli ulusal ve sektörel teknoloji hedeflerini belirlemiş ve gerekli adımları atmıştır. Bunların içerisinde nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi en önemli konu olarak belirmektedir. Çünkü yüksek teknolojiyle donanmış imalât süreçlerine sahip olmak ve bu teknolojiyi içeren ürünler üretmek için, nitelikli bir teknik işgücüne sahip olunması bir zorunluluktur. Türkiye’nin, kendi THUS ekosisteminin ihtiyaçlarına yönelik olarak, uygun öğrenme ve yenilik ortamını sağlayıp, bu ortamda, kendi işgücünü yetiştirmediği sürece, işaret ettiği hedeflere ulaşması mümkün görünmemektedir.

Osmanlı İmparatorluğu’na kadar geriye götürülebilecek bir geçmişin mirasçısı olan THUS, kimi dönemlerde hem ihtiyaç duyduğu işgücüne hem altyapıya sahip olsa bile kurduğu sisteme süreklilik kazandıramamıştır. Tarih boyunca yaşanan kesintiler, sürekli bir ‘geç kalmışlık’ hali yaratmıştır. Türkiye’de havacılık/uzay alanında yapılan çalışmalar kesintiye uğratılmamış olsaydı, sanayinin dünya ile başa baş bir noktada olacağı Vecihi Hürkuş tarafından şu sözlerle ifade edilmektedir:

“Eğer bu değerli teşebbüsler ve eserler yabancı milletlerin verdikleri öneme yakın bir teşvik bulsalar, bugün dünya havacılık babası adının Türk tarihine mahsus bir şeref olarak kalacağı şüphe götürmez bir hakikat olurdu. Ne yazık ki bunlar gibi her muvaffak enerjiyi yıkmak ve her başarıyı parçalamak sanki teamül nev’inden bir illetti bu yurttta! (Hürkuş, 1942: 3-5)”.

Kesintili ilerleyen bu tarihin önemli yol ayrımlarından biri, 1974 Kıbrıs Barış Harekâtıyla yaşanan ambargo uygulamasıdır. Bu ambargo (ve kuşkusuz öncesindeki ambargo tehdidi), Türkiye’nin kendi öz kaynaklarıyla finanse ettiği Ar-Ge ve yenilik faaliyetlerini sürdürerek, özgün teknolojilerini ve hava/uzay araçlarını geliştirdiği bir ulusal havacılık ve uzay sanayi ekosistemine sahip olmasının ne denli önemli olduğunu ortaya koymuştur. Ne yazık ki bu durumun son örneği, tezin bitirilmesine yakın dönemde başlatılan Barış Pınarı Harekâtıyla birlikte ortaya çıkan yeni ambargo tehdididir. Bu örnek, Türkiye’nin kendi öz teknoloji kaynaklarına sahip olma zorunluluğunu bir kez daha göstermiştir. Bu zorunluluk, sürdürülen havacılık ve uzay sanayi yatırım ve çalışmalarında göz ardı edilmemelidir. Türkiye’nin yaşadığı ambargo tehditleri, teknoloji geliştirme konusunda karşı karşıya olduğu tehlikeleri açıkça göstermektedir. İleri, yüksek ve kritik teknoloji alanlarında ithalat eğiliminin yükseldiği, dışarıdan alınan teknolojilerin uygulamada ağırlıklı kullanıldığı bir yapının **seçenek olarak tartışıldığı** her platformda, geçmişten gelen bu eğilimlerin ve yukarıda anılan zorunluluğun hatırlanması önem taşımaktadır. Yaşanan bu ambargoların, toplumsal hafızaya silinmeyecek şekilde işlenmesi gerekmektedir.

Ancak bu ambargolar ve savunma teknolojileri konularına ağırlık verilmesi, Türkiye’nin Osmanlı İmparatorluğu’nun son dönemlerinde düştüğü hatayı tekrarlaması anlamına gelmemelidir. İmparatorluk, yaşadığı zayıflamayı, ordunun zayıflaması olarak görmüş ve esasen bu zayıflamanın ardındaki nedenin, bilim ve teknolojinin (BT) göz ardı edilmesi olduğunu kaçırmıştır. Bugün ise Türkiye’nin; BT’nin her alandaki gelişmenin, değişmez ve tartışılmaz yönü olduğundan hareketle yol olarak, bilim yönlü ve kararlı adımlarla, çağın BT konularına yönelmesi gerekmektedir. Bu konular içerisinde havacılık ve uzay, beraberinde taşıdığı uluslararası prestij ve rekabet gücüyle ayrıcalıklı bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda, verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine sahip olmak hemen her ülke için erişilmek istenen bir hedef olarak belirmektedir. Bu ekosistemin oluşması için atılması gereken en önemli adım ise nitelikli işgücünün yetiştirilmesidir. Çünkü öncelikle transfer edilen teknolojilerin öğrenilmesinde —ve özümsemesinde— ardından da yenilikçi teknoloji ve ürünlerin geliştirilmesinde kilit faktör, insandır. Kamu ve sanayideki karar

alıcıların da (ör. yönetici, uzman) bu nitelikli işgücü içinden çıkacağı dikkate alındığında, ekosistemi canlı tutacak insan kaynağının önemi açıkça görülmektedir.

Yukarıda verilen bilgiler ve belirtilen amaçlarla hazırlanan bu tez, **beş bölümden** oluşmaktadır. Birinci bölümde, araştırmanın kavramsal ve kuramsal çerçevesi bulunmaktadır. Bu bölümde, tezde kullanılan temel kavramlar, terimler ve kuramsal yaklaşımlarla ilgili bilgilere yer verilmektedir. Bu kapsamda, teknolojik dönüşüm, sistem-yenilik ekosistemi kavramları ile teknik işgücünün niteliği konusunda yararlanılan “*beşeri sermaye kavramı ve kuramı*” öne çıkmaktadır.

Tezde, THUS’un anılmasında ‘ekosistem’ teriminin tercih edilmesi, görüşmeci END3 tarafından doğadan analogi⁴ yapılarak verilen “*Mantar Örneği*”⁵ne dayanmaktadır. Bu örnek, havacılık ve uzay sanayinde başarılı olan ülkeler ile böyle bir başarı hedefinde olan Türkiye arasındaki farklılıkları ortaya çıkarma ve üretken bir yenilik sistemine erişilmesi için sağlanması gereken ortamı tasvir etme bakımından önemli bulunmuştur. Katılımcı tarafından verilen bu örneğin, araştırma bulgularının kategorileştirilerek tartışılmasında da belirleyici bir etkisi olmuştur.

Tezin bu bölümünde teknolojik yenilik kavramına da yer verilmekte, kavram; teknoloji transferi, teknolojik öğrenme kavramları birbiriyle ilişkisi bağlamında değerlendirilmektedir. Bu kapsamda, havacılık ve uzay sanayi ekosistemi ‘sistem yaklaşımı’ perspektifinden ele alınmaktadır. Burada List’in yenilik sistemi yaklaşımından da faydalanılmıştır. Yenilik sistemi yaklaşımı; ulusal, bölgesel ve sektörel yenilik sistemlerini içermekteyse de ‘ulusal yenilik sistemi (UYS)’ ve onun bir parçası olan ‘bölgesel yenilik sistemi (BYS)’ ayrıca önemli görülmektedir. Takibinde, havacılık ve uzay sanayi, kapsam ve özellikleriyle ortaya konulmakta, dünyada ve Türkiye’de sanayinin gelişimi yine bu bölümde ele alınmaktadır.

THUS ekosisteminin tarihsel gelişimi, **yap-boz-yap dizgesi** ile ifade edilmektedir. Bu tanımlama, Cumhuriyetin ilk yıllarındaki havacılık sanayi ile uzay ve astronomi çalışmalarının, ilerleyen yıllarda sekteye uğraması ve ardından yeniden bu alanda önemli sanayileşme hamleleri yapılması nedeniyle oldukça açıklayıcıdır. Tarihsel gelişmelerin yanı

⁴ Doğadan analogi, başka bir deyişle biyolojiden teknolojiye yönelen analogi akımı, ilk kez 19. yüzyılın ortalarında yapılmaya başlanmıştır. Böylelikle, teknolojinin gelişimi, ilk kez, organik analogiler kapsamında yorumlanmıştır. Organik-Mekanik Analogiler hakkında detaylı bilgi için bkz. Basalla, 2013.

⁵ bkz. s.xiii

sıra THUS'un mevcut durumuna ilişkin verilere de bu bölümde yer verilmektedir. Son olarak, ülkelerin hem Bilim-Teknoloji-Yenilik (STI) ekosistemi hem de havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin genel görünümü, karşılaştırılabilir veriler üzerinden değerlendirilmekte, verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi bulunan ülkelerin sahip olduğu STI altyapısı ile sosyoekonomik düzeyleri ortaya konulmaktadır.

İkinci bölümde, nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi konusu, MTE bağlamında ele alınmakta ve böylelikle araştırmanın temelinde yer alan nitelikli teknik işgücünün eğitime dair değerlendirmeler ortaya konulmaktadır. Verimli bir havacılık ve uzay sanayi için ihtiyaç duyulan nitelikli teknik işgücünden sahip olması beklenen becerilerin neler olduğu ve bunların nasıl kazandırılacağı, FeTeMM (STEM⁶) Eğitimi'yle ilişkilendirilerek değerlendirilmektedir. Aynı bölümde, havacılık ve uzay sanayinde verimli bir ekosistem yaratılmasında öncelikli rolün, nitelikli teknik işgücünde olduğu kabulünden hareketle, ülkelerin sahip oldukları nitelikli teknik işgücünü nasıl yetiştirdikleri ile dünyada havacılık ve uzay sanayinin istihdam görünümü genel bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Bu bölüm, aynı zamanda, THUS ekosisteminin sürekliliğini sağlayacak nitelikli teknik işgücünün eğitimi ve istihdamı konusunda güncel bilgileri de içermektedir.

Üçüncü bölüm, araştırmanın yöntemine ayrılmıştır. Araştırmanın problemi ve amacı, tasarımı, örneklem seçimi, verilerin toplanması, analizi, araştırmanın güvenilirlik ve geçerliği ile araştırma süresince yaşanan sorunlar bu kısımda belirtilmektedir.

Dördüncü bölümde araştırmanın bulguları paylaşılmaktadır. Bu bölüm, katılımcıların dünyada ve Türkiye'de havacılık ve uzay sanayi ekosistemi hakkındaki değerlendirmelerinden oluşmaktadır. Havacılık ve uzay sanayinde başarılı ülkelerin nasıl başarılı olduklarına ilişkin değerlendirmeler ışığında, 'havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin yeşerdiği toprak' ortaya konulmaktadır. Havacılık ve uzay sanayindeki başarılarıyla öne çıkan ülkelerin niteliklerinin tespit edilmesi, THUS ekosistemi için örnek teşkil edebilecek plân ve programların geliştirilmesine kaynaklık edebileceği düşüncesiyle önemli görülmektedir. Buradan THUS ekosisteminin 'yeşeremediği toprak' ve bunun nedenlerine geçilmektedir. Sonrasında ise THUS ekosisteminin 'toprağının yeşermesi için yapılması gerekenlere' yer verilmektedir.

⁶ STEM-A veya STEAM olarak da ifade edilmektedir.

Tezin beşinci ve son bölümünde, araştırma bulguları ve ilgili literatürden yola çıkılarak, verimli bir THUS ekosistemi yaratılması ve bu ekosisteme süreklilik kazandıracak nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi için geliştirilen, **entegre eğitim işbirliği modeli** detaylandırılmaktadır. Model, UYS aktörlerinin etkileşimine dayanmaktadır. Geliştirilen bu model yoluyla, THUS ekosistemindeki nitelikli teknik işgücünün hem teknolojik öğrenme ve yenilik geliştirme kabiliyetinin desteklenmesi hem de THUS ile eğitim kurumları arasındaki bağı güçlendirilerek, işgücü piyasasında arz ve talep kesişmesinin sağlanması hedeflenmektedir. Bu bölümde, öncelikle modelin dayandığı yapısal ve kültürel temele yer verilmekte, ardından ekosistemin aktörleri arasında neden bir eşgüdüm olması gerektiği açıklanmaktadır. Devamında, modelin özellikleri ile modelin işleyişi ele alınmaktadır.

Elbette THUS'un ihtiyaç duyduğu teknik işgücünün niceliğinin ve niteliğinin belirlenmesinde, işgücünün öğrenme kapasitesi kadar etkili olan bir diğer unsur, benimsenen ve/veya ulaşılmak istenen ulusal hedeflerdir. Söz konusu hedeflerin, ulaşılabilir olması önemlidir ve bu ulaşılabilir hedefler belirlenirken, tarihsel dönemeçlere ilişkin bilgi sahibi olunması ile mevcut durumun doğru bir şekilde tespit edilmesi eşit derecede önem taşımaktadır. Bununla birlikte, THUS ekosisteminde tüm aktörlerin etkileşim halinde olduğu, özellikle üniversite ve sanayi eşgüdümünün sağlandığı bir yapıya işlerlik kazandırılması, verimli bir ekosisteme kavuşulmasında önem taşımaktadır. Her şeyden önce böyle bir sistem ile hem ulusal hem de sanayiye özgü plân, program ve politikaların, katılımcı bir yol izlenerek belirlenmesi sağlanacaktır.

1. BÖLÜM: TEZİN KAVRAMSAL VE KURAMSAL ÇERÇEVESİ: TEKNOLOJİK DÖNÜŞÜM, YENİLİK EKOSİSTEMİ, HAVACILIK VE UZAY SANAYİNDE TEKNİK İŞGÜCÜ

Bu bölümde, tez konusuyla ilgili olarak teknolojik dönüşüm, yenilik ekosistemi, havacılık ve uzay sanayi ekosistemi ile bu ekosistemdeki teknik işgücüne yönelik kavramsal ve kuramsal açıklamalara yer verilmektedir. Bu kavramlaştırılmadan hareketle, havacılık ve uzay sanayinin neden bir 'ekosistem' anlayışıyla ele alındığını açıklamak ve tezin sonucunda nitelikli teknik işgücü yetiştirilmesi için önerilen entegre eğitim işbirliği modelinin niteliğinin ortaya konulması hedeflenmektedir. Tezde, yeniliğin 'süreç kimliği' öne çıkarılmaktadır. Başka bir deyişle, yenilik zaman içerisinde, sistemi oluşturan unsurların ve alt sistemlerin kendi aralarındaki etkileşiminden doğan bir işlevi şeklinde tanımlanmaktadır. Bu dizge üzerinden hareketle, yeniliğin hem zaman içindeki sürekliliği hem de etkileşimsel yapısı göz önüne alınmış olmaktadır.

1.1. Teknolojik Dönüşüm, Yenilik Ekosistemi ve Yenilik Modelleri

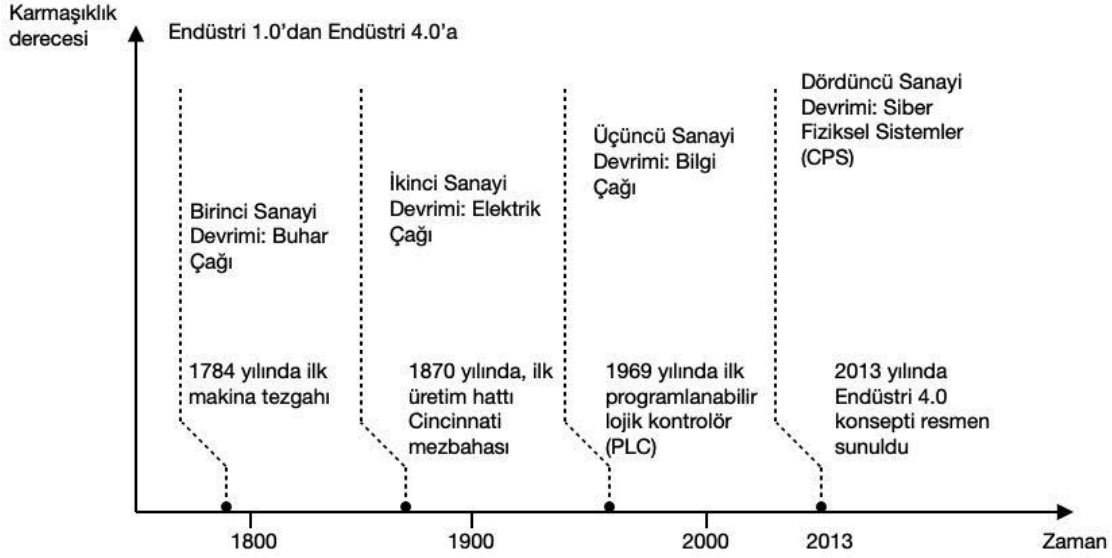
Tezin ana araştırma konusu olan THUS'da, nitelikli teknik işgücünün gerek yetiştirilmesinin gerekse istihdamının, sanayinin dolayısıyla ülkenin ekonomik, bilimsel ve teknolojik gelişimine yapacağı etki, günümüzdeki teknolojik dönüşümle yakından bağlantılıdır. Bu nedenle, teknolojik dönüşüm, teknolojik yenilikle ilgili kavramlar (ör. teknoloji transferi, geç sanayileşme, teknolojik öğrenme) ile yenilik ekosistemine ilişkin bilgilere öncelikle yer verilmektedir.

1.1.1. Teknolojik Dönüşüm

İnsanlık tarihi, bugün dördüncüsü yaşanmakta olan sanayi devrimlerinin (bkz. Grafik-1) ortaya çıkardığı hızlı dönüşüme tanıklık etmektedir. Önceki sanayi devrimlerinden farklı olduğu ileri sürülen ve Endüstri 4.0 ya da Dördüncü Sanayi Devrimi olarak da adlandırılan bu teknolojik/dijital dönüşüm, 9 teknolojik yenilik taşıyarak bunların çeşitli kombinasyonlarını kullanıma sokmaktadır. Bunlar, başta IoT olmak üzere yapay zekâ, sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, robotik, üç boyutlu yazıcılar (katmanlı imalât), bulut bilişim, akıllı (karanlık) fabrikalar ve büyük veri teknolojisi şeklinde sıralanabilir.

Sonuçlarının uzun vadede dalgalar halinde tüm toplumları derinden etkileyeceği ifade edilen (Schwab, 2016) bu kapsamlı dönüşüm, imalât sanayi ekosisteminin tamamını, dünya ölçeğinde ve çarpıcı biçimde değiştirmektedir. Esasen Endüstri 4.0 kavramı, bilgi ve

iletişim teknolojileri ile sanayi teknolojilerinin entegrasyonuna dayanmaktadır. Bu entegrasyon da siber-fiziksel üretim sistemlerinin ‘daha dijital, bilgi odaklı, özgü ve yeşil bir üretimi’ teşvik ederek, akıllı fabrikayı hayata geçirmek için kullanılması anlamına gelmektedir. Bu bağlamda, Endüstri 4.0’ın imalât sürecine dâhil edilmesi ile insanlar, ürünler ve cihazlar arasında gerçek zamanlı etkileşimlerin söz konusu olduğu, oldukça esnek bir üretim modelini inşa etmek amaçlanmaktadır. Bunun, zaman içinde, endüstriyel imalâtta kullanılan geleneksel yöntemleri tamamen değiştirecek ve geleceğin imalâtına rehberlik edecek bir itici güç haline geldiği de vurgulanmaktadır (Zhou vd., 2015:2147).



Grafik-1 Sanayi Devrimlerinin Dört Aşaması

Kaynak: DFKI, 2011'den akt. Zhou vd., 2015:2148'den uyarlanmıştır.

Endüstri 4.0 ile birlikte güçlenerek ilerleyen bu dönüşümün etkisi, havacılık ve uzay sanayi üzerinde de gözlenmektedir. General Electric (GE), hazırladığı raporlarda ve yayınladığı öngörü çalışmalarında, ileri üretim teknikleri ile endüstriyel internetin⁷ havacılık sanayine hızla entegre olduğunu ve dijitalizasyonun, yazılımın da gücüyle, sanayiye değiştirdiğini vurgulamaktadır.⁸ Benzer şekilde, Avrupa Komisyonu (EC) da IoT'nin havacılık ve uzay sanayindeki dönüştürücü etkisine dikkat çekmektedir (EC, 2017). Tezde, teknolojik dönüşüm kavramının önemi, bu dönüşümü sağlayacak olan teknik işgücünün havacılık ve uzay sanayi ekosistemi içindeki bilimsel bilgiyi ve teknolojiyi kullanma (teknolojik öğrenme) ve üretme (teknolojik yenilik) kapasitesine yönelik potansiyelinden kaynaklanmaktadır.

⁷ Endüstriyel internet, imalat süreçlerine entegre olmuş kablosuz bağlantıyı ifade etmektedir. Günlük yaşamdaki karşılığı ‘nesnelerin interneti’ olarak kavramlaştırılmıştır.

⁸ GE Reports Industry 4.0, <https://www.ge.com/reports/tag/industry-4-0/>.

1.1.2. Teknolojik Yenilik ve Yenilik Ekosistemi

Teknolojik yenilik kavramına geçmeden önce, **yenilik (inovasyon)** terimi ile ne kastedildiğine kısaca değinmek gerekmektedir. Yenilik oldukça eski bir kavram olmasına karşın, son yıllarda küresel rekabet yarışında sağladığı ekonomik avantajla bağlantılı şekilde güncelliğini korumaktadır (Savcı, 2011:19). En genel haliyle yenilik, yeni bir ürün veya üretim süreciyle erişilen bir teknik değişim süreci (Viotti, 2015:15) olarak tanımlanırken, aynı zamanda ‘yeni ürün, süreç veya sistemin ticarileştirilmesi’ şeklinde de anılmaktadır (Tsang, 2017:9).

Yeniliği tanımlamada yaygın olarak kullanılan tipolojilere bakıldığında, yeniliğin ürün, süreç veya yönetimsel/idari olmak üzere kategorize edildiği görülmektedir. Yeniliğin sınıflandırılmasına ilişkin bir başka görüş de kavramı, karar sistemleriyle karakterize etmekte ve yeniliğin benimsenmesinin hem bireylerden hem de tüm sosyal sistemlerden kaynaklanabileceğini ilke olarak kabul etmektedir. Bunların yanı sıra, sürdürülebilir ve yıkıcı yenilikler ile sürekli ve süreksiz yenilikler arasında da bir ayrımın varlığına işaret edilmektedir (Taymaz, 2001; Carayannis vd., 2003; Basalla, 2013). Burada yenilik kavramı iki alt başlık içinde ele alınacaktır: Birincisi ‘teknolojik yenilik’ kavramı, diğeri ise ‘yenilik modelleri’dir. Bu kavramlaştırmalardan ilki, teknolojiyi hem belirlenen hem belirleyici bir aktör olarak ele alırken; ikincisi, zaman faktörünü ekleyerek, yenilik ekosisteminin işleyişini makro düzeyde ve aktörler arası etkileşim bağlamında modellendirmektedir.

Teknolojik Yenilik

Yenilik türlerinin sınıflandırılmasında, **teknolojik yenilik**, yeniliğin en çok kullanılan ve ayırt edici biçimi olarak öne çıkmaktadır. Teknoloji tarihine bakıldığında, üretim süreci üzerinde etkileri nedeniyle iktisat ve sosyolojinin de temel konuları arasında (Carayannis vd., 2003:24) yer alan teknolojik yeniliklerin ortaya çıktığı süreçler son derece karmaşıktır. Bu karmaşıklık, bilginin —bilimsel ve teknolojik olanaklarla— ortaya çıkması ve yayılması ile bunların yeni ürün ve üretim süreçlerine dönüştürülmesine ilişkindir (Edquist, 1997). Bir ülkenin önde gelen güç kaynaklarından biri olan yeniliğin, hangi koşullarda geliştiğinin anlaşılması, ülkenin kendisine özgü olan yenilik ekosisteminin keşfetmesi bakımından önem taşımaktadır.

Teknolojik yeniliğin ortaya çıkmasında, Ar-Ge faaliyetleriyle erişilen BT birikimi belirleyici bir rol üstlenmektedir. Bell ve Pavitt (1997:106-7) de bilim tabanlı firmalarda

(science based firms) bilgi birikiminin, firma bünyesindeki Ar-Ge laboratuvarlarından kazanıldığına ve akademik araştırmalardan edinilen bilgi, beceri ve tekniklerin içerilmesine kuvvetle bağlı olduğuna değinmektedir. Teknolojinin kaynağının bilgi, bilginin kaynağının insan olduğu göz önünde bulundurulduğunda, sürdürülen Ar-Ge faaliyetlerinin kapasitesini belirleyen unsurun, sahip olunan yüksek nitelikli işgücü olduğu açık biçimde görülmektedir.

Bu yüksek nitelikli işgücünün yetişeceği ve çalışacağı bir bilim ortamının varlığı, yeniliğin n koşulu olarak işaret edilebilir. Bu ortamı ifade etmede **ekosistem** kavramı ne çıkmaktadır. Kavram, yeniliğin kendiliğinden ortaya çıkmasını ve gelişmesini sağlayacak koşullar anlamında kullanılırken, bunun yanı sıra toplumların gelişmelerine odaklanan çalışmalarda bir “*büyüme metaforu*” şeklinde de yer almaktadır (Hannon vd., 2011). Ayrıca kavram, çoklu sistemler arasındaki bağımlılığı ve sistemde meydana gelen bir sorun ve/veya aksaklığın yine sistemin kendi içerisindeki kaynaklar kullanılarak giderilmesini işaret ettiğinden, birçok farklı disiplindeki araştırmalarda tercih edilmektedir (Hamer, 2010:249).

Buraya kadar anlatılanlardan hareketle **yenilik ekosistemi**, yeni teknolojileri tanımlayan, teknoloji geliştirmeyi ve yeniliği mümkün kılan bilgi, beceri ve eserleri yaratmak, depolamak ve transfer etmek olan aktörlerin ekolojisiyle şekillenen bir evre, ekonomik kalkınma ve yayılma modeli olarak tanımlanabilir (Rabelo vd., 2015). Çünkü yenilik ekosistemine dâhil olan yapılar olan kurum ve kuruluşlar (r. sanayi, akademi, devlet, sivil toplum kuruluşları [STK]) **sosyal etkileşim ve kültür** aracılığıyla birbirine bağlanmaktadır. Örneğin NASA’daki teknolojik yeniliğin, genellikle sanayi, kamu kurum ve kuruluşları, STK’lar ve niversiteler arasındaki geniş bir resmî ve gayri resmî ilişkiler ağında işbirliğinin bir ürünü olduğuna ve bu işbirliğinin, kullanılan çeşitli araçlar (r. toplantılar, Ulusal Bilim Akademileri anketleri) yoluyla kolaylaştırıldığına dikkat çekilmektedir (Thompson vd., 2012).

Yeniliği kendi içsel deneyimiyle yaratamayan ülkeler, başka ülkeler tarafından üretilen yenilikleri ‘transfer’ etme yoluna gitmektedir. Başka bir deyişle, açık bilgiye ve/veya teknolojiye dönüşen yenilik başka meknlara yayılmakta; bu yayılma ve transfer de bir ‘ğrenme’yi beraberinde getirmektedir. Bu çerçevede, **teknoloji transferi** ve teknolojik öğrenme kavramları ile bu kavramların, geç sanayileşme ve/veya geç kalkınmayla ilişkisi

ortaya çıkmaktadır. Çünkü Dore'nin de (1989) ifade ettiği gibi “... *sonradan başlayanlar için kalkınma süreci, bir keşif ya da icat sürecinden çok bir öğrenme süreci olmak durumundadır*”. Geç sanayileşme, orijinal sanayileşmeden tamamen farklı bir süreçtir. Dore'nin ‘sonradan başlayanlar’ diyerek işaret ettiği ülkelerin, sanayileşmiş ekonomilerin yüzyıllar boyunca süren teknoloji ve sermaye birikimi süreciyle eriştiği teknoloji seviyesine yetişmek için ‘sıçrama’sı gerekmektedir. Dolayısıyla bu ülkeler, orijinal sanayileşme sürecinin doğallığından yoksundurlar (Viotti, 2015:12-3).

Görüldüğü gibi ülkeler, kendi özgün koşullarıyla gerçekleştiremedikleri sanayileşmeyi, teknoloji transferi yoluyla öğrenme yoluna gitmektedir. Teknoloji transferi, teknolojik öğrenmenin başlangıç adımıdır ve ileri teknolojilerin gelişiminde, özellikle de yayılmasında öne çıkan bir süreci ifade etmektedir.⁹ Teknoloji transferi, geç sanayileşmenin bir anlamda zorunluluğudur (Türkcan, 2011:1082). Kalkınma yazınına bakıldığında geç kalkınan ülkelerin tamamının;

- teknolojik yetenek transferi gerçekleştirerek öğrendiği,
- adaptasyon odaklı politikalar izlediği,
- yerli ve yenilikçi üretim kapasite ve yeteneklerinin devlet tarafından desteklenen öğrenme temelli teknoloji transferi politikaları ile şekillendirildiği görülmektedir (Tiryakioğlu, 2016:178).

Geç sanayileşmenin —bir anlamda— karakteristiği olan teknolojik öğrenme, teknolojinin farklı yollarla transfer edilmesi ile yerli teknolojinin gelişmesi arasındaki karşılıklı bağımlılıktan doğmaktadır. Teknoloji transfer yöntemleri, ‘doğrudan-dolaylı’ ve ‘dikey-yatay’ olmak üzere ikili kavramlaştırmalar üzerinden ele alınmaktadır. En çok bilinen teknoloji transfer yöntemleri; lisans anlaşmaları, anahtar teslim tesis yatırımları, danışmanlık ve yabancı uzman istihdamı, firma satın almaları, açık literatür, (ulusal ve uluslararası) ticaret ile Ar-Ge ve üniversite-sanayi işbirliğidir (Kiper, 2004:74).¹⁰ Tarihsel olarak bakıldığında, teknolojik yeniliği transfer ederek, kendi özgün bilgisini üretmeyi başaran öncü ülkelerin başında Almanya gelmektedir. Prusya’da teknoloji transferi, takım

⁹ Dolayısıyla ‘teknoloji transferi’, bir teknolojinin sadece bir ülkeden başka bir ülkeye yayılması anlamına gelmemektedir. Kavram, aynı ülkenin içinde bir sanayi dalında geliştirilen teknolojilerin, daha başka sanayiler için kullanılabilir hale getirilerek, yapılan Ar-Ge’nin faydalarının dağıtılması anlamında da kullanılmaktadır (bkz. OECD, 2016:53-4).

¹⁰ Bunların dışında, giderek bilginin değerine bağlı olarak gizlenmesi ile yoğunluğunu artıran ve çok etkili olabilen diğer bazı teknoloji transferi yöntemleri de vardır. Bu tür yöntemlerde, ana paydaşlar arasında formel bir etkileşim yoktur çünkü teknoloji transferi, sağlayıcının isteği dışında ve çoğunlukla ondan habersiz gerçekleştirilir. Bu yöntemlere örnek olarak **sanayi casusluğu** ve **tersine mühendisliği** saymak mümkündür.

tezgâhı teknolojisinin satın alınmasıyla ve bu tezgâhların tersine mühendislik yoluyla keşfedilmesiyle gerçekleştirilmiştir. Alman mühendis ve zanaatkârları, kurulan Teknik Eğitim Enstitüleri'nde (Gewerbe-Institut) eğitim almış ve Almanya hızla İngiltere'ye yetişmiş, zaman içerisinde İngiltere'yi geçmiştir (Freeman, 1995:6-7; Tiryakioğlu, 2016:180). Buradan tersine mühendisliğin veya rakip ürünleri analiz etme ve kopyalamanın, bir uluslararası teknoloji transferi yöntemi olduğu anlaşılmaktadır.

Yukarıda sıralanan teknoloji transfer yöntemlerini birbirinden ayıran temel kıstaslardan biri, 'örtük/gömülü bilgi (tacit knowledge)' ile 'açık bilginin (codified/open knowledge)' transferidir. Açık bilgi; biçimsel, sistematik bir dilde aktarılabilirken, örtük bilginin iletişim yoluyla aktarılması daha zordur. Örtük bilginin, eylemin kendisinde veya bir kişinin deneyiminin belirli bir bağlamında yer etmiş olan gömülü (embedded) bilgiyi ifade ettiğine yer verilmektedir. Teknolojik birikimin büyük bir kısmına ilişkin bilgi de örtüktür; başka bir deyişle, kodlanmamış olup, insana, firmaya ve ürüne/teknolojinin kendisine gömülüdür (Bell ve Pavitt 1997:92; Kim, 2001:298; King ve Nowack, 2003:305; Akçomak vd., 2016). Teknolojik öğrenmenin en önemli hatta başlangıç aşaması olan teknoloji transferi konusunda Freeman (1995:7) "*teknolojinin çoğu örtük bilgiye bağlı*" diyerek örtük bilginin transferinin, özgün teknik ve teknolojilerin geliştirilmesindeki önemine dikkat çekmektedir. Prusya'nın teknolojik öğrenme sürecinde İngiliz mühendislerin ülkeye çekilmesi de buna örnek teşkil etmektedir.¹¹ Bu durum, aynı zamanda, (insana) gömülü teknoloji transferi adı verilen teknoloji transferinin de bir örneğidir.¹²

Ülkeleri, yenilik ve teknolojiyi kendileri geliştirmek yerine transfer yoluyla edinmeye yönlendiren çeşitli sebepler bulunmaktadır. Bunlar arasında teknoloji geliştirmenin örtük bilgiye dayanması ve bu örtük bilginin de maliyetli ve uzun bir süreçte oluşması öne çıkmaktadır. Sıralanan iki özelliğin kaynağı olan **para ve/veya zaman** da geç kalan ülkeler (latecomers) için genellikle sınırlıdır. Dolayısıyla geç kalanlar, gelişmiş teknolojilere sahip

¹¹ Freeman, çalışmasında, List'in sanayileşme ve teknoloji transferine ilişkin görüşlerinin, soyut bir yaklaşımla değil 'gözünün önünde gerçekleşen' bir sanayileşme ve teknoloji transferi deneyimiyle oluştuğunu ifade ederek, bu konuya ilişkin görüşlerinin dikkate değer yanını ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca burada Freeman tarafından yapılan ve önemli görülen bir diğer vurgu, bütün bu teknolojik öğrenme ve teknoloji transferinin, devlet tarafından teşvik ve koordine edilmiş olmasıdır.

¹² Örtük bilgiye erişmede, emek transferi dışında bir diğer önemli aracın da **patent** olduğuna işaret edilmektedir. Patentler günümüzün güncel teknik bilgisini barındıran teknik dokümanlardır ve burada yer alan bilgilerin %80'ine başka hiçbir kaynaktan erişilemez (Polat ve Temiz, 2019:181). Bu özelliğinden dolayı, özellikle 'know-how' transferinde, patentlerin önemi büyüktür.

ülkelerden, sahip oldukları bu teknolojileri öğrenme yoluna gitmektedir. Viotti (2015:13) geç sanayileşme ile teknolojik öğrenme arasındaki ilişkiyi şu sözlerle açıklamaktadır:

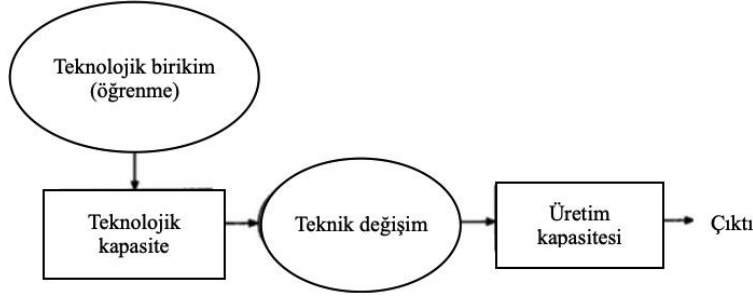
“Geç sanayileşmenin dinamikleri genellikle yenilik unsurundan mahrumdur ve esasen [geç sanayileşme, var olan bu] teknolojilerin verimli ve hızlı bir şekilde emilip, iyileştirilmesine yönelik süreklilik arz eden bir sürece bağlı olduğu için, geç sanayileşmenin motoru, teknolojik öğrenmedir; yenilik değil”.

Günümüzde gerek yeni teknoloji üretiminin gerekse bu teknolojilerin kullanımının yaygınlığı düşünüldüğünde, ileri teknolojinin bilgisinden ve ileri teknoloji kullanılarak üretilen ürünlerden haberdar olmanın çok daha çeşitli yolları olduğu görülmektedir. Birçok ülke kendi teknolojik altyapısını yaratırken, diğer ülkelerin teknolojilerini söküp taklit ederek öğrenmiş ve kendi bilgilerini ekleyerek daha iyisini yapmaya çalışmıştır (Savcı, 2011:60). Ancak yine de gelişmekte olan bir ülkenin, ileri teknolojiler ithal etmeksizin kendi kendine icat edebileceklerinin bir sınırı bulunmaktadır (Chang, 2013:114). Bu durum kendi teknolojilerini yaratmakta sıkıntı yaşayan ülkelerin transfere yönelmelerini açıklamaktadır. Teknoloji transferlerinde sürecin başarılı olmasında **vazgeçilmez** ön koşul, en iyi ve uygun teknolojinin ne olduğunu ve nerede olduğunu bulacak, bu teknolojiyi adapte edecek ve nihayetinde daha da geliştirecek olan **nitelikli işgücünün** var olmasıdır (Gürak, 2003:19). Teknolojik öğrenmeyi, teknolojik birikim ile ilişkilendirerek ele alan Bell ve Pavitt (1997), bu süreci bir şekil ile (Şekil-1) detaylandırmaktadır.

Bell ve Pavitt (1997:89), teknolojik kapasite (yetenekler) ile üretim kapasitesini birbirinden ayırmaktadır. Teknolojik kapasite (yetenekler); beceri, bilgi ve deneyim ile kurumsal yapılar ve bağlantılar da dâhil olmak üzere, teknik değişimi üretmek ve yönetmek için gerekli kaynaklardan oluşmaktadır. Üretim kapasitesi ise belirli seviyede verimlilik ve verilen girdi kombinasyonlarında endüstriyel ürünler üretmek için kullanılan; ekipman (sermayeye-dayalı teknoloji [capital-embodied technology]), işgücü becerileri (işletme ve yönetim bilgisi ve deneyimi), ürün ve girdi spesifikasyonları, organizasyonel yöntemler ve kullanılan sistemler gibi kaynakları içermektedir. Yazarlar, bu ikisi arasındaki ayrımı vurgulamalarının gerekçesini, sanayileşme dinamikleriyle ve bu dinamizmi üretmek ve yönetmek için gerekli kaynaklara olan ilgileriyle açıklamaktadır.

Görülebileceği gibi, Şekil-1’de iki süreç tanımlanmaktadır: Teknik değişim ve teknolojik öğrenme (veya teknolojik birikim). Bu süreçlerin ilki, yeni teknolojinin firmaların ve ekonomilerin üretim kapasitesine dâhil edilmesini kapsamaktayken; ikincisi olan teknolojik birikim veya teknolojik öğrenme, teknik değişimin (teknolojik yeteneklerin) üretilmesi ve

yönetilmesi için kaynakların artırıldığı veya güçlendirildiği herhangi bir işlemi ifade etmektedir.



Şekil-1 Teknolojik Birikim: Temel Kavram ve Terimler

Kaynak: Bell ve Pavitt, 1997:89'dan uyarlanmıştır.

Kısaca, ülkeler önce mevcut teknolojileri transfer yoluyla edinerek, teknolojik öğrenmeyi (birikim) gerçekleştirmekte ve bu teknolojilere uyum sağlayarak, üretim yapmaktadır. Böylelikle kazanılan imalat deneyimiyle, yenilik üretmek için gerekli olan bilgi birikimi ve beceri düzeyine erişilmektedir. Buradan hareketle, teknolojik kapasitenin oluşturulması ve geliştirilmesinde, montaj önemli bir sanayileşme adımı olarak belirmektedir. Asıl önemli olan, bu adımın 'er ya da geç' **tamamlanması** ve bu süreçte elde edilen bilgi, beceri ve deneyimlerin yenilikçi bir adıma dönüşmesinin sağlanmasıdır. Başka bir deyişle, teknoloji transferinin geldiği ülkeye katkısı, teknolojik öğrenmenin olduğu kadar teknoloji geliştirmenin de ilk basamağı olduğu düşünüldüğünde artmaktadır. Eğer teknolojileri transfer ederek yeni teknolojileri kullanmaya başlayan ülkeler, bu yeni teknolojiler ile onların bilgisini özümseyerek geliştirmezlerse, bu transfer yalnızca görünürde bir teknolojik uyum sağlanması anlamı taşımaktan öteye gitmeyecektir. Açıktır ki teknolojinin kendisinin ve (açık ve örtük) bilgisinin edinilmesinde kaçınılmaz bir yöntem olan teknoloji transferinin yönetilmesinde benimsenen anlayış¹³ ile sahip olunan ulusal (yerli) kapasitenin düzeyi, transfer edilen teknolojinin ulusal seyrinin belirleyicisidir (Tiryakioğlu, 2011:176).

Bu noktada Tiryakioğlu, bir yandan ülkelerin teknoloji üretmedikçe *teknoloji yoksulluğu döngüsünden* kurtulamayacaklarına vurgu yaparken, diğer yandan, "**doğru teknolojiyi, doğru biçimde transfer ederek, üretim süreçlerine dâhil etmenin**" önemine işaret etmektedir. Dolayısıyla teknolojinin (açık ve örtük) bilgisinin edinilmesinde kaçınılmaz bir yöntem olan teknoloji transferinin yönetilmesi, transfer edilen teknolojiden hangi düzeyde ve ne şekilde faydalanılacağına belirleyicisi olmaktadır.

¹³ Teknoloji transferinin arkasında yatan **anlayış**, ondan sağlanacak faydanın ne olacağını belirleyen en önemli kararlardan biridir ve teknoloji transferinden önce alınması gereken bir karardır.

Yeniliğin teknoloji ve sanayileşmeyle ilişkisi, bu sürecin yalnızca firma düzeyinde organize edilen bir yapıdan doğduğu sonucunu beraberinde getirmemelidir. Anlaşılacağı gibi tüm bu yenilik, teknoloji transferi, teknolojik öğrenme konuları ve süreçleri firmayla sınırlı kalmamakta, yenilik ekosisteminin tüm aktörlerini içeren bir görünüm sergilemektedir. Dolayısıyla yeniliğin oluştuğu, öğrenildiği ve yayıldığı bir ulusal sistemin varlığı, zorunluluk olarak belirlemektedir. Bu sistem salt yeniliğin oluşumunu değil, hangi aktörler arasında, ne şekilde ve hangi düzeyde bir etkileşim olacağını da şekillendirmektedir. Bundan dolayı tezde ‘yenilik modelleri/sistemleri’ne değinmek gereği doğmuştur.

Yenilik Modelleri

Bilim, yeniliğin hemen her türüne kaynaklık etmektedir. Ancak bilim ile teknoloji arasındaki ilişkinin niteliği, teknolojinin hangi ihtiyacı karşılayacağına, başka deyişle ticarileşmedeki önemine (kurgulanmasına) göre değişebilmektedir. Bu nedenle çeşitli yenilik modelleri geliştirilmiştir. BT’nin yenilikle ilişkisini anlamak için geliştirilen ilk (kavramsal) çerçevelerden biri olan **yeniliğin doğrusal modeli** de bu izleği takip etmektedir. Model, yeniliğin temel araştırmalarla başladığı, bunu uygulamalı Ar-Ge’nin izlediği, bu sürecin, üretim ve yayılma ile sona erdiği varsayımına dayanmaktadır (Godin, 2006:639). Yeniliğe bir süreç olarak yaklaşan anlayışın temelinde Dr. V. Bush tarafından 1945 yılında ABD Başkanı Roosevelt’e sunulan “*Bilim: Sonsuz Sınır (Science: The Endless Frontier)*” isimli rapor yer almaktadır. Bush “*doğrusal (linear) yenilik modeli*” ve “*bilim itmeli (science push) yenilik modeli*” adıyla da anılan bu modelde, temel araştırmalardan ekonomik büyümeye doğru giden bir ilişki tanımlamaktadır. Niosi (1999) bunu “*bilgi birikiminin doğrusal akışı (linear flows of knowledge)*” şeklinde ifade etmektedir.

Bu doğrusal ilişki/akış, ortaya atıldığı dönemde, özellikle yaşam bilimleri ve biyoteknoloji alanlarında başarılı sonuçlar vermişse de dünya ekonomisindeki karmaşık büyüme, belirsizlik ve düzensizlik özellikleri gösteren yeni gelişmeleri açıklamakta yetersiz kalmıştır. Yeniliğin oluşmasını açıklama amacıyla ortaya atılan yeni yaklaşımlarda, üniversitenin de bir aktör olarak bilgi toplumuna entegre olmaya başladığı görülmektedir. Bu yönde bir değişim, yenilik ekosistemi aktörlerinin birbirlerinin rollerini üstlendiği, hatta birbirine giderek daha çok yaklaşarak üçlü bir kesişme alanının yaratıldığı bir yapıya dönüşmüş (Etzkowitz, 1998; 2006), Etzkowitz ve Leydesdorff tarafından geliştirilen “*Üçlü Sarmal (Triple Helix) Modeli*” de buradaki ilişkiyi açıklamada yaygın bir kabul görmüştür.

Üçlü Sarmal Modeli; sadece üniversite, sanayi ve devlet ilişkisini değil, aynı zamanda bu alanların her birinde içsel dönüşüm sürecini ifade etmektedir. Bu süreçte üniversite, öğretim ve araştırmayı birleştiren bir kurum haline gelmektedir. Öğretim ve araştırma işlevleri arasında uyum sağlama sıkıntısı bulunsa da üniversiteler bu uyumu sağlama konusunda çaba göstermektedir; çünkü ikisinin bir aradalığı, hem daha düşük maliyetli hem de daha üretken bulunmaktadır (Leydesdorff ve Etzkowitz, 2001:25).¹⁴

Teknolojik öğrenme sürecinin açıklanmasında başvurulan yenilik/bilgi üretim modelleri **Ulusal Yenilik Sistemi (UYS) Modeli** (Lundvall, 1988 ve 1992; Nelson, 1993), **Mod 1 Bilgi Üretimi Modeli** (Gibbons ve ark., 1994), **Mod 2 Bilgi Üretimi Modeli** (Gibbons ve ark., 1994), **Üçlü Sarmal (Triple Helix) Modeli** (Etzkowitz ve Leydesdorff, 1995, 1997 ve 2000), **Mod 3 Bilgi Üretimi Modeli** (Carayannis ve Campbell, 2006), **Dörtlü Sarmal (Quadruple Helix) Modeli** (Carayannis ve Campbell, 2009) ve **Beşli Sarmal (Quintuple Helix) Modeli** (Carayannis ve Campbell, 2010) şeklinde sıralanabilir.

Esasen “*yenilik sistemi*” kavramı, Lundvall’dan çok daha önce, 1850’li yıllarda, sanayileşmiş ülkeleri ‘yakalamak’ için ulusal ölçekte sistematik olarak uygulanması gereken kurumsal mekanizmaları ifade etme amacıyla ortaya atılmıştır. İlk kez F. List’in işaret ettiği bu kavramın, Almanya’nın İngiltere’ye ‘yetişmesi’ bağlamında kullanıldığı görülmektedir (Jucevicius vd., 2016:431). Bu tezde verimli bir THUS ekosisteminin oluşturulmasında ulusal yenilik aktörleri arasındaki etkileşim öne çıkarıldığı ve ulusal yenilik sistemi anlayışından hareket edildiği için bu sistemlere ilişkin bilgilere yer verilmektedir.

Ulusal Yenilik Sistemi Modeli ve Biçemleri

Yukarıda ele alınan ‘yenilik ekosistemi’ kavramının da dayandığı geçmiş dönem araştırmalarının başında, Lundvall ve Freeman tarafından sunulan “*Ulusal Yenilik Sistemi (UYS) Modeli*” gelmektedir. UYS’nin işleyişinde Freeman, makro düzeyde, yenilik ve uluslararası ticaret arasında bir ilişki önerirken; Lundvall, mikro seviyede, kullanıcı-üretici ilişkileri tarafından şekillenen yenilik anlayışıyla ağ oluşumunu ve etkileşimli öğrenmeyi vurgulamaktadır. İki teorisyenin yaklaşımı birbirini tamamlayıcı niteliktedir (Lundvall, 2015). UYS, sadece yeniliğin ortaya çıktığı ekonomik değerler zinciri boyunca yer alan aktörleri değil, özellikle bilginin yaratılması, aktarılması ve ticarileştirilmesinde rol

¹⁴ Günümüzde Türkiye’de de yaygınlaşan “Araştırma Üniversitesi” anlayışı da bu yaklaşımdan doğmuştur.

oynayan daha geniş bir ulusal aktör/kurum bağlamını kapsamaktadır (Jucevicius vd., 2016:431). Bu doğrultuda, UYS'yi oluşturan kurum ve kuruluşlar;

- Teknolojik yenilik faaliyetinde bulunan (özel ve kamu) firmalar (ve bu firmaların oluşturduğu ağlar),
- Araştırma kuruluşları,
- Bilim sistemi,
- Destek ve köprü kuruluşlar,
- Finansman kuruluşları,
- Politika geliştiren, uygulayan ve değerlendiren kuruluşlar olmak üzere altı grupta toplanmaktadır (Taymaz, 2001:26-7).

UYS'yi temsil eden bu kurum ve kuruluşlar, dört temel aktör olarak biçimlenmektedir. Bu aktörler; **devlet**, **sanayi**, **üniversite** ve **STK'lar**dır. Aktörler arasındaki etkileşim ve bu etkileşimle oluşan ulusal sistem, her ülkenin kendi özgün koşullarıyla şekillense de her bir aktörün genel kabul gören ve öne çıkan bir rolü bulunmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde geçerli olsa da AB gibi gelişmiş ülkelerde de, UYS'yi geliştirme amacıyla **devletin** destekleyici/teşvik edici rolü ön plândadır. Freeman ve Soete (2003), UYS'de devletin aktif rolünün, yeniliği yakalama peşindeki her ülke için önemli olduğunu vurgulamıştır. Benzer şekilde List de, çağdaş çalışmaların kalbinde yer alan UYS'nin özelliklerini¹⁵ analiz etmekle yetinmemiş, sanayi ve ekonomi için uzun vadeli politikaların koordinasyonunda ve yürütülmesinde devletin rolüne büyük önem vermiştir (akt. Freeman, 1995:7).

Yaşanan teknolojik dönüşümler, ulusal yenilik ve teknoloji üretme kapasitesine yönelik plânlamada devletin bu rolünü azaltmamakta hatta belirginleştirmektedir. Dolayısıyla, dijital dönüşüm çağında da devletin —ilgili kamu kurum ve kuruluşları aracılığıyla— gerek transfer edilecek teknolojilere gerekse ulusal teknoloji üretme kapasitesinin artırılmasında benimsenecek politikalar konusunda belirleyici rolünün devam edeceği öngörülmektedir. Sanayileşme sürecinde kamu müdahalesi olmadan yoluna devam eden hiçbir ülke olmadığı için kamu müdahaleciliğini azımsama veya müdahalecilikten vazgeçme gibi bir alternatif söz konusu değildir (Tiryakioğlu, 2016:178).

¹⁵ Eğitim ve öğretim kurumları, bilim, teknik enstitüler, kullanıcı-üretici etkileşimli öğrenme, bilgi birikimi, ithal teknolojiye uyum sağlama, stratejik sanayilerin teşvik edilmesi

Devletin yanı sıra bir diğere önemli UYS aktörü, **sanayidir**. Sanayinin yapmış olduğu temel ve uygulamalı Ar-Ge çalışmaları, ‘yenilik doğurucu çalışmalar’ olarak görülmekte ve sanayiye sistemin öncü aktörü haline getirmektedir. Ancak, gelişmekte olan ülkelerde, genellikle sanayinin Ar-Ge’den çok Ür-Ge yönelimli olduğu görülmektedir. Ayrıca, bu ülkelerde yürütölen Ar-Ge faaliyetlerinin finansmanının da kamu tarafından sağlanan proje ve teşviklerle karşılanması gerektiği anlayışı sanayiciler arasında yaygın bir beklentidir. Bu anlayış, söz konusu ülkelerde sanayinin hem ürün hem teknoloji geliştirmeye yönelik Ar-Ge harcamalarını, öz kaynaklarıyla finanse etme eğiliminde **olmadığını** göstermektedir.¹⁶ Bu da özellikle gelişmekte olan ülkelerde yenilik ekosistemin işleyişinde beliren bir aksaklık olarak önem taşımaktadır.

Üniversiteler ile STK’lar, diğere iki UYS aktörüdür. **Üniversiteler**, yeniliği sürdürecekt nitelikli işgücünün sağlanması rolünü üstlenirken, ayrıca bilim ve araştırmanın ana aktörü konumundadır. Yeniliğin çıkış noktası açısından bakıldığında, tarih boyunca değişiklikler yaşandığı görölmekteyse de II. Dünya Savaşı’yla birlikte, araştırma ve yeniliğin üniversitelerin sorumluluk alanına daha fazla girmeye başladığına, hatta Soğuk Savaş döneminin sona ermesiyle bunun daha görünür hale geldiğine dikkat çekilmektedir (Leydesdorff ve Etzkowitz, 2001:6).

Aralarındaki gerilime rağmen bilim ve araştırmanın bir araya gelmesi, üniversite ile sanayi arasındaki ilişkide önemli bir dönüşüme işaret etmektedir. İnam (2016:1) günümüzde bilim ve teknolojinin, tarihin hiçbir döneminde olmadığı kadar iç içe ve işbirliği içinde olduğunu ifade etmekte ve bilimin neredeyse “*bilimtek*” haline geldiğine yer vermektedir. Teknoloji ile bilim arasındaki bu örtüşmeyle, her iki kavramın da *neredeyse* aynı anlama gelmesi gibi teknolog ve bilim insanı kavramlarının da *neredeyse* aynı insanı ifade ettiği söylenebilir. Bu durumun bir benzeri, temel araştırmalar sırasında üretilen yeni bilginin ticarileştiği teknoloji transfer ara yüzü olan teknoparklarda da gözlenmektedir.

Bir diğere UYS aktörü olan **STK’ların** rolü, özellikle gelişmekte olan ülkeler için önemli hale gelmektedir. Çünkü bu ülkelerde hem yenilik için kurumsal kapasite eksiktir hem de devlet, sanayi ve sivil toplum arasında politik açıdan tartışmalı ilişkilerin varlığı söz konusudur (Watkins vd, 2015:1408). STK’ların yaşanan ekonomik, teknolojik

¹⁶ Ar-Ge çalışmalarına, ‘yatırım’ değil ‘harcama-gider’ olarak yaklaşıması, bu çalışmalara ayrılacak kaynağın miktarını ve yönünü belirlemektedir.

dönüşüm(ler)e ilişkin farkındalığın geliştirilmesi ve bu dönüşümlerin takip edilebilmesi konusunda önemli bir rol üstlendiği görülmektedir.

UYS bununla sınırlı kalmamakta ve kendi içerisinde; bölgesel, sektörel, küresel, metropol gibi isimler alan, farklı yenilik sistemleri/modelleri üretmektedir. Tezin bağlamıyla örtüşmesi doğrultusunda, burada son olarak, bölgesel ve sektörel yenilik sistemlerine yer verilmesi gerekli görülmüştür.

“*Bölgesel Yenilik Sistemi (BYS) Modeli*”, bölgesel yenilik süreçlerinde (ör. eğitim ve araştırma, bilgi aktarımı ve adaptasyonu, finansman ve bilgi desteği) farklı türdeki organizasyonların etkileşiminin önemini vurgulamakta ve bölgeleri birer yenilik odağı olarak görmektedir (Jucevicius vd., 2016:431). BYS, UYS’ye bir alternatif niteliği taşımaktan çok onun bir alt sistemi olarak işlemektedir.

Bu sistemin, bir bölgenin üretim yapısı içinde yeniliği destekleyen kurumsal altyapıyı oluşturduğu düşünülebilir. Bu bağlamda, bölgesel bir yenilik sisteminden söz edebilmek için aşağıdaki iki alt sistemin etkileşim içinde bulunması ve bu yolla öğrenmeye yatkın olması gerekir. Bu alt sistemler;

- Genellikle kümelenme eğilimleri sergileyen, çoğunlukla firmalardan oluşan bölgesel üretim yapısı veya **bilgiyi kullanan/bilgi kullanıcısı** alt sistem,
- Kamu ve özel araştırma laboratuvarları, üniversiteler ve liseler, teknoloji transfer ara yüzleri, MTE kuruluşları gibi alanlardan oluşan bölgesel destekleyici altyapı veya **bilgi üreten alt sistem** şeklinde tanımlanabilir (Asheim ve Coenen, 2005:1177).

BYS yaklaşımında “*akıllı uzmanlaşma*”/“*kümelenme*” gibi bazı güncel eğilimler de öne çıkmaktadır. Akıllı uzmanlaşmanın izlenmesiyle, bölgesel öncelikler belirlenerek oluşacak kümeler yoluyla bir rekabet avantajı yaratılması ve böylelikle bölgesel kalkınmanın sağlanması hedeflenmektedir. Soete (2016) bu durumu, “*araştırma ve yenilik süreçlerinde farklı yerel oyuncular arasındaki sistemik¹⁷ etkileşimlerin öneminin fark edilmesi*” ile ilişkilendirmektedir.

Görüldüğü gibi kümelenme (clustering), bir BYS örneğidir ve yenilik için oldukça önemli bir yapılandırma. Kavram, klâsik tanımıyla, “*birbirine bağlı şirketlerin, uzmanlaşmış tedarikçilerin, hizmet sağlayıcıların, ilgili endüstrilerdeki firmaların rekabet ettiği ve aynı*

¹⁷ (fr.) systématique, Sayısal ve ekonomik konulara belli sistemler çerçevesinde bakan. (bkz. TDK Büyük Sözlük, <https://sozluk.gov.tr>).

zamanda işbirliği yaptığı coğrafi yoğunlaşmalar” anlamına gelmektedir ve en bilinen modelleri, Marshall, Perroux, Porter tarafından ortaya atılmıştır (Jucevicius vd, 2016:431; Mercan ve Göktaş, 2011:107). Kümeler, aktörler arasındaki etkileşimi sağlayan, yeniliği (ve yayılmasını) teşvik eden bir araç rolüyle öne çıkmaktadır.

Kümelenme anlayışının kökeninde, Marshall’ın “*Sanayi Bölgesi Modeli*” yer almaktadır. 1800’li yılların sonunda ve 1900’lü yılların başında Alfred Marshall’ın seminal (yenilik doğurucu) çalışmalarına dayanan sanayi bölgesi, benzer sanayilerde rekabet eden çok sayıda firmanın kendilerini aynı bölgede konumlandırma eğiliminden kaynaklanmaktadır (Niosi ve Zhegu, 2005:7-8). Model, bu birlikte-konumlanma seçiminin aşağıdaki **üç kaynak** aracılığıyla üretkenlik ve yenilikçilik açısından doğrudan fayda sağladığını öngörmektedir:

- Bunlardan ilki, **bilginin yayılımıdır**. Aynı sektörde faaliyet gösteren firmaların bir şehirde yoğunlaşması, bu firmalar arasında bilgi transferinin daha kolay yapılmasını sağlayacak, böylece yenilik ve büyümeyi kolaylaştıracaktır.
- İkincisi, **işgücü oluşturmaktır**. Yoğunlaşma, bilgiyi transfer edecek ve endüstrinin kabiliyetlerini geliştirecek nitelikli, homojen bir işgücünün varlığını artıracaktır. Çok sayıda nitelikli işçinin varlığı, bölgeye yeni firmaları çekerek ustaca bir döngüyü de tetikleyecektir.
- Üçüncüsü, doğacak **maliyet avantajlarıdır**. Yoğunlaşma; tedarikçilerin, kaynakların ve yeniliğin paylaşılmasını sağlayacaktır (Paone ve Sasanelli, 2016:11).

Yenilik sistemi biçimleri konusunda son olarak “*Sektörel Yenilik Sistemi Modeli*”ne yer verilmektedir. Bir sektörel yenilik sistemi, belirli bir sektörün yenilikçi faaliyetlerinde aktif olan firmalardan oluşmakta ve her sektörün kendine özgü koşullarından ortaya çıkmaktadır (Breschi ve Malerba, 1997:130-1). Başka bir deyişle, sektörel yenilik sistemi, bir sektörün ürünlerinin geliştirilmesi ve üretimiyle birlikte, o sektörün teknolojilerini oluşturma ve kullanma konusunda faaliyet gösteren firmalar sistemi şeklinde tanımlanabilir. Sektörel yenilik sistemi kavramı, tezin havacılık uzay sanayi gibi imalât sanayinin bir alt sanayini kapsamı nedeniyle model önerisi geliştirilirken, göz önünde bulundurulmuştur.

Bilgi Üretim Modelleri: Mod 1, Mod 2 ve Mod 3

Mod 1 ve Mod 2 Bilgi Üretim Modelleri, 1994 yılında yayınlanan “*Bilginin Yeni Üretimi (The New Production of Knowledge)*” adlı kitapta ilk kez ortaya atılmıştır. “*Mod 1 Bilgi*

Üretim Modeli”, üniversitelerin dar görüşlü ve kapalı yapısıyla şekillenmektedir. Bu modele göre, üniversiteler geleneksel disiplinleri ve bunların öğretim, araştırma ve müfredattaki uzmanlıklarını koruma eğilimindedir (Jansen, 2002:509). Burada akademi; özerk bir üniversite, kendi kendini tanımlayan ve kendi kendine yeten bilimsel disiplinler ve uzmanlık alanları ile bilimsel çevreler tarafından bilim ve gerçeği neyin oluşturduğu/oluşturmadığının belirlenmesi etrafında dönmektedir. Jansen modelde, akademi dışındaki bilgi üretici kurumlarla çok sınırlı bir işbirliği olduğuna değinirken, Shinn (2002:600), akademi ile sanayi arasında herhangi bir etkileşim olmadığına yer vermektedir. Görüldüğü gibi “*Mod 1*”, akademi ile toplum arasındaki bölünme ile karakterizedir.

Bunun aksine, “*Mod 2 Bilgi Üretim Modeli*”, modern üniversitenin zayıfladığını veya çöktüğünü, bilimsel disiplinlerin ortadan kalktığını ve araştırma programlarının yönü ve içeriği üzerindeki bilim çevresinin kontrolünün köreldiğini (atrophy) fark etmektedir. Bu nedenle “*Mod 2*”, disiplinlerarasılık ile karakterize olmaktadır (a.g.m.).

Anlatılanlar ışığında iki model arasındaki ayrımın, üniversitelerin rolü üzerinden oluştuğu görülmektedir. Mod 1 Bilgi Üretimi Modeli’nde üniversite, disiplinler yapısını sürdürmekte ve gerçek dünyanın sorunlarına ilgi **göstermediği** gerekçesiyle eleştirilmektedir. Buradan hareketle, üniversitelerin bu yapıdan sıyrılarak **disiplinler arası** ve **disiplinler ötesi** bilgi üretim yöntemlerini benimseyeceği bir yapılanma önerilmekte ve bu önerilen yapı da Mod 2 Bilgi Üretimi Modeli adıyla anılmaktadır. Taşdıkları farklılıkla birlikte, modellerin birbirine karşı bir üstünlüğü bulunmadığı, yalnızca amaç ve bilginin paylaşımı konusunda birbirinden ayrıldığı ifade edilmektedir (Gibbons, 1994; Kiper, 2004:91-2). Yine de Gibbons, Mod 2’nin geniş ölçekli toplumsal değişimleri yansıttığını (onlar tarafından da yansıtıldığını) ve “*uygulama bağlamında üretilen bilgi*”; “*disiplinler ötesilik (transdisciplinary)*”; “*heterojenlik ve örgütsel çeşitlilik*”; “*sosyal hesap verebilirlik ve refleksivite*”; ve “*kalite kontrol*” ilkelerini izlediğini ifade etmektedir (a.g.m.:262; Gibbons vd., 1994:3-8; Campbell ve Carayannis, 2016:3). Mod 1 ve Mod 2 Bilgi Yönetimi Modeli arasındaki belirgin farklılıklar şu şekilde sıralanabilir:

- Mod 1 disiplinler, Mod 2 disiplinler ötesidir (transdisciplinary).
- Mod 1 homojenlik, Mod 2 heterojenlik ile karakterizedir.

- Örgütsel açıdan, Mod 1 hiyerarşiktir ve formunu koruma eğilimindedir, Mod 2 daha eşit (heterarchical) ve geçicidir.
- Her biri farklı türde bir kalite kontrolü kullanır. Mod 1 ile karşılaştırıldığında, Mod 2 daha sosyal hesap verebilir ve refleksiftir. Belli ve yerelleştirilmiş bir bağlamda tanımlanan bir sorun üzerinde işbirliği yapan daha geniş, daha geçici ve heterojen bir uygulayıcı grubu içerir.

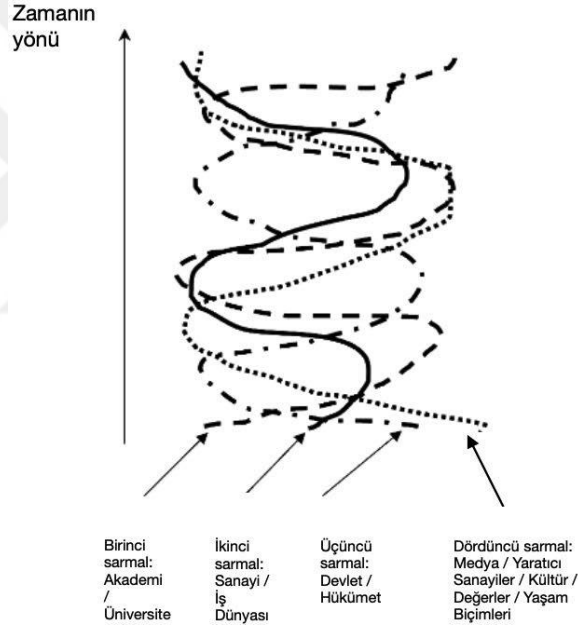
Mod 3 Bilgi Üretimi Modeli ise Mod 1 ve Mod 2 Bilgi Üretimi Modeli'nin birleştirilme çabasını temsil etmektedir.¹⁸ Mod 3 üniversite, yüksek öğretim kurumu veya yükseköğrenim sistemine, farklı bilgi üretimi ve bilgi uygulama prensiplerini entegre etmenin yollarını araştıran, böylece çeşitliliği ve heterojenliği teşvik etmekle kalmayıp aynı zamanda araştırma, eğitim-öğretim ve yenilik için yaratıcı/yenilikçi örgütsel bağlamlar yaratan bir tür organizasyon veya sistemdir (Campbell ve Carayannis, 2016:3). Carayannis ve Campbell (2009:201-2), önerdikleri bu kavramsallaştırma ile farklı bilgi ve yenilik paradigmalarının birlikte var olabileceğini ve evrimleşebileceğini öne sürmektedirler. Mod 3, beşeri/entelektüel sermayeden oluşan, toplumsal sermayeyle şekillenen ve finansal sermaye tarafından desteklenen yenilik ağları ile bilgi kümelerini kapsayan, çok katmanlı, çok modlu ve çok taraflı bir sistemdir ve 21. yüzyılın bilgi üretim modeli olarak önerilmektedir.

Sarmal Yenilik Modelleri: Üçlü, Dörtlü ve Beşli Sarmal

1990'lı yıllarda devlet-sanayi-üniversite ilişkilerine odaklanan “Üçlü Sarmal” kavramı, Etzkowitz (1993) ve Etzkowitz ve Leydesdorff (1995)'un öncü çalışmalarıyla doğmuştur. Model, —sanayi-devlet ortaklığına odaklanan— Endüstriyel Toplum'dan Bilgi Toplumu'na geçilmesini ve üniversiteler ile araştırma kurumlarının bilgi üretiminde artan ekonomik önemini vurgulamaktadır (Jucevicius vd., 2016:431). Üçlü Sarmal Modeli, giderek bilgiye dayalı hale gelen toplumsal düzenin sosyolojik bir ifadesi olarak tasarlanmıştır (Shinn, 2002:600). Buna göre sanayi, üretken faaliyetlerin gerçekleştiği bileşen iken devlet; sözleşme kurallarını belirleyerek, istikrarlı etkileşimleri ve değişim ilişkilerini garanti etmektedir. Bu yapıda üniversitenin görevi de bilgi toplumunun girdileri olan, yeni bilgi ve teknolojiyi geliştirmektir (Mercan ve Göktaş, 2011:108).

¹⁸ Mod 3 Bilgi Üretimi Modeli, Dörtlü Sarmal Yenilik Modeli içinde gerçekleşmektedir. Mod, bilgi'yi yaratma, yayma ve kullanmada 'yenilik ağ yapıları', 'bilgi kümeleri'ni öneren bir yaklaşıma dayanmaktadır.

Modelin en önemli özelliği, tarafların kendilerine atfedilen geleneksel rolleri aşarak, birbirinin rollerini üstlenmeleridir. Bu özellik, aktörlerin rollerinin çakışması başta olmak üzere birtakım sorunları barındırmaktadır. Modelin yapısından doğan bir sorun da, bilgi tabanlı gelişme ve/veya teknoloji transferinin, sadece üç ana aktörünün bulunmadığı yönündeki düşünceden ortaya çıkmaktadır. Buna göre, özellikle gelişmekte olan ülkelerde STK'lar ve her ülkenin kendi özelliklerine göre ortaya çıkan/çıkabilecek olan diğer bazı aktörlerin de teknoloji transferinde anahtar rol üstlenebileceği ileri sürülmektedir (Kiper, 2004:90).¹⁹ Ancak aktörler arasındaki etkileşimin yerel olması, kendine özgü yapı ve süreçler içerisinde şekilleneceğinin göz ardı edilmemesi evrimsel Üçlü Sarmal Modeli'nin uygulanmasında ve işlerlik kazanmasındaki en önemli gerekçe olarak vurgulanmaktadır.



Şekil-2 Dörtlü Sarmal Yenilik Modeli

Kaynak: Carayannis ve Campbell, 2009:207'den uyarlanmıştır.

Yine de Carayannis ve Campbell, Üçlü Sarmal Modeli'ne 'medya ve kültür temelli toplum'u ekleyerek ve "**Dörtlü Sarmal Modeli**"ni geliştirmişlerdir. Burada önerilen dördüncü sarmal; 'medya', 'yaratıcı sanayiler/endüstriler', 'kültür', 'değerler', 'yaşam tarzları', 'sanat' ve hatta 'yaratıcı sınıf kavramı'yla bağlantılıdır (Carayannis ve Campbell, 2009:206). Bu yeni yapıda bilgi üretim ve yenilik uygulamalarının daha geniş bir çerçevede ele alınması için kamuoyunun gelişmiş yenilik sistemlerine entegre olması gerektiği vurgulanmaktadır (bkz. Şekil-2).

¹⁹ Bu eleştiriyi göz önüne alan Leydesdorff "n-sarmal dizisi (n-tuple of helices)" anlayışını geliştirmiştir.

Carayannis ve Campbell (2012) Dörtlü Sarmal'ı takiben 'doğal çevre'nin de temsil edildiği **"Beşli Sarmal Modeli"**ni önermişlerdir. Beşli Sarmal Modeli; toplum, ekonomi ve demokrasinin sosyo-ekolojik başka bir deyişle, toplum-doğa etkileşimlerini konu alan değişimini göstermektedir. Bu doğrultuda model, ekoloji duyarlı özelliğiyle öne çıkmaktadır.

Sarmal sayısının arttığı yeni modellerin doğmasıyla Leydesdorff (2012), ampirik çalışmaların üçten fazla sarmalın gerekli olup olmadığı konusunda bilgi vereceğini, ancak yine de üçlü sarmal göstergesinin algoritmik olarak *"n-sarmal dizisine (n-tuple of helices)"* genişletilebileceğini ifade etmektedir. Sosyoekonomik ve teknolojik dinamiklerin hızla değiştiği bir dünyada *"n-sarmal"* düşüncesi, değişimin etkilerini içeren yapısıyla öne çıkmaktadır.

Gerçekten de ülke ve bölgeler düzeyinde bakıldığında, her bir ülkede ve/veya bölgede izlenen yenilik modelinin **özgü** bir nitelik taşıdığı görülmektedir. Örneğin, Hollanda'da UYS yaklaşımı takip edilirken, Almanya'da federe devletler düzeyinde bir yaklaşımın geçerli olduğu görülmektedir. Lengyel ve Leydesdorff (2012:26), Macaristan'ın yenilik sistemine yönelik yaptıkları araştırmayla, ülkenin AB üyeliği öncesinde ulusal bir yenilik sistemine sahip olduğunu ancak, bu ulusal sistemin, üyeliği takiben yerini *üç bölgesel yenilik sistemine* bıraktığını ortaya koymaktadır.²⁰

Anlaşılabileceği gibi her ülkenin hatta aynı ülkede farklı bölgelerin dahi kendisine özgü bir sinerji oluşturma dinamiğinin/yapısının varlığı söz konusudur. Hangi yol izlenirse izlensin, her ülke 'yerel' aktörlerinin etkileşiminden doğan sinerjiyi mutlaka yaratılmalıdır. Ülkeler kendi yenilik arayışlarında *"yerli yenilik olmadan zengin ve fakir ülkeler arasındaki gelir farkının asla kapanmayacağı"* uyarısını göz önünde bulundurmalıdır (Lundvall, 2015:10).

1.2. Havacılık ve Uzay Sanayi Ekosistemi ve Nitelikli Teknik İşgücü: Kuramsal Yaklaşımlar

Tezin, THUS'da teknik işgücünün geliştirilmesi konusuna odaklanmış olması, hangi kuramsal yaklaşımlardan hareket edilmesi gerektiğini de işaret etmektedir. Çok boyutlu bir konunun açıklanmasında, farklı kuramsal yaklaşımları bir araya getirmenin işlevsel olduğu

²⁰ Budapeşte günümüzde kendisine benzeyen Viyana, Münih gibi şehirlerle rekabet eden bir metropol yenilik sistemi (metropolitan innovation system) olarak nitelenirken, ülkenin batı kısmı doğrudan yabancı yatırımlar yoluyla Avrupalaşmış bir yenilik sistemine (Europeanized innovation system) sıkıca entegre edilmiştir. Ülkenin doğu kısmında ise devlet öncülüğünde yenilik sistemi (state-led innovation system) bulunmaktadır.

düşüncesi benimsenmiştir. Ancak, tez araştırmasının tasarlanmasında zemin oluşturan bu kuramsal yaklaşımlara geçmeden önce, havacılık ve uzay sanayinin tanımı yapılarak, özelliklerinin betimlenmesi gerekmektedir.

Havacılık ve uzay sanayi (aerospace industry) kavramı, havadan hafif olanlar da dâhil olmak üzere, tüm hava ve uzay araçlarının Ar-Ge ve imalâtını konu almakta; bu araçların test edilmesi, çalıştırılması ve bakımı için gerekli olan temel alt sistemleri ve anahtar destek sistemlerini de kapsamaktadır.²¹ Başka bir anlatımla, havacılık ve uzay sanayi “*askeri ve sivil pazarlar için hava ve uzay araçlarının ilgili ekipman, parça ve diğer bileşenlerinin imalâtı kadar, bu imalâtın gerçekleşmesini sağlayan kurum ve kuruluşlar ile bunların tasarım, geliştirme, onarım ve destek hizmetlerini de kapsayan, yüksek seviyeli teknoloji ile yüksek nitelikli teknik işgücü istihdam eden bir sanayi*” olarak tanımlanmaktadır (Jackson, 2004:6). Havacılık ve uzay sanayinin özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Yüksek teknolojik ilerleme, havacılık ve uzay sanayinde rekabetçiliğin ve gelişmenin temelidir.
- Üretilen araçların birim/parça başına (ekonomik) değeri çok yüksektir.
- Nihai ürünlerindeki bileşenlerin sayısı açısından bakıldığında, havacılık ve uzay sanayinde en karmaşık sistemler yer almaktadır.
- Bir ülkenin havacılık ve uzay sanayine sahip olması o ülkeye ekonomik ve politik açıdan daha fazla prestij ve rekabet üstünlüğü sağlamaktadır.
- Havacılık ve uzay sanayi, görece olarak, az sayıda büyük firma ile ‘her seviyede ve çok sayıda’ ulusal ve uluslararası ortaklık üzerinden karakterize olmaktadır (Amir ve Weiss, 2019).

Bu bilgiler eşliğinde, havacılık ve uzay sanayinin; yüksek katma değerli üretim yapan, yenilik ve yaratıcılıkla birlikte gelişen, teknoloji kapasitesi geniş, yüksek nitelikli teknik işgücüne sahip, rekabet gücü ve ortalama işçilik ücretleri ile millî gelire katkı sağlama potansiyeli yüksek bir sanayi olduğu söylenebilir (TÜSİAD, 2008:397-401). Bunların yanı

²¹ Burada en önemli sorulardan biri, uzayın sınırının ne olduğu, başka bir deyişle, ‘hava’nın nerede sona erdiği ve ‘uzay’ın nerede başladığıdır. İlgili literatür incelendiğinde, evrensel olarak kabul edilmese de, uzayın başlangıcının tespiti konusunda başvurulan en yaygın sınırın, genellikle 100 km. yükseklik olarak belirlenen “Karman Hattı (Karman Line)” olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, Goedhart’ın 1996 yılında yazdığı kitapta özetlediği gibi, 30 km. ile 1.5 milyon km. arasında değişen sınırlar da önerilmektedir (McDowell, 2018:668).

sıra havacılık ve uzay sanayi, mekânsal açıdan ‘yerleşik’ bir sanayidir (Gürlehel, 2009:42).²²

Havacılık ve uzay sanayinin özelliklerinin anlaşılmasında ve çerçevesinin çizilmesinde, hem “*imalât sanayi*” hem de “*savunma sanayi*” ile arasındaki ilişkinin ortaya konulması önemlidir. Burada öncelikle imalât sanayi ile havacılık ve uzay sanayi arasındaki sistem-alt sistem etkileşiminin vurgulanmasında yarar görülmektedir. Çünkü bu etkileşim, nitelikli teknik işgücüne yönelik değerlendirmelerde de önemli bir arka plan oluşturmaktadır.

Havacılık ve uzay sanayinin imalât sanayi içerisindeki yerini göstermede “*Sanayi Hayat Eğrisi*”nden faydalanmak açıklayıcıdır (bkz. Grafik-2). İmalat sanayi dallarını içeren eğri üzerinde ‘emek yoğun’, ‘sermaye yoğun’, ‘teknoloji yoğun’ ve ‘bilgi yoğun’ sanayiler olmak üzere dört grup yer almaktadır ve havacılık ve uzay sanayi, bu eğrinin en yüksek noktasıdır. Başka bir deyişle, havacılık ve uzay sanayi, bir ülkenin sanayileşmesinin ulaşacağı/ulaştığı en ileri seviyeyi temsil etmektedir.

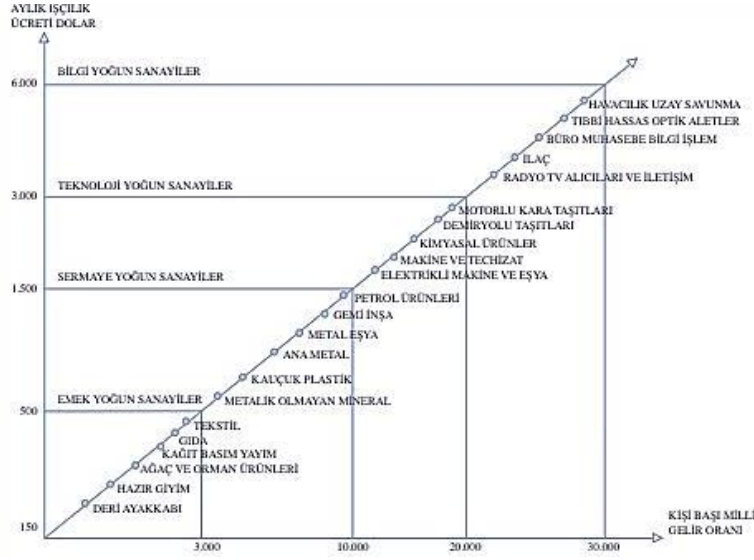
İmalât sanayi ile havacılık ve uzay sanayi arasındaki bu ilişki, **iki açıdan** önemli görülmektedir. Birincisi, imalât sanayinin genel özelliklerinin havacılık ve uzay sanayine sirayet etmesi noktasında ortaya çıkarken; ikincisi, havacılık ve uzay sanayi ekosisteminde oluşan bilginin ve deneyimin, içinde yeşerdiği imalât sanayi ekosistemini geliştirme potansiyelinde belirlemektedir. Bu karşılıklılık sağlandığında, en yüksek verimlilik düzeyine erişilmesi beklenebilir. Havacılık ve uzay sanayinde yürütülen Ar-Ge faaliyetlerinin yayılarak diğer sanayilere girdi sağlaması (ve tersi), ekonomik büyüme ve kalkınmada üstlendiği önemli rolü anlaşılır kılmaktadır.

Ayrıca üretimde kullanılan teknoloji sınıflandırmasında görüleceği gibi (bkz. EK-1), havacılık ve uzay sanayi, imalât sanayinin alt dalları içerisinde en yüksek teknoloji seviyesi ile üretim yapan sanayidir.²³ Havacılık ve uzay sanayinin yüksek teknolojiyi kullanması, bu

²² İmalât sanayi dallarının üretim yeri değişimine göre konumları incelendiğinde, havacılık ve uzay sanayinin “üretim yeri değişmeyen sanayiler” arasında yer aldığı görülmektedir. Havacılık ve uzay sanayinin bu yerleşik yapısına karşın, havacılık ve uzay **yan sanayi**, “üretim yeri değişen” sanayiler arasında yer almaktadır. Bu ayrım, sanayideki küresel değer/tedarik zincirindeki uluslararası rol ayrımının anlaşılmasında önemli görülmüştür.

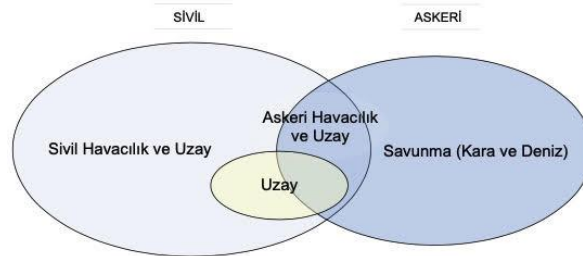
²³ Hava aracı imalâtının kapsamına ilişkin en geniş tanımlamalardan birinin, NACE kodunda yapıldığı görülmektedir. Hava ve uzay aracı ve ilgili diğer makinaların imalâtının NACE kodu, 30.3’dür. NACE kodlarının kapsadığı ve kapsam dışı bıraktığı imalât konuları için bkz. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5902521/KS-RA-07-015-EN.PDF>, (15.02.2020).

sanayide, yüksek nitelikli teknik işgücünün istihdam edilmesini gerektirmektedir. Bu ihtiyaç, tezin temel inceleme konusunu oluşturmaktadır.



Grafik-2 Sanayi Hayat Eğrisi-İmalât Sanayi Sektörlerinin Konumları
Kaynak: Gürlesel, 2009:31.

Havacılık ve uzay sanayi ile savunma sanayi arasındaki ilişkiye bakıldığında ise iki sanayinin 'askeri havacılık/uzay' ve 'uzay' çalışmalarında kesiştiği görülmektedir (bkz. Şekil-3). Buna karşın, genellikle iki sanayinin ilişkisine yönelik değerlendirmelerde, aralarındaki bu kesişimden çok, askeri havacılık ve uzay sanayinden doğan bir sivil havacılık ve uzay sanayi anlayışının benimsendiği görülmektedir. Hatta bu tarihsel durum takip edilerek, iki sanayi arasında kimi zaman önem sırasına dayalı bir hiyerarşi olduğu da düşünülmektedir. Başka bir deyişle, savunma sanayinin kritik teknoloji sahipliği, bu sanayi kapsamında yapılan çalışmaların, sivil havacılık ve uzay sanayinden daha önemli olduğu yönünde bir düşüncenin nedeni olmaktadır.

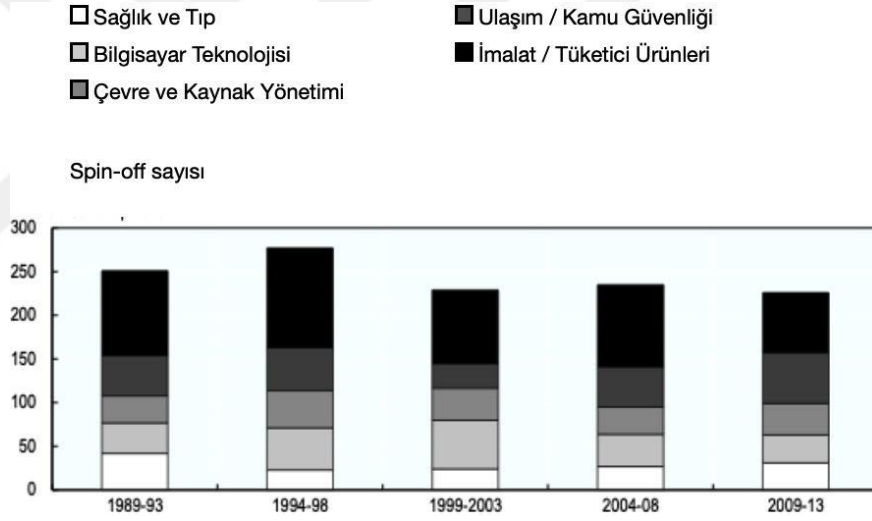


Şekil-3 Havacılık, Uzay ve Savunma Sanayi Arasındaki İlişki
Kaynak: ASD, 2012'den uyarlayan Dede, 2013:7.

Ancak, Giriş bölümünde de vurgulandığı gibi, ülkelerin havacılık/uzay alanında yürütülen çalışmalardaki varlığını ve buradan elde ettiği prestiji, sadece savunma amaçlı Ar-Ge ve imalât stratejisine **dayandırmamak** önemlidir. Sivil ve askeri havacılık/uzay çalışmalarını

birlikte sürdüren, her iki sanayi arasında bilgi, beceri, deneyim transferini sağlayabilen ülkelerin, dünyada bu alanlarda öncü ülkeler olmaları anlamlıdır.

Son olarak, havacılık ve uzay sanayine ilişkin yukarıdaki iki konunun yeniden vurgulanması önemli görülmektedir. Bu konulardan ilki, havacılık ve uzay sanayinin ‘birikimli’ yapısının dikkate alınmasıdır. Bu vurguyla, havacılık ve uzay sanayinin plân, program ve politikaları oluşturulurken, imalât sanayinin genel yapısının göz önünde bulundurulmasına dikkat çekilmesi hedeflenmektedir. Çünkü en üst seviyede teknoloji kullanan havacılık ve uzay sanayi, —bu üstünlüğüyle birlikte— mevcut ulusal teknoloji birikimi, kabiliyeti ve kapasitesi üzerinden şekillenmektedir. Dolayısıyla BT, yenilik, sanayileşme gibi konularda, ulusal teknoloji kabiliyetinden bağımsız şekilde yapılacak plân, program ve politikalarının başarıya ulaşması mümkün görünmemektedir.



Grafik-3 NASA'nın Farklı Sektörlerde Kullanılan Spin-Off'ları

Kaynak: OECD, 2016:55'den uyarlanmıştır.

İkinci konu ise havacılık ve uzay sanayindeki Ar-Ge çalışmaları sonucunda elde edilen teknolojinin, diğer sanayilere transferi²⁴ ve böylelikle ulusal imalât ve imalât-dışı sanayinin tamamına yapılan katkıdır. Gerçekten de havacılık ve uzay araştırmalarından günlük hayata ve diğer sanayilere yayılan bilginin önemi büyüktür (bkz. Grafik-3). Örneğin NASA için spin-off²⁵, NASA teknolojisini veya uzmanlığını içeren ticari bir ürün veya hizmet anlamına gelmekte ve bunlar; sanayi, kamu kurum/kuruluşları ve akademi ile çeşitli NASA

²⁴ ESA da havacılık/uzay teknolojilerini daha geniş bir sanayi için kullanılabilir hale getirerek, Avrupa Ar-Ge'sinin faydalarının yayılması için “teknoloji transferi” ifadesini kullanmaktadır.

²⁵ Spin-off, büyük bir projenin yan ürünü veya kendisinden daha önemli olan bir üründen gelişen ürün anlamına gelmektedir.

araçları (ör. lisanslama, finansman anlaşmaları, uzmanlardan teknik destek, altyapılar) kullanılarak geliştirilmektedir. NASA tarafından, çoğu bilgisayar teknolojisi, çevre ve kaynak yönetimi ile sağlık ve tıp sektörlerinde olmak üzere yaklaşık 2000 ticari ürün ve hizmet kaydedilmiştir (OECD, 2016:53-4).

Havacılık ve uzay sanayinin tanımından da anlaşılacağı üzere, tezin araştırma konusu çok boyutlu ele alınabilecek niteliktedir. Nitekim bu boyutları da işaret eden 'ekosistem' vurgusunun, araştırma örneğinde yer alan görüşmeciler tarafından sıklıkla tekrarlandığı gözlenmiştir. 'Ekosistem' kullanımıyla, tezin kuramsal temeli oluşturulurken, sistem yaklaşımı ve sosyo-teknik sistemler yaklaşımından hareket edilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Daha önce yer verilen UYS modeli de sistem yaklaşımını temel almaktadır. Diğer yandan, bir sosyo-teknik sistemde özellikle de günümüzde son teknolojiler ile çalışanlar arasındaki etkileşimin niteliği, Aktör Ağ Kuramı (ANT)'nin yaklaşımından yararlanarak farklı bir bakış açısının kullanımını olanaklı kılmaktadır. Son olarak, tezin temel problemi olan nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi konusunda da Beşeri Sermaye Kuramı ve yeni versiyonu olan İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY) yaklaşımlarının açıklayıcı olacağı sonucuna varılmıştır. Görüldüğü gibi, giderek karmaşıklaşan sosyal gerçekliği (realite) açıklamak için birden fazla kuramsal yaklaşıma ihtiyaç duyulmuş, buradan hareketle tezde, eklektik bir bakış açısından hareket edilmiştir.

Bu dizge çerçevesinde 'sistem yaklaşımı', hareket/başlangıç noktası olarak kabul edilmektedir. Sistem yaklaşımı, doğadan analogi yapılarak soyutlanmış bir modeldir ve içinde insanın olduğu her sistemin, aynı zamanda bir sosyal sistem olduğuna vurgu yapmaktadır (Parsons, 1967). Bu anlamda her bir parçası (alt sistemleri) birbiriyle etkileşim içinde ve birbiri için işlevsel olan bir bütünden söz edilmektedir. Bu bütün, kendini oluşturan alt sistemlerin toplamından daha büyük bir çıktıdır. İşbirliği, eşgüdüm, etkileşim, uzlaşma ve uyarlanma gibi süreçlerle bağlantılı biçimde işleyen bir sistem, denge ve düzene yönelik hareket etmektedir. Sistemde herhangi bir sapmanın varlığı, geri bildirim araçlarıyla yeniden düzenlenmekte ve yeniden dengeye dönüş sağlanmaktadır. Dışarıdan her türlü kaynağı alabilen ve içinde dönüştürerek dışarı verebilen sistemler, 'açık sistem' adıyla nitelendirilmektedir. Sistem, çatışma ve gerilim gibi istenmeyen dinamiklerden uzaklaşmak için 'değişme' ve kendini yeni duruma 'uyarlama' seçeneğini kullanmaktadır (Parsons, 1967, 1970; Katz ve Kahn, 1977; Morehead ve Griffin, 1989).

Bu kavramlaştırmadan yola çıkılarak, tezde, havacılık ve uzay sanayi ekosistemi aynı zamanda bir 'sosyo-teknik sistem' olarak ele alınmaktadır. 'Sosyo-Teknik Sistem Kuramı'nda genellikle teknoloji alt sisteminin, ana sistem içindeki dönüştürücü rolü ön plana çıkarılmaktadır. Ancak burada teknolojiyi üreten ve kullanan diğer bir alt sistem olan *sosyal sistemin* bu dönüşümdeki rolünü 'bağımsız çalışma grupları' yoluyla artırmanın önemine de vurgu yapılmaktadır. Kurama göre, teknik alt sistem ve sosyal sistem birlikteliği, ana sistemin karakterini belirler mahiyette olup, sosyal sistemin yeterliği ile güçlenmekte ve dengede durmaktadır (Moorehead ve Griffin, 1989: 467-68).

Tezin kuramsal temelini oluşturulmasında yararlanılan bir diğer kuram da 'Aktör-Ağ Kuramı'dır. Teknoloji sosyolojisinde Aktör-Ağ Kuramı, teknoloji (makine) ve insanı (çalışan) birbirine karşı eylemde bulunabilen aktörler şeklinde değerlendirmektedir. İnsan olan ve olmayan bu aktörlerin eylemleri, aktörlerin birbirleriyle eşit konumda oldukları kabul edilerek değerlendirilmektedir (Latour, 1996). Tüm sanayi devrimlerinin yaratmış oldukları sonuçlar bakımından aktörler arası ilişkiler, devrimlerin özgün koşullarını betimleyen çevreyle olan ilişkilerinden kaynaklandığı gibi eylemler de bu çevreyi etkilemektedir. Başka bir ifadeyle, aktörlerin içinde yer aldıkları çevrenin özellikleri, aktörler (insan-makine) arasındaki ilişkiye tercüme edilmektedir (Law, 1992). Bu tür karmaşık bir ağ içinde aktörlerin konumları, eylem koyma durumlarına göre, pasif ya da aktif olabilmektedir. Kuram, özellikle Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni teknolojilerin insan üzerinde eylem koyma kabiliyetini artırması noktasında açıklayıcıdır. Her ne kadar havacılık ve uzay sanayi ekosistemi içindeki mevcut anlamlar dizgesi (ör. bilgi, deneyim, yaratıcılık) aktörlerin eylem koyma kabiliyetinde henüz eşit konumlarını değiştirmiş **görünmemekteyse** de teknolojinin değişim ve çeşitlenme hızı, yaratıcı/nitelikli insana duyulan ihtiyacı sürekli artırmaktadır. Örneğin bu ekosistemde yapay zekâ ve robotik, montaj sanayinde olduğu kadar kullanılmamaktadır. Bu durum yapay zekânın eylem kabiliyetinin artmayacağı anlamına gelmemekte, tersine yapay zekânın gelişimini, insanın eylem yapma kabiliyetine bağlamaktadır. Bu kuramın bakış açısı da tezin ortaya çıkışında, özellikle de teknik işgücünün yetiştirilmesi ve istihdamı konularında oldukça yararlı olmuştur.

Ar-Ge, yenilik, teknoloji konuları bir sistem anlayışı çerçevesinde eğitim ve dolayısıyla nitelikli işgücü kavramlarıyla buluşmaktadır. Başka bir deyişle, bir ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınmasında son derece önemli olan bu süreçler ve yapıların işlerliği, nitelikli

insan kaynağının varlığına bağlıdır. Buradan hareketle, yeniliği üretecek ve yeniliği içeren yapılarla birlikte, bu yapıların işleyişine dair birçok kuramsal açıklama getirilmiştir. Tezde işgücüne odaklanması doğrultusunda; eğitim, teknoloji, istihdam, kalkınma arasındaki ilişkide, nitelikli işgücünün önemini vurgulayarak eğitim ile istihdam arasındaki ilişkiye açıklama getiren ‘Beşeri Sermaye Kuramı’na yer verilmesi gereği doğmuştur.²⁶

Schultz (1961) beşeri sermaye kavramıyla sadece nitelikli işgücünü ‘sermaye’ olarak değerlendirmekle kalmamış, 21. yüzyıla gelindiğinde sermayenin giderek daha çok boyutlu (ör. finansal sermaye, entelektüel sermaye, sosyal sermaye) bir hale gelmesinde de etkili olmuştur. Schultz’a göre, eğitim ve öğretim, plânlı bir yatırımdır ve bu yatırım yoluyla hem işgücünün verimliliği artmakta hem de büyüme ile gelişme teşvik edilmektedir (Nakfukho vd., 2004:545-6). Bu yaklaşım çerçevesinde, ‘insan’ı, işgücü veya emek olmaktan sermaye olmaya doğru dönüştürecek bilgi ve beceri kazandırılmasından söz edilmektedir. Bir ülkenin beşeri sermayesini güçlendirecek olan yatırım da eğitimidir. Kamu çıkarı amaçlı olarak hükümetlerce benimsenmiş ve kurgulanmış bu beşeri sermaye yatırımının, zamanla farklı mecralara kaydığı görülmüştür. Özellikle kâr maksimizasyonu güden girişimcilerin insana yatırım amacıyla gönüllü biçimde genel eğitimi ve mesleki eğitimi ön plana aldıkları bilinmektedir (Becker, 1964). Kuram bu yönü ile havacılık ve uzay sanayinde nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesinde ve istihdamında teknik eğitimi öne çıkaracak bir yaklaşım sunmaktadır. İnsana yapılacak bu yatırımı gerçekleştiremeyen ülkelerin, yenilik üretme kapasitesi de sınırlı kalmaktadır. Dolayısıyla bu ülkeler üretmedikleri yeniliği transfer etme eğilimi göstermektedir.

Beşeri Sermaye Kuramı’nda yer alan ‘sermaye’ kavramı, İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY) yaklaşımıyla birlikte yerini ‘kaynak’ kavramına bırakmıştır. Burada ‘kaynak’ sözcüğünün entelektüel sermayeye vurgu yapması sağlanarak, profesyonel işgücünün kariyer odaklı inşası günümüzde daha kabul gören bir nitelik artışını simgelemektedir. Ayrıca, İKY’nin eşlik ettiği Toplam Kalite Yönetimi (TKY) yaklaşımı da günümüzde kaliteyi üreten ve yöneten teknik işgücünün yüksek performansına odaklanarak, kendi kendini yöneten işgücünden beklenen yüksek niteliğe vurgu yapmaktadır (Savcı, 2011). Nitekim Silikon Vadisi gibi yüksek seviyede teknoloji üreten ve kullanan teknoparklarda teknik işgücünün

²⁶ Bu kuramın havacılık ve uzay sanayi için açıklayıcı nitelikte olduğu, Aşçı’nın (2012:142) Beşeri Sermaye Kuramı’nın savunma sanayindeki işgücü eğilimini anlamadaki yerine yönelik bulgusuyla da desteklenmektedir.

niteliklerinin geliştirilmesinde insan kaynaklarının hizmet içi ve kişisel gelişim amaçlı eğitimi, beşeri sermaye yaklaşımının (Coff ve Raffie, 2015) güncel versiyonu olarak ortaya çıkmaktadır.

1.3. Dünyada ve Türkiye’de Havacılık ve Uzay Sanayinin Gelişimi

Bu başlık altında dünyada ve Türkiye’de havacılık/uzay çalışmalarının tarihsel gelişimine yer verilmektedir. Yapılan değerlendirmelerde Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) çalışmaları veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Bunun gerekçesini, ölçüm farklılıklarından doğan ve/veya doğabilecek sorunların aşılması ile yorum ve değerlendirmelerin karşılaştırılabilir bir veri seti üzerinden yapılmasının gözetilmesi oluşturmaktadır.

1.3.1. Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayinin Gelişimi: Öncü ve Yeni Gelen Ülkeler

Dünyada havacılık ve uzay sanayinin gelişimi, iki kategori altında toplanarak açıklanmaktadır. Öncelikle 20. yüzyılın başında bu alandaki çalışmaları başlatan öncü ülkelerin (ABD, Sovyetler Birliği/Rusya Federasyonu, Almanya, İngiltere, Japonya) deneyimi incelenmekte, ardından özellikle 21. yüzyılda yaptıkları ‘sıçrama’ ile bu çalışmalarda öne çıkan ülkeler (ör. Çin, Hindistan) ele alınmaktadır. Başka bir deyişle, dünyada havacılık ve uzay sanayinin öncü ülkeleri ile ‘yeni gelen ülkeler (*newcomers*)’ üzerinden havacılık sanayinin tarihi ile ‘eski’ ve ‘yeni’ uzay yarışı konu edilmektedir. Burada ülkelerin havacılık ve uzay sanayi ekosistemi geliştirmeleri, bu süreçte izledikleri ulusal teknolojik birikim ve teknolojik öğrenme stratejileriyle birlikte değerlendirilmektedir.

İnsanlık tarihine bakıldığında, insanın gökyüzüne olan ilgisinin neredeyse insanlığın kendisi kadar eski olduğu görülmektedir. Astronomi alanındaki düşünceler ile başlayan bu ilgi, 20. yüzyılın başında, insanlı uçuş amaçlı hava araçlarının imalâtına yönelik somut adımlara dönüşmüştür.²⁷ Havacılık sanayi de imalât sanayindeki bu gelişmelerden doğmuştur ve 100 yılı aşkın bir tarihe sahiptir. Sanayinin ana konusu olan uçak, ‘bilime dayalı sanayi çağı’ adıyla anılan 20. yüzyılın tanımlayıcı teknolojilerinden biri olarak işaret edilmektedir (Schatzberg, 1994:34). 80 yılı bulan uzay sanayinin geçmişi incelendiğinde ise

²⁷ Havacılık/uzay alanındaki çalışmaların 17. yüzyıl ve hatta onun da öncesine kadar geriye götürülebildiği bilinmektedir. Ancak bu tezde, hem Türkiye hem de diğer ülkelerin 20 ve 21. yüzyılda yaptıkları havacılık ve uzay konulu çalışmalar kapsamaktadır. Havacılık tarihine ilişkin uluslararası bir tarih/zaman çizelgesi için bkz. Aerospace History Timeline, <https://www.aiaa.org/about/History-and-Heritage/History-Timeline>, (06.02.2020).

bu alandaki çalışmaların, II. Dünya Savaşı'ndan sonra hız kazandığı ve ülkeleri uluslararası rekabette öne çıkardığı görülmektedir. 2000'li yıllardan bu yana da ülkelerin uzay çalışmaları yoğunlaşmıştır. Başka bir deyişle, uzay bilimleri ve teknolojileri konularına olan bilimsel, akademik ve endüstriyel ilginin çıktıkları, havacılık ile kıyaslandığında daha geç bir dönemde sanayi görünüm kazanmışsa da bugün uzay, birçok ülkenin yatırım yapmak istediği BT ve yenilik alanı olarak öne çıkmaktadır.

20. yüzyılın hemen başında, 1903 yılında Wright Kardeşler tarafından Kitty Hawk (ABD)'da yapılan ilk başarılı pilot kontrollü ve sürekli motorlu uçuş (Bugos, 2001; Chambers, 2003; Cook, 2006; Basalla, 2013:241) havacılık sanayi için milât kabul edilmektedir. Gerçekleştirilen bu uçuş, her ne kadar kişisel bir Ar-Ge'ye dayanan, sivil bir girişim olsa da hava araçlarının askeri bakımdan stratejik önemi kısa sürede fark edilmiştir. Gelişen askeri uçak teknolojisi ile helikopter ve jet uçağı teknolojisi, 20. yüzyılın iki büyük dünya savaşını aynı zamanda bir teknoloji geliştirme savaşına dönüştürmüştür.²⁸ Ayrıca bu dönemde, İngiltere'nin motor teknolojisindeki gelişmeleri ile Japonya ve Sovyetler Birliği'nin, Almanya'dan transfer ettikleri teknolojileri geliştirmeye yönelik çalışmaları neticesinde kat ettikleri mesafe dikkat çekicidir. Dolayısıyla havacılık sanayinin gelişimine bakıldığında, ABD, Sovyetler Birliği, Almanya, İngiltere ve Japonya'nın öne çıktığı görülmektedir. Aşağıda bu ülkelerde havacılık sanayinin doğuşu ve gelişimi, ana hatlarıyla ele alınmaktadır.

Öncü Coğrafyalar: Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Sovyetler Birliği/Rusya Federasyonu, Avrupa ve Japonya

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

ABD havacılık sanayinin oluşumuna bakıldığında, 1903 yılında gerçekleştirilen ilk başarılı uçuşun ardından, Wright Kardeşler'in 1906 yılında bu uçağın patentini aldıkları, 1908 yılında da bu patent altında ürettikleri çift kanatlı uçağın, ABD ordusu tarafından satın alındığı görülmektedir (Musi, 2016:4). Gelecek vadeden bu girişim, devletin havacılık sanayinde kurumlaşma çalışmalarını beraberinde getirmiştir.²⁹

²⁸ Askeri uçak teknolojisi, Fransa'da, helikopter ve jet uçağı teknolojisi ise Almanya'da geliştirilmiştir (Türkcan, 2009:187).

²⁹ Bundan sonraki gelişmeler, bir ülkenin havacılık ve uzay sanayinde güçlü olmasını sağlayacak çalışmaları nasıl planladığı ve sürdürülebilir hale getirdiğinin anlaşılması konusunda dikkate alınmalıdır. Bu konu, tezin Türkiye örneğinin değerlendirilmesinde önemli bir araç olarak rol oynamıştır.

ABD kurumlaşma konusunda, Avrupa'yı model almaktadır. Bu doğrultuda, ABD Ulusal Havacılık Danışma Komitesi (NACA) 1915 yılında, İngiliz Havacılık Danışma Komitesi'nden modellenerek, ABD'deki havacılık araştırmalarını organize etmek ve ABD havacılığını Avrupa havacılığı 'seviyesine çıkarmak' amacıyla kurulmuştur (Schatzberg, 1994:36). 1917 yılında da NACA'nın ilk araştırma merkezi olan Langley Araştırma Merkezi (LaRC)'nde çalışmalara başlanmıştır. Bu iki kurum, uçak kanatları ve çeşitli cisimlerin havayla etkileşimlerini araştırmış, zamanla birçok rüzgâr tüneli inşa etmiş ve ABD'nin savaş uçağı tasarımlarını, roket sistemleri üzerine çalışmalarını yönlendiren bir yapıya bürünmüştür. LaRC, ABD'yi havacılıkta bir dünya liderine dönüştürmeye yardımcı olan yeni teknolojilere öncülük etmiştir (Chambers, 2003).³⁰

ABD'nin Avrupa havacılığını yakalama düşüncesi, Almanya ve İngiltere'nin bu alandaki başarılı çalışmalarından kaynaklanmaktadır. Her ne kadar ABD tarihteki ilk uçuşa öncülük etmişse de I. Dünya Savaşı sırasında yabancı uçaklar kullandığı, hatta Amerikan taktik uçaklarının, II. Dünya Savaşı'nın başında, Alman uçaklarından daha düşük teknolojik seviyede olduğu belirtilmektedir. ABD'nin 'savaş uçağı (jeti) teknolojisi'nin Alman benzerini, savaşın sonuna kadar takip ettiği bilinmektedir. Ayrıca ABD, önde gelen uçaklarından biri olan Kuzey Amerikan P-51 Mustang'ın imalâtında da Rolls-Royce tarafından üretilen İngiliz motorunu kullanmıştır (King, 2006:1). Anlaşıldığı üzere ABD, işin başında teknoloji seviyesi açısından Avrupa ülkelerinin gerisinde kalmıştır.

II. Dünya Savaşı öncesinde Almanya'nın hava aracı teknolojisindeki üstünlüğü açık bir şekilde görülmektedir. Dolayısıyla II. Dünya Savaşı öncesi ve süresince, Alman teknolojisi ticaret (ör. ABD'nin JL-6 kodlu uçağı satın alması) ve/veya sanayi casusluğu yoluyla ABD'ye transfer edilmiştir. Almanya'nın teknolojisiyle girilen yarışta, özellikle II. Dünya Savaşı sırasında Almanya karşısında bir arada hareket eden ülkeler arasında imzalanan bilgi aktarımı anlaşmalarının önemli bir yeri bulunmaktadır. Örneğin ABD'li mühendisler 1941 yılında İngiltere ile yapılan anlaşma kapsamında turbojet motorların bilgisini edinmiş, ardından savaşın sonuna kadar geçen sürede, en güçlü jet motorlarından bazılarını geliştirmiştir (Geels, 2006:1010).³¹ Savaşın bitimiyle ABD, bu süreçte elde ettiği birikimi,

³⁰ NACA, adının NASA olarak değiştirildiği 1958 yılına kadar havacılık alanında tavsiyelerde bulunmuş ve en ileri araştırmaları gerçekleştirmiştir. bkz. The National Advisory Committee for Aeronautics (NACA), http://www.centennialofflight.net/essay/Evolution_of_Technology/NACA/Tech1.htm, (15.02.2020)

³¹ Hatta bunun üzerine GE, savaşın sonunda dünyadaki lider jet motoru üreticilerinden biri olmuştur. Geleneksel Amerikan hava aracı motor üreticileri (Pratt&Whitney, Wright Aeronautical) turbojet

kendi özgün havacılık sanayine başarılı biçimde taşımış; yenilik ve patent kullanımına dayalı, sivil ve askeri uçak imalâtıyla dünya ölçeğinde kendisi için pazar yaratmıştır. ABD sadece hava araçları imalâtıyla yetinmemiş, bir yandan da uzay çalışmalarını başlatmıştır.³²

ABD'yi havacılık ve uzay sanayinde öncü ülke konumuna getiren gelişmeler, II. Dünya Savaşı esnasında BT alanında kazanılan deneyimden çıkarılan sonuçların doğru değerlendirilmesine dayanmaktadır. Savaş öncesi ve esnasında çok sayıda bilim insanının Avrupa'yı terk ederek ABD'ye sığınmaları ile ABD'nin yürüttüğü sanayi casusluğu faaliyetleri Avrupa'dan teknoloji transferini sağlamıştır. Bu duruma ek olarak, savaştan maddi ve manevi anlamda yıkılmış bir şekilde çıkan Avrupa ülkelerinin gerek insan kaynağı gerekse yatırım kapasitesinin zayıf oluşu Avrupa'yı ABD'nin gerisinde bırakmıştır. Diğer yandan Almanya, İtalya ve Japonya'nın savaştan yenik çıkmaları sonucunda yapılan anlaşmalar, bu ülkelerin uzun süre savunma sanayi konusuna yönelmelerini engellemiştir. Böylesi bir ortam teknoloji geliştirme, özellikle de havacılık/uzay alanındaki çalışmalar konusunda ABD'yi güçlendirmiştir.

ABD'de havacılık sanayinin, II. Dünya Savaşı sırasında devlet (ordu) ile uçak imalâtçıları arasında yapılan sözleşme çerçevesinde büyüdüğü ve savaşı takiben de Sovyetler Birliği'yle arasında başlayan Soğuk Savaş dönemindeki rekabet ile birlikte³³ de bu büyümenin hızlanarak devam ettiği görülmektedir. 1940'lı ve 1950'li yıllar boyunca 9 farklı savunma firmasının tasarladığı 40 farklı savaş uçağı (jeti) üretilmiş ve kullanılmıştır (King, 2006:3; Basalla, 2013:241). Hava aracı imalâtı konusundaki tüm bu gelişmelere karşın, vurgulamak gerekir ki Soğuk Savaş Dönemi, Sovyetler Birliği'nin Sputnik Uydusu'nu fırlatmasıyla daha ziyade 'uzay yarışı'na dönüşen rekabet ile karakterize edilebilir. Uydu ve fırlatma teknolojisi ile başlayan bu yarış, Ay'a ulaşma ve Ay'ın keşfi, uzay istasyonu ve gezegen keşfi projeleri (ör. Mars) ile çeşitlenmiş, teknoloji sınırını (technological frontier) daima daha ileriye taşımıştır. Sadece havacılık ve uzay teknolojileri değil, ABD'nin tüm teknoloji yatırımlarını, dünyanın geri kalanı üzerindeki liderliğini muhafaza etme amacıyla ilişkilendirmek mümkündür (Chang, 2013:79-82).

gelişiminden kasıtlı olarak çıkarılsalar da savaş sonrası yıllarda, Pratt&Whitney jet motorlarına geçiş yapmıştır.

³² Tezin değişik yerlerinde vurgulandığı üzere, ABD ve Sovyetler Birliği uzay yarışını yenilik ve teknoloji odaklı sürdürmüşler, ancak rekabetin kazanımları açısından iki ülke birbirinden farklılaşmıştır. ABD kazandığı BT birikimini, diğer imalât ve hizmet sektörlerine de transfer ederek ticarileştirmiştir.

³³ King (2006:1), bugün ABD'nin tartışmasız bir şekilde dünya gücü olmasını, Soğuk Savaş döneminde sürdürülen yatırımlara borçlu olduğunu ifade etmektedir.

Sovyetler Birliği/Rusya Federasyonu

Sovyetler Birliği'nde havacılık sanayinin oluşumunda, 1917 yılında gerçekleşen Rus Devrimi milat niteliğindedir. Ülkede, modern bir sanayinin kurulması 1920'li yılların ortalarında Fransız, Alman ve İngiliz motorlarının ithalatı ve adaptasyonu başka bir deyişle 'transferi' ile başlamış ve hızla önemli bir imalat kapasitesine erişilmiştir. Transferi takip eden 20 yılda, beş fabrikada yıllık toplam 15.000'den çok değişik modelde motor üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu yıllarda Sovyetler Birliği Havacılık Sanayi'nin, yabancı tasarımların taklit ve uyarlamasına bağlı kaldığı ve ülkenin yerli motorlarını geliştirmek için kendi özgün kapasitesini oluşturmadığına dikkat çekilmektedir. Bununla birlikte, Ar-Ge çalışmalarının sürekli devam ettiği görölmektedir. Özellikle pervaneli motorların süpersonik hızlara veya stratosferik irtifaya ulaşmada yaşadığı sorunlardan dolayı, roket ve jet motoru gibi yeni motor türleri arayışı, Avrupa ülkelerinde (ör. İngiltere ve Almanya) olduğu gibi Sovyetler Birliği'nde de sürmüştür. 1932-1941 yılları arasında araştırma kuruluşları, jet motoru üzerine projelere ağırlık vermişlerdir. Ülkede bu projeleri fonlayan beş ana kaynak bulunmaktadır. Bunlar, Kızıl Ordu Hava Kuvvetleri, sivil havacılık otoritesi, Bilimler Akademisi, uçak sanayi ve elektrik üretim sanayi şeklinde sıralanmaktadır. Ayrıca toplam etkinliğin neredeyse tamamı, üç Şehir merkezinde dört tasarımcı tarafından yapılmaktadır: Moskova'da S.A. Aksiutinand, N.M. Sinev; Leningrad'da P.L. Kozhevnikov ve Khar'kov'da V.T. Tsvetkov (Harrison, 2003:183-7).

Yine bu yıllarda jet motorlarının geliştirilmesi sürecinde, —yukarıda da ele alındığı gibi— II. Dünya Savaşı boyunca gerçekleşen bilgi aktarımı anaşmalarının yeri büyüktür. Bunun öncesinde, 1939 yılında imzalanan işbirliği anaşması doğrultusunda Sovyetler Birliği, Almanya'dan hava aracı ve lisans almak için iki heyet göndermiş; 11 Şubat 1940 tarihinde de savaş uçağı, bombardıman uçağı, eğitim uçağı ve helikopter olmak üzere toplam 35 hava aracı sipariş edilmiştir (Vajda ve Dancey, 1998:251).

Sovyetler Birliği'nin II. Dünya Savaşı sırasında ABD'den transfer ettiği, ülkenin sanayi ve teknolojisine ilişkin bilgilerde, yürütmüş olduğu casusluk faaliyetlerinin de önemli bir yeri olduğu vurgulanmaktadır (Sibley, 1999). Buna ek olarak, Sovyetler Birliği'nin Almanya'ya ele gecirirken, turbojet bilgisini de transfer ettiğini ve savaşın ardından jet motoru geliştirilmesine yönelik çalışmalara daha fazla ağırlık verdiğini söylemek mümkündür. Öyle ki, **Kore Savaşı sırasında** Sovyetler Birliği'in MiG-15 jet uçakları ile ABD'nin F-86

Sabre'si karşılaştığında, MİG-15'in teknolojisinin, ABD'yi şaşırtacak ölçüde Amerikan teknolojisiyle başa baş durumda olduğu ifade edilmektedir (Geels, 2006:1010).

Kore Savaşı'ndaki teknolojik gelişmenin bir tesadüfı temsil etmediği, 1957 yılında uzay yarışını başlatan hamlenin Sovyetler Birliği'nden gelmesiyle açıkça ortaya çıkmaktadır. Soğuk Savaş'ın 'uzay yarışı' üzerinden temsil edilmesini sağlayacak olan gelişme, Sputnik-1'in başarılı bir şekilde fırlatılmasıdır. Böylelikle Sovyetler Birliği, eriştiği teknoloji sınırını ortaya koymuştur ve iki ülke arasındaki uzay yarışı resmen başlamıştır.

Bu yarış, her ne kadar Sputnik-1 Uydusu'nun fırlatılmasıyla başlasa da öncesinde de uzay çalışmalarının sürdürüldüğü bilinmektedir. 1903 yılında gerçekleşen ilk uçuş denemesinden 1957 yılında Sputnik-1'in fırlatılmasına kadar geçen dönem, uzay gelişmeleri merkezinden bakıldığında, "*uzay öncesi zaman*" adıyla tanımlamaktadır. Bu zaman dilimi de kendi içerisinde,

- 1926-1942 yılları arasında uzay konusunda da ilk roket çalışmalarının (ör. V1, V2, Goddard) sürdürüldüğü "*uzay öncesi zaman -1*" ve
- 1943-1957 yılları arasında kıtalar arası balistik füze konusunda askeri bir yarışın süregeldiği ve yörüngede ilk uydu ile sonlanan "*uzay öncesi zaman 0*" şeklinde iki ayrı dönemde ele alınmaktadır (OECD, 2016:21).

Sputnik-1'in 1957 yılında fırlatılmasıyla birlikte, 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren, havacılık/uzay teknolojilerinin eş zamanlı geliştiği görülmektedir. Özellikle 1970'li yıllarda uydu teknolojisinin ötesine geçilerek, uzay istasyonlarının ABD ve Sovyetler Birliği tarafından art arda fırlatılmasıyla, uzay yarışı daha karmaşık bir hal almıştır.

Avrupa

Avrupa'nın havacılık sanayinin oluşumunda ayrıcalıklı bir yeri bulunmaktadır. Sanayileşmenin merkezi olan İngiltere ile hızla sanayileşerek, bu konuda örnek bir tablo sergileyen Almanya, havacılık ve uzay sanayinin oluşumuna da kaynaklık etmiştir. Dünyanın bilinen ilk uçak fabrikası da bir Avrupa ülkesinde, Fransa'da, Voisin kardeşler tarafından 1907 yılında Paris yakınlarındaki Billancourt'ta kurulmuştur (Yusufoğlu ve Kara Pilehvarian, 2017:252).

Yaşanan iki büyük dünya savaşı, havacılık teknolojilerinin geliştirilmesine ivme kazandırmıştır. Her iki savaş süresince hava saldırılarında çok sayıda uçak kullanıldığı,

hatta sadece I. Dünya Savaşı'nda imal edilen uçak sayısının yaklaşık 170.000 olduğu ileri sürülmektedir (Schatzberg, 1994:37; Yalçın, 2010:565).³⁴

Almanya'nın II. Dünya Savaşı öncesinde hava araçları üretiminde hızlı bir şekilde ilerlediği görülmektedir. Ülkenin, 1937 yılında, aralarında Türkiye'nin de olduğu 17 ülkeden savaş, taşımacılık ve eğitim amaçlı toplam 468 uçak siparişi aldığı, ayrıca savaş esnasında da çeşitli Avrupa ülkelerinin, Almanya'dan 3800'ün üzerinde uçak talep ettiği kaydedilmektedir (Vajda ve Dancey, 1998:256-264).

Avrupa'da bu dönemde hava araçları üreten ülkeler ve firmalar arasında ortaya çıkan "sosyo-teknik ağ"; bir yandan finansman ihtiyacı, BT'yi yakalama arzusu, diğer yandan savaşan ülkeler arasında gücü koruma güdüsünden beslenmiştir. Özellikle uçakların yüksek hız ve irtifasına yönelik çalışmalar, kaynak yetersizlikleri nedeniyle rafa kaldırılırken (ör. İngiltere'de Dr. Griffith'in turboprop çalışmaları), bilim insanları ve mühendisler (ör. Whittle, Von Ohain ve Wagner) çalışmalarına devam etmek, düşüncelerini geliştirmek, test etmek ve gerçekleştirmek için sponsorlar/finansörler, teknik altyapı, teknik beceriler ve teorik bilgi gibi farklı unsurları birlikte içerecek bir destek ağı oluşturmaya mecbur kalmışlardır. Bu teknik sosyal ağ tarafından sağlanan destek neticesinde dünyanın ilk jet uçağı, 27 Ağustos 1939 tarihinde geliştirilmiştir. Bu gelişmenin üzerine Alman Hava Bakanlığı büyük Alman hava aracı motor üreticileri olan Daimler-Benz, Junkers Motors, BMW ve Bramo'yu da içerecek şekilde, teknoloji geliştirme projeleri için kaynaklarını artırmıştır (Geels, 2006:1008-9). Söz konusu dönemde oldukça etkili olan bu ağın, benzer ihtiyaçlarla hâlâ yaşatıldığı görülmektedir.

Avrupa havacılık sanayinin gelişiminde **iki konu** dikkate alınmalıdır. Bunlardan ilki, hava aracı imalâtında savaş dönemlerinde dahi, mevcut malzeme ve yöntemler ile sınırlı kalınmaması, yenilik doğurucu Ar-Ge çalışmalarının aralıksız sürdürülmesidir. Örneğin, I. Dünya Savaşı sırasında hemen her ülkedeki mühendislerin, Ar-Ge çalışmalarına devam ettiği bilinmektedir (Schatzberg, 1994:37). İkinci önemli konu, ülkeler arasındaki bilgi paylaşımının, II. Dünya Savaşı'nın etkisiyle dönüşmesidir. Esasen II. Dünya Savaşı, Almanya'yı teknoloji geliştirme çalışmalarında yalnızlaştırmış, diğer ülkeleri ise birbirine yakınlaştırmıştır. Savaş sırasında özellikle İngiltere, ABD, Sovyetler Birliği arasında bilgi aktarımı anlaşmaları imzalanmış ve böylelikle ülkeler arasında teknoloji transferi

³⁴ Yalçın'ın eserinde, bu süreçte üretilen uçak sayısı, yaklaşık 165.000 olarak yer almaktadır.

gerçekleştirilmiştir. Savaş sonrasında ise Avrupa ülkeleri ile ABD arasındaki yakınlaşma yerini rekabete bırakırken, bu ülkeler, yerleşik ve üretken ABD Havacılık ve Uzay Sanayi ekosistemi ile rekabet edebilmek için ‘ortak hareket etme’ yönünde bir yaklaşım geliştirmiştir. Niosi ve Zhegu (2005:14), Avrupa ülkelerinin hiçbirinin, kendi başına, Amerikan sanayinin teknolojik ve finansal yeteneklerine sahip olmadığını, bundan dolayı da çoğunlukla Avrupa içinden olmak üzere işbirliğinden başka bir seçenekleri bulunmadığını ifade etmektedir. 1954 yılında kurulan Avrupa Nükleer Araştırma Merkezi (CERN) bu yaklaşımın açık bir göstergesidir. Yine 1964 yılında, uzayda bilimsel araştırmalar yapmak amacıyla 10 Avrupa ülkesi tarafından Avrupa Uzay Araştırmaları Kurumu (ESRO)’nun kurulması, bu kurumun 1975 yılında Avrupa Füze Rampası Geliştirme Kurumu (ELDO) ile birleştirilmesiyle Avrupa Uzay Ajansı (ESA)’nın doğması Avrupa ülkelerinin hem yenilik hem havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin inşasında bir tek coğrafya anlayışını benimsediğini göstermektedir.

Japonya

Japonya’nın BT politikasını sanayi planlamasının merkezine yerleştirmesi, hem II. Dünya Savaşı hem de ABD’nin etkisiyle ilişkilendirilmektedir. Buna ek olarak ülkede, yerli savaş uçaklarının tasarım ve imalâtında, ABD’den art arda yapılan teknoloji transferiyle gerçekleşen öğrenmenin etkisi büyüktür. Bu öğrenmenin sonucunda, Japonya’da bir yerli uçak sanayi oluşturulmuştur. Bu süreçte hem Japonya hem ABD’de hükümet politikalarının kolaylaştırıcı etkisi söz konusu olmuştur (McMillan, 1991:172; King ve Nowack, 2003:303).

Japonya, II. Dünya Savaşı sonrasında araştırma ve imalât konusunda yasaklı ülkelerinden biri olduğundan, hava aracı konularında dünyada yaşanan büyük gelişmelerin (ör. pervaneli motorlardan jet motorlarına, ses altı [subsonic] uçaklardan ses üstü [supersonic] uçaklara doğru ilerleyen Ar-Ge çalışmalarının) gerisinde kalmıştır. Japonya, hem hava aracı imalâtı hem de Ar-Ge konularında geride kalmışsa da havacılık/uzay alanındaki gelişmeleri **kaçırmamıştır**. Hatta Asya ülkeleri arasında, Japonya’nın bu teknolojilerde yaşanan gelişmeleri takip eden ilk ülkelerden biri olduğu görülmektedir. 1950 yılında Uzay ve Uzay Bilimleri Enstitüsü (ISAS) kurulmuş ve hemen ardından 1953 yılında Mitsubishi Ağır Sanayi havacılık sanayine yeniden giriş yaparak, lisans altında üretim yapmaya başlamıştır. Ülkedeki kurumlaşma bununla sınırlı kalmamış, 1969 yılında Japonya Ulusal Uzay Kalkınma Ajansı (NASDA) kurulmuştur.

Bu ilerici adımlar ve öğrenmeyle geçen sürenin sonunda Japonya ilk uydusunu, 1970 yılında yerli L-4S roketiyle fırlatmıştır. NASDA, teknoloji geliştirme aşamasının başlangıç zamanlarında, roket motorları üretmek için ABD lisansını kullanmıştır. Bu teknoloji transferi, beraberinde Japonya'da geliştirilen ilk fırlatma aracı olan H-II'yi getirmiştir. Ayrıca Japonya, 1971 yılında, —ilk savaş uçağı olan Zero'nun³⁵ üzerinden 30 yıl geçtikten sonra— T-2 süpersonik eğitim uçağını imal etmiştir (Nakayama, 1997:395; Leloğlu ve Gençay, 2012:6-7).

Bu öncü coğrafyaları diğerlerinden farklılaştırarak öne çıkaran **iki belirleyici özellik**ten söz edilebilir. Bunlardan ilki, bu ülkelerin 'ilk sanayileşen' ülkeler olmalarıdır. İngiltere hem 'Bilimsel Devrim'in hem de 'Sanayi Devrimi'nin doğduğu ülke olup, Fransa ve Almanya ile birlikte 'İngiliz, Fransız ve Alman Aydınlanması'nın eşlik ettiği modern Avrupa'nın yaratılmasına öncülük etmiştir. Rusya, Japonya, ABD ise hızla sanayileşen ülkeler olarak bu ülkeleri takip etmişlerdir. İkinci özellik ise bu ülkelerin Ar-Ge (özellikle Almanya ve ABD'de endüstriyel Ar-Ge) çalışmalarına verdikleri önem konusunda belirlemektedir.³⁶ Dünyanın ilk araştırma enstitüleri ve teknoparkları bu ülkelerde kurulmuştur (Türkcan, 2009; Basalla, 2013).

'Yeni Gelen Ülkeler (Newcomers)': Çin ve Hindistan

II. Dünya Savaşı'ndan sonraki dönemde Asya'nın yeni sanayileşen ülkelerinin teknoloji birikimi yaratabilmesinin ilk aşaması, mevcut yabancı teknolojinin tersine mühendislik yoluyla çözülmesidir. Tersine mühendislik, basit bir yeniden birleştirme çabası **değil**, ülkelerin, orijini olmadıkları teknolojileri öğrenmesinde önemli bir aşamadır. Bu sürecin gerektirdiği beceri ve faaliyetlerin, Ar-Ge çalışmalarındaki yenilik süreciyle aynı olduğu ifade edilerek, bu yolla öğrenmenin değeri ortaya konulmaktadır. Çin ve Hindistan da tersine mühendislik yoluyla teknolojik öğrenme gerçekleştiren ülkeler arasındadır. Günümüzde her iki ülke de çağın ulaştığı teknoloji seviyesi ile uyumlu şekilde faaliyetlerini sürdürmektedir.

Çin

Çin'in teknoloji birikimi süreci incelendiğinde, ulusal teknoloji kapasitesini geliştirmeye, teknoloji birikimi yaratarak başladığı görülmektedir. Bu birikimin sağlanmasında; çok

³⁵ II. Dünya Savaşı başladığında, Japonya'nın 'Sıfır (Zero)'ının, ABD'nin sahip olduğu herhangi bir uçaktan 'daha uzağa' ve 'daha hızlı' uçuşuna yer verilmektedir.

³⁶ Ülkelerin STI ekosistemine dair bilgi ve istatistiklere 1.4 başlığında yer verilmiştir.

uluslu şirketler, araştırma enstitülerinin yanı sıra özellikle Sovyetler Birliği ve ABD'den transfer edilen bilgi ve deneyim önemli bir yer tutmaktadır. Bu transfer eğilimine dayanan taklit ve kopya imalât, zaman içinde yerini teknolojik öğrenmeyi de içeren “*yeniden birleştirici (re-combinative)*” yeniliğe bırakmıştır (Tsang, 2017:10-1).

Çin'in teknoloji transferi ve sanayileşme konusunda izlediği yol kadar, ulusal bir bilim topluluğu oluşturarak, ülkesine transfer ettiği bilginin işlenmesini sağladığı yapının inşası da önemlidir.³⁷ Bu açıdan, 1950'li yılların öne çıktığı görülmektedir. Çünkü ülkenin iki önemli bilim topluluğunu birleştiren Çin Bilim Akademisi (CAS), 1949 yılında kurulmuştur. CAS'ın kurulmasının ardından Çin'de bilimsel araştırma topluluğu faaliyetleri hızlanmıştır. CAS'ın hâkim olduğu Çin araştırma sistemi, 1950'li yılların sonunda, beş büyük sektör açısından örgütlenmiştir. Bu sektörlerin dördü, (i) CAS ve bünyesindeki akademiler; (ii) sınırlı araştırma faaliyetine sahip olan yükseköğretim kurumları; (iii) bakanlıklara bağlı olan sağlık, tarım, demiryolları, makina mühendisliği, metal sanayi gibi konulardaki akademi ve enstitüler ile (iv) şehir ve belediyelerin kontrolündeki araştırma enstitüleri şeklinde sıralanmakta; beşincisi olan savunma araştırmaları enstitüsünün içerindeki en önemli enstitü olduğu vurgulanmaktadır (Yang vd., 1997:212).

Çin'de 1956 yılında BT alanlarının gelişmesi için ilk uzun vadeli belge olan “*On İki Yıllık Plân*” başlatılmıştır. Bu plânla birlikte, 20 yıllık bir sürede gelişmiş ülkelere yetişmek için, ulusal BT kapasitesinin hızla artırılması hedeflenirken, öncelik verilen dört ana sektöre (yüksek teknoloji alanları) işaret edilmektedir. Bunlar; bilgisayar, yarı iletken teknoloji, elektronik ve otomasyon ile atom enerjisi ve jet teknolojisidir.

Çin'in 1956 yılında başlayan havacılık/uzay programı, bu tarihten itibaren birçok önemli aşamadan geçerek ilerlemiştir. Çin kendi uçağını, 1959 yılında geliştirmiş ve 1962 yılında kullanmıştır. O günden bu güne kadar Nanchang, Shengyang, Xian ve Chengdu adı verdiği askeri uçakların yeni nesillerini geliştiren Çin, sadece askeri uçaklarla sınırlı kalmayıp sivil havacılık alanında da yolcu uçağı üretmektedir. Ayrıca 1960'lı yıllarda gerçekleştirilen uydu teknolojisi ile ilgili Ar-Ge çalışması, Çin'in daha sonra uydu fırlatma teknolojisinde ustalaşmasını da sağlamıştır (a.g.e.:214).

³⁷ Diğer ülkelerden transfer ettiği bilgiyi biriktirmesi kadar, transfer ettiği bu bilgiyi, ulusal ‘merkez’ bölgelerinden iç kısımlara ‘transfer’ etme konusu da önemlidir. Bu kapsamda, 1950'li yıllara kadar kurulan araştırma enstitüleri, Şangay, Pekin ve Nanjing'de bulunmasına karşın, bu yıllardan sonar kurulan enstitülerin çoğu, teknoloji transferinin sağlanabilmesi için kuzey-batı ve kuzey-doğu Çin'de kurulmuştur (Yang vd., 1997:211).

Çin Havacılık ve Uzay Sanayi, 1950’li yılların başında, yaklaşık 5000 işgücü ile “30 bakım atölyesi ve ... küçük fabrikalardan” oluşmaktayken zaman içinde ülkede, yenilik doğurucu bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine erişilmiştir. Çin’in başlangıçta ‘yeniden birleştirici yenilik (re-combinative innovation)³⁸, yolunu izlediği ancak sonrasında yeni teknolojiyle ilişkili yıkıcı yenilikler üretmek (ör. CAS ile Viyana Üniversitesi tarafından geliştirilen kuantum özellikli uydu) için Ar-Ge’sini küresel kurumlara entegre etmeye başladığı görülmektedir (Tsang, 2017:5).

Taklitten yenilikçi üretime doğru ilerleyen Çin Havacılık ve Uzay Sanayi’nde ana aktör, devlettir. Çin, küresel ticari hava aracı piyasası ile tedarik zincirlerine dâhil olarak, havacılık/uzay alanındaki kapasitesini artırmıştır. Çin Havacılık Dairesi, benimsediği üç aşamalı —“taklit, işbirliği, geliştirme (imitation, cooperation, own development)”— kalkınma stratejisiyle Boeing, Airbus, GE, Rolls-Royce ve Pratt&Whitney gibi önde gelen uçak imalatçılarıyla ortaklıklar kurmuş; bununla birlikte Batılı firmalardan ticari uçak, aviyonik, uydu ve diğer sistemlerin geliştirilmesiyle ilgili teknik destek almıştır (Chen, 2009:416; Cliff vd., 2011). 1980’li yılların ortalarında Çin, hem bağımsız araştırma hem de işbirliği yoluyla kapsamlı yetenekler oluşturmuş; geniş ölçekli bir araştırma, tasarım, üretim ve test sistemi geliştirmiştir. Bu yıllarda yapılan ‘mevcut fon dağıtım sisteminin reformu³⁹, ‘açık laboratuvar sistemine geçiş’, ‘spin-off’ların kuruluşu’, ‘bilimsel araştırma ve teknolojik geliştirme olmak üzere iki sistemin işletilmesi’ gibi köklü reformlar, Çin’deki bilimsel araştırma ve teknolojik gelişme kapasitesini olumlu yönde etkilemiştir. Ayrıca 1986-1990 yılları arasında sivil girişimlerin güçlendirilmesi amacıyla savunma sanayinden, sivil Ar-Ge ile sanayiye teknolojik know-how aktarılmasını sağlayan reformlar önemlidir (Yang vd., 1997:227-8).

Küreselleşme ve piyasalaşma, Çin’in devlet merkezli havacılık ve uzay sanayi yapısını da etkilemiş, 1980’li ve 1990’lı yıllarda piyasalaşma (marketization), devlet mülkiyeti kavramından uzaklaşmayı beraberinde getirmiştir. Bu süreçte, Çin Havacılık ve Uzay

³⁸ Tsang (2017:4-5) Çin’in yeniliğinin ‘yeniden birleştirici yenilik’ olarak kabul edildiğinde dikkat çekmektedir. Başka bir deyişle Çin, yeni teknolojiler geliştirmek yerine, var olanları yeniden birleştirme yoluna giderek, gelişmiş yeni modeller oluşturmaktadır.

³⁹ Reform kapsamında, kamu finansmanı azaltılarak, fon kaynağı bulma konusunda, Ar-Ge sektörüne baskı uygulanmıştır.

Sanayi’ndeki firmalar, özel firmaların özelliklerini taşıyan hibrit firmalara dönüşmüştür.⁴⁰ Söz konusu dönemde Deng’in havacılık yaklaşımının, “*teknolojik değişimin tsunamisi*”ni ortaya çıkardığı ve sanayiye ülkenin iletişim, eğitim, eğlence ve yaşam bilimleri uygulamalarıyla birleştirdiği ifade edilmektedir (Tsang, 2017).

2000’li yılların sonuna gelindiğinde Çin’in, havacılık/uzay teknolojileri konularında önemli bir seviyeye ulaştığı görülmektedir. Çin, son 30 yılda dünyanın ikinci ekonomik gücüne dönüşmüş ve bu hızlı gelişimini uzay çalışmalarına da yansıtmıştır. 2000 yılında yayınlanan, ülkenin uzay hedeflerini içeren “*Beyaz Kitap (White Paper)*” adlı belgede⁴¹ uzay faaliyetlerinin, “*tüm dünyadaki ülkelerin modernleşme güdüsünde kilit bir unsur*” olduğu vurgulanmakta ve Çin’in “*süregelen uzay sanayini, devletin kapsamlı kalkınma stratejisinin ayrılmaz bir parçası olarak gördüğü*” ilan edilmektedir (Solakoğlu ve Hassoy, 2007: 56; Yuan ve Peeters, 2019:193). Çin’in havacılık/uzay alanında öne çıkan başlıca projeleri şu şekilde sıralanabilir:

- Tiangong 2 uzay laboratuvarı (kalıcı uzay laboratuvarının ilk adımı),
- Beş yüz metrelik açıklıklı dünyanın en büyük küresel teleskobu (Five-hundred-meter Aperture Spherical Radio Telescope-FAST),
- Chang’e-4 Ay’ın görünmeyen yüzüne iniş yapacak uzay aracı,
- C919 yolcu uçağı (COMAC)
- Chengdu J-20 yeni nesil hayalet avcı uçağı
- Tianhe-2 Süper Bilgisayar
- Parçacık Çarpıştırıcısı Projesi⁴²

Bu projelere ek olarak, Çin’i havacılık/uzay teknolojileri konusunda en gelişmiş teknolojiye sahip ülke olan ABD’nin en önemli rakibine dönüştüren dikkate değer hamlelerinin başında, kendi küresel konumlandırma sistemini kurma çalışması gelmektedir. “*Beidou*” adı verilen bu sistemin, 2020 yılı içinde tamamlaması plânlanmaktadır. Beidou’nun

⁴⁰ 1996 yılına kadar, McDonnell Douglas ve Airbus işbirliği yapılmış ancak McDonnell Douglas’ın, 1997 yılında Boeing ile birleşmesinin ardından Çin, bu firmayla işbirliğini durdurmuştur. Aynı yıl, Airbus da Çin ile olan işbirliğini sona erdirmiştir (Chen, 2009:416).

⁴¹ İlki, 2000 yılında yayınlanan Beyaz Kitap, Çin’in uzay geliştirme politikasına ilişkin olarak hükümet tarafından yapılan ilk açıklamadır. Devamı niteliğindeki çalışmalar 2006, 2011 ve 2016 yıllarında yayınlanmıştır (Yuan ve Peeters, 2019:196).

⁴² Ne Çin’in ne de başka bir ülkenin yüksek enerji fiziği alanında çalışan bilim insanı sayısının, bu büyüklükte bir projeyi tek başına gerçekleştirebilmek için yeterli olmadığı, bu projenin tamamlanmasının ve çarpıştırıcının işletilmesinin ancak uluslararası bir çabayla mümkün olacağı belirtilmektedir (Ocak, 2014:7).

tamamlanması Çin'i, ABD'nin sahibi olduğu GPS⁴³ sistemine bağımlı olmaktan kurtaracaktır.⁴⁴

Görüldüğü gibi Çin hem Ay görevi —Ay'ın karanlık yüzüne uydu gönderilmesi yoluyla Ay yarışına katılma— hem de imalât sanayindeki gelişmeler ile havacılık ve uzay yarışında hızla öne çıkmaktadır. Çin'in yenilik seviyesi, teknolojik sınıra ulaşmış durumdadır (Tsang, 2017). Süper bilgisayar teknolojisinde ABD'nin üstünlüğünü elinden alması ve Ay'ın karanlık yüzüne erişen ilk ülke olması, Çin'i uzay yarışında güçlendirmektedir. Ülkenin havacılık/uzay çalışmalarındaki başarısında, yerli teknolojinin gelişmesi amacıyla teknoloji transferinde uyguladığı 'ithalat kısıtlamaları'nın da önemi büyüktür. Böylelikle ulusal stratejik alanlarda dış alım yasaklanmaktadır (Yuan ve Peeters, 2019:200-3).

Hindistan

Çin ile birlikte öne çıkan bir diğer Asya ülkesi, Hindistan'dır. Hindistan, Sputnik-1'in fırlatılmasını takiben, 1961 yılında Atom Enerjisi Kurumu'nu ardından da Hindistan Ulusal Uzay Araştırmaları Komitesi'ni kurarak, uzay alanındaki çalışmalarına başlamıştır. Komite, 1969 yılında Hindistan Uzay Araştırmaları Kurumu (ISRO)'na dönüşürken takip eden dönemde, 1972 yılında ülkenin 'uzay politikası'nın belirlenmesi sorumluluğunu üstlenen 'Uzay Komisyonu' ve 1983 yılında da 'Ulusal Uydu Sistemi' kurulmuştur (Leloğlu ve Gençay, 2012:9). Hindistan, Tejas adlı yerli askeri uçağın üretimi ve geliştirilmesi üzerinde çalışmalarını sürdürmektedir. Hatta bu amaçla, nükleer çalışmaları nedeniyle aralarında anlaşmazlıklar yaşanmasına rağmen, ABD ile stratejik işbirliği de yapmış, bu kapsamda Tejas'ı, GE'nin GE-404 motoru ile güçlendirilmiştir (Kumar vd., 2011:7).

Görüldüğü gibi Hindistan, ilk uzay yarışıyla birlikte, havacılık/uzay alanında çalışmaya başlamıştır. Japonya ve Çin'in gelişim modelini takip eden Hindistan zaman içerisinde yer gözlem, haberleşme, meteoroloji konularında uzay araştırma programlarına yatırım yapmış ve dünyanın yörüngesine erişmeyi garantilemek için kendi fırlatma teknolojisini geliştirme programını başlatmıştır (Leloğlu ve Gençay, 2012:10). Bu program neticesinde 1997 yılında hem **yerli bir fırlatma teknolojisi kullanarak** hem de **kendi topraklarından**

⁴³ Günümüzde GPS (ABD), Beidou (Çin), GLONASS (Rusya) ve Galileo (ESA) olmak üzere dört coğrafi konumlama sistemi bulunmaktadır.

⁴⁴ "China is building Beidou, a \$12 billion rival to the American-run GPS", <https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/china-is-building-beidou-a-12-billion-rival-to-the-american-run-gps>, (05.02.2020).

yaptığı fırlatmayla (Polar Uydu Fırlatma Aracı), küresel ölçekte varlığını belirgin bir şekilde ortaya koymuştur (Maga, 1997).⁴⁵

Hindistan uzay çalışmalarına başladığı ilk günden günümüze kadar geçen dönemde teknoloji geliştirme, gözlem, deneysel amaçlı haberleşme, uzaktan algılama, bilimsel amaçlı, sabit yörüngeli haberleşme uyduları geliştirmiştir. Bunun yanı sıra kendi fırlatma teknolojisine sahip olması, ülkeye uzay yarışında ayrı bir önem kazandırmaktadır.⁴⁶ Esasen 2000 yılına gelindiğinde Hindistan artık bir ‘başarı öyküsü’ şeklinde anılmaktadır. NASA’ya kıyasla mütevazı olan bütçesi göz önüne alındığında, Hindistan’ın uzay programlarında hatırı sayılır bir başarı elde ettiğini söylemek mümkündür (Solakoğlu ve Hassoy, 2007:57). Son dönemde de Hindistan, kutupsal uydu fırlatma araçları, Sabit Yörüngeli Uzay Roketi (GSLV), tek aşamada yörünge fırlatıcıları ve gezegenler arası uzay görevleri için gerekli teknolojileri geliştirme çalışmalarıyla dikkat çekmektedir. Hindistan, sayılı ülkenin sahip olduğu füze rampa ve fırlatma sistemleri teknolojilerini üretmiş olmasıyla ‘yeni’ uzay yarışında önemli bir aktör olarak ortaya çıkmaktadır.

Bugün Hindistan ve Çin, transfer ettikleri teknolojilerden kendi özgün teknolojilerini geliştirmeyi başararak, dünyanın önde gelen teknoloji üreticileri haline gelmişlerdir. Bu durum, Logsdon’ın değerlendirmesiyle de örtüşmektedir. Logsdon (2006:243), yakın gelecekte, kaçınılmaz bir şekilde, birkaç ülkenin teknolojik üstünlük açısından ABD’yi geçeceğine; Hindistan, Çin ve Japonya’nın ABD’den daha fazla bilim insanı ve mühendis istihdam edeceğine işaret etmektedir.

Özetle, havacılık ve uzay sanayinin gelişimi incelendiğinde, gerçekleşen teknoloji transferlerinin ve/veya bilgi alışverişinin, ülkelerin ulusal güvenliği ve uluslararası alandaki rekabet gücü üzerinde stratejik etkileri bulunduğu anlaşılmaktadır (King ve Nowack, 2003:303). II. Dünya Savaşı yılları, ülkelerin sahip olduğu teknolojik bilginin, coğrafyalar arasında yayıldığı bir dönemdir. Bu yayılmada, rekabet kadar ulusal güvenlik ve stratejik ortaklıklar etkili olmuştur. Başka bir deyişle, II. Dünya Savaşı sırasında Almanya’ya karşı diğer tüm ülkelerin teknolojik bilgi transferini içeren anlaşmalar yapmış olmaları, ülkelerin teknolojik kabiliyet ve kapasitelerini derinden etkilemiştir. Bununla birlikte, sınırlı sayıda ülkenin bu işbirliğinin bir parçası olması dikkat çekmektedir.

⁴⁵ Hindistan, teknoloji geliştirme amaçlı yaptığı ilk uydusunu (Aryabhata), 1975 yılında Sovyetler Birliği’nden fırlatarak, yörüngesine yerleştirmiştir.

⁴⁶ Hindistan, uydu fırlatma teknolojisini, Avrupa ve Rusya’dan transfer etmiştir.

Yukarıda da söz edildiği gibi II. Dünya Savaşı sonrası dönem, ABD ve Sovyetler Birliği arasındaki ‘uzay yarışı’ ile karakterize olan Soğuk Savaş adıyla anılmaktadır. Bu dönemde her iki ülke de özellikle havacılık ve uzay konularındaki çalışmalarına hız vermiştir. Her ne kadar havacılık/uzay teknolojilerinin gelişmesinde, ABD ile Sovyetler Birliği arasında süregelen bu yarış etkili olsa da söz konusu zaman dilimine yakından bakıldığında, bunun iki aktörle sürmeyeceği kısa sürede anlaşılmıştır. Başka bir deyişle, 1970’li yıllara gelmeden Japonya, Kanada ve ESA, uzay yarışının yeni aktörleri olarak belirmişlerdir.

Farklı ülkelerin havacılık/uzay teknolojilerinde kabiliyetlerini geliştirmesi ve 1970’li yıllarda yaşanan küresel ekonomik yeniden yapılanma neticesinde lisans altında imalât yoluyla havacılık sanayinde küresel değer zinciri oluşmaya başlamıştır. Bu durum, sanayide yeniden bir uluslararası işbirliği (ör. tedarik, Ar-Ge, imalât) ağının oluşmaya başladığının göstergesidir.⁴⁷

Özellikle 1980’li ve 1990’lı yıllarda ülkeler arasındaki bu ağ daha görünür bir hale gelmiştir. Soğuk Savaş’ın sona ermesinden sonra, hava savunma sistemleri alımında dünya çapında azalma yaşanmış, bu durum ABD, Avrupa ve Rusya’daki birçok üreticinin askeri ve sivil ürünler konusunda daha dengeli bir üretim stratejisi izlemesini beraberinde getirmiştir (Amir ve Weiss, 2019). Ayrıca uluslararası işbirliği eğilimi, ABD ile Rusya arasındaki yarışın niteliğini değiştirmiş ve 1990’lı yılların ortalarında uzay çalışmaları tarihinde ilk kez Soyuz TM-21 Projesi (Kunt, 1995; OECD, 2014; 2016) iki ülke tarafından ortaklaşa yürütülmüştür. 1990’lı yıllardaki bir diğer gelişme de Kanada Uzay Ajansı (CSA)’nın kurulmasıdır. Böylece Kanada da havacılık/uzay teknolojilerinin geliştirilmesindeki uluslararası işbirliğine katılmıştır. Bu aktörler arasındaki işbirliği, 1998 yılında fırlatılan Uluslararası Uzay İstasyonu’nun (ISS) imalât sürecinde açıkça görülmüştür.⁴⁸

⁴⁷ 20. yüzyılın ikinci yarısında kapitalist sistemin gelişim çizgisinde yaşanan ve küreselleşme olarak nitelenen kırılmanın, ‘iki kutuplu dünya anlayışı’ nı ortadan kaldırması, finans kapitalin uluslararası hareketi, ucuz emek arayışı ve taşeronlaşma, havacılık ve uzay sanayinde de geniş çaplı değişmeye yol açmıştır. Bu nedenle, havacılık ve uzay sanayinin durumu değerlendirilirken, küreselleşme öncesi ve sonrası stratejik yönelimler ve ekonomik eğilimler bakımından dikkate alınmalı, teknik işgücü meselesi değerlendirilirken bu arka plan göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle üretimin farklı ülkelere ve işgücüne dağıtılarak işbirliği (partnership) ve eşgüdüm adı altında taşeronlaşmanın yaygın hale geldiği görülmektedir.

⁴⁸ Bu işbirliği, aynı zamanda, havacılık ve uzay sanayindeki konsolidasyon eğiliminin, sanayinin ortaya çıktığı zamanlara kadar geri götürülebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla konsolidasyonun, sanayinin belirgin özelliklerinden biri olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Çünkü bugün de hava araçlarının yapımında, firmaların ‘uzmanlıkları’ doğrultusunda parça imalât konularında ‘iş/görev paylaşimleri’ yapılmaktadır. Bu konsolidasyon eğilimi hava ve uzay aracı imalâtının ‘sınırlı’ ölçeğiyle de ilişkilendirilebilir.

2000’li yıllarda ‘yeni gelen ülkeler (newcomers)’, teknoloji transferi ve teknolojik öğrenme yoluyla havacılık/uzay teknolojileri üzerine bilgi birikimlerini artırmış ve deneyimlerini geliştirmiştir. Böylelikle 21. yüzyılda uzay yarışının aktörleri sayıca artmıştır. Bu gruptaki ülkeler, Bilimsel Devrim, Aydınlanma ve Sanayi Devrimi’nden çok daha sonra teknolojik yenilik üretme aşamasına gelmişlerse de izledikleri plân ve programlar sonucunda, verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi oluşturabilmiş ve ‘yeni’ uzay yarışına dikkat çeken katkılar sağlamışlardır. Bu ülkeler arasında Çin, Hong Kong, Hindistan, İrlanda, İsrail, Singapur, G.Kore ve Tayvan gibi ‘hızlı büyüyen ekonomiler’ sayılabilecekse de (Bybee ve Fuchs, 2006:349) özellikle Çin ve Hindistan’ın eriştikleri ‘teknoloji sınırı’ ile öne çıktıkları görülmektedir.

Havacılık ve uzay sanayinin dünyada ortaya çıkışı ve gelişiminin ortaya konulmasının üzerine bir sonraki başlıkta Türkiye’de sanayinin nasıl doğduğu ve yap-boz-yap dizgesinin nasıl meydana geldiğine yer verilmektedir.

1.3.2. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)’nin Gelişimi: Yap-Boz-Yap Dizgesi

Türkiye’nin havacılık ve uzay sanayini geliştirme deneyimi kapsamında, sahip olduğu temel dinamiklere, uygulamalara ve tarihsel kesintilere ilişkin değerlendirmelere bu başlık altında yer verilmektedir. THUS’un geçmişinden gelen bilgi ve deneyimin bugüne taşınıp taşınmadığı, taşındıysa ne düzeyde taşındığı önemli bir konudur ve tezin, nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi için önerilen entegre eğitim işbirliği modelinin işlerliğinin sağlanabilmesinde de önemli bir yer tutmaktadır.

THUS’un geçmişinin bir yap-boz-yap dizgesi ile tanımlanması, tarihsel bir gerçeklikten doğmaktadır. Birinci ‘yap’ dönemi, Osmanlı Devleti’nin son döneminde başlayıp, Cumhuriyet döneminde devralınan hava aracı imalâtına dair farkındalıkla atılan sanayileşme adımları ile başlamıştır. ‘Boz’ dönemi, II. Dünya Savaşı’nın akabinde, çok partili hayata geçişle birlikte ne yazık ki yapılanlardan ve kazanımlardan vazgeçildiği bir dönem olarak tarihe geçmiştir. İkinci ‘yap’ dönemi ise ulusal bir havacılık ve uzay sanayine sahip olmanın öneminin *yeniden* fark edildiği 1970’li yılların ortalarında başlayan havacılık ve savunma alanında sanayileşme hamlesi ile günümüzde kadar devam eden bir dönemi kapsamaktadır.

Az sayıda tedarik miktarı ve proje/programın varlığı sadece birkaç firmayı ayakta tutmaya yetmektedir (King, 2006:3).

20. Yüzyılın İlk Yılları: ‘Yap’ Dönemi

Her ne kadar ilgili literatürde, 18 ve 19. yüzyılda Osmanlı İmparatorluğu’nda imalât sanayinin oluşturulması ve geliştirilmesi amacıyla birtakım yenilikçi adımlar atıldığına yer verilmekteyse de bunların daha ziyade askeri girişimlerle sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durum, Osmanlı İmparatorluğu’nun imalât altyapısının da sınırlı olmasını beraberinde getirmiş ve sonraki dönemlerde ‘geç kalmışlık’ diye nitelenen ve bir türlü içinden çıkılamayan süreci başlatmıştır. İmparatorluğun son dönemlerinde batıda yaşanan Sanayi Devrimi ve sanayileşmeyle elde edilen askeri, politik, ekonomik güç ‘geç’ de olsa fark edilmiştir. Ancak bu ‘geç kalmışlık’, her dönemde bilimsel, teknolojik, endüstriyel gelişme ve ilerlemenin önünde bir engel olarak kalmış, Cumhuriyet dönemi tarafından da *devralınan* önemli bir ‘zihniyet sorunu’na dönüşmüştür.

Havacılık alanındaki çalışmalar açısından bakıldığında, uçaklara keşif, saldırı ve savunma potansiyeli açısından ilgi duyulmuş ve aralarında Yüzbaşı Mustafa Kemal’in de bulunduğu bir Osmanlı askeri heyeti, 1910 yılında Fransa’da izledikleri manevralardan sonra gözlemlerini, Osmanlı Hava Kuvvetleri’nin kurulmasındaki zorunluğu vurgulayan bir raporla devletin üst makamlarına sunmuşlardır (Savcı, 2011:56). 1911 yılında kurulan Osmanlı Hava Kuvvetleri, I. Dünya Savaşı sırasında hızla genişlemiştir. Savaş başladığında Osmanlı Devleti’nin sadece 6 savaş uçağı ve 4 eğitim uçağı bulunmaktayken, 1916 yılında yaklaşık 90 uçak bulunduğu kaydedilmektedir. Osmanlı Devleti’nin artan uçak sayısı, Almanya ile arasındaki müttefik ilişkisiyle açıklanabilir. Savaş sırasında, Almanya’dan hem uçak hem insan kaynağı (ör. 1915 yılında Osmanlı Hava Kuvvetleri’ni yönetmek için Teğmen Erich Serno’nun görevlendirilmesi) desteğı alınmıştır. Bu desteğı karşın Osmanlı Devleti’nde havacılık anlamında neredeyse hiçbir şey olmadığı kaydedilmiştir (Akpınar, 2017:205; Williams, 2019).

Cumhuriyet’in ilan edilmesinin ardından sanayileşme, tam bağımsızlığın yolu olarak işaret edilmiştir. Bu doğrultuda, havacılık sanayinin kurulması konusundaki gayretler dikkat çekmektedir. Söz konusu dönemde, hem devlet eliyle hem de özel girişimler yoluyla havacılık sanayi oluşturulması yönünde adımlar atılmıştır.⁴⁹

⁴⁹ Bu yıllarda sadece devlet ve yerli girişimciler değil, yurt dışındaki firmaların da girişimleri söz konusudur. Örneğin, İtalyan AEI şirketi, 1920’li yıllarda Avrupa Yakası’nda (Büyükdere) deniz uçağı tesisi kurmuş ve yeni bir seyahat türü olarak deniz uçağı yolculukları gerçekleştirmeye başlamıştır (Yusufoğlu ve Kara Pilehvarian, 2017:251).

Türkiye’de, yeniden inşa döneminin koşul ve gerekliliklerinin yanı sıra ulusal politikaların belirlenmesinde tam bağımsızlık ilkesiyle hareket edilmesi doğrultusunda, Millî Savunma Bakanlığı tarafından Alman Junkers firması ile yapılan ve 15 Ağustos 1925 tarihinde imzalanan anlaşma neticesinde Tayyare ve Motor Türk Anonim Şirketi (TOMTAŞ^{50,51}) kurulmuştur (Bayrak, 1994; SSB, ‘Tarihçe’). Türkiye Cumhuriyeti’nin ilk uçak fabrikasının Alman menşeli bir firma ortaklığıyla kurulması, iki devletin I. Dünya Savaşı’ndaki müttefik olmalarıyla ilişkilendirilebilir. Junkers, TOMTAŞ ve Türk Tayyare Cemiyeti (TTaC)’nin taraf olduğu anlaşmanın ana maddeleri şu şekildedir:

- TOMTAŞ, Türk Hava Kuvvetleri’nin ihtiyacı olan her türlü uçağı, ve motoru imal edecek; tam revizyon yapacak,
- Kayseri iline uçak imal etmek üzere uçak fabrikası kurulacak ve her türlü makina teçhizatını Junkers firması karşılayacak,
- Eskişehir ilinde bir tesis kurularak uçakların ufak onarımları ve bakımları yapılacak,
- Şirket, Türkiye’de havayolu taşımacılığı ve işletmeciliğı yapacak, petrol arayacak,
- Fabrika ve tesisler en kısa sürede faaliyete geçecek (Bayrak, 1994).

Görüldüğü gibi Türkiye Cumhuriyeti’nin havacılık sanayi konusundaki sanayileşme hamlesi, doğrudan teknoloji transferine dayanmaktadır. Bununla birlikte, sanayinin kurulmasına yönelik ilk adımların atıldığı dönemde, ulusal havacılığın gelişiminin öncüsü olarak kabul edilebilecek ve ülkemizde havacılığın geliştirilmesi yoluyla hava savunma sanayine destek verilmesi amacıyla TTaC’nin kurulması önemli bir anlayışı temsil etmektedir (Dervişoğlu, 2011:45). Mustafa Kemal Atatürk’ün, “... *İstikbal göklerde dir; çünkü göklerini koruyamayan milletler yarınlarından asla emin olamazlar... Her işte olduğu gibi havacılıkta da en yüksek seviyede, gökte seni bekleyen yerini az zamanda dolduracaksın*” sözü, TTaC’nin 15 Mayıs 1925 tarihindeki açılış töreninde kaydedilmiştir (Akpınar, 2017:208).

Yukarıda söz edilen anlaşma hükümleri doğrultusunda, 1925 yılında Kayseri Uçak Fabrikası, 1926 yılında da Eskişehir Uçak Fabrikası kurulmuştur. Kayseri Uçak Fabrikası, 6 Ekim 1926 tarihinde resmen üretime başlamıştır. Ancak faaliyete geçmesinin üzerinden iki yıl geçtikten sonra, TOMTAŞ ile Junkers firması arasındaki anlaşmanın sona ermesiyle,

⁵⁰ SSB’nin yayınladığı “Tarihçe”de bu şirketin kısaltması “Tam-Taş” olarak yer alsa da, ilgili literatürde genellikle “TOMTAŞ” kısaltması kullanılmaktadır.

⁵¹ Türkiye Cumhuriyeti’nin ilk uçak fabrikasının Alman menşeli bir firma ortaklığıyla kurulması, iki devletin I. Dünya Savaşı’ndaki müttefikliğiyle ilişkilendirilebilir.

28 Mayıs 1928 tarihinde uçak üretimi durdurularak, fabrika kapatılmıştır. Junkers firması, fabrikadaki tüm hisselerini 520.000 Türk Lirası karşılığında TTaC'ye devretmiş, hem Türkiye'de hem de gümrük depolarında bulunan tüm lisanslarını, patentlerini, tezgâh, kalıp, uçak motor ve malzemelerini ve tesislerin tamamını Türk tarafına bırakmıştır. Bu tarihten itibaren fabrikada, bakım, onarım ve revizyon işleri sürdürülmüştür (DPT, 1967:535).

TTaC'nin, uçak ve motor üretimlerinin yanı sıra ulusal havacılığın gelişimindeki önemi büyüktür. Kayseri Uçak Fabrikası'nın kuruluş sermayesinin 125.000 Türk Lirası tutarındaki kısmının TTaC tarafından karşılanmış olması ve 3 Mayıs 1928 tarihinde fabrikanın faaliyetine son verildiğinde Junkers'e ait tüm hisselerin TTaC'ye devredilmesi bunu doğrulamaktadır (Tayhani, 2001:218-224).

Devlet eliyle yürüyen bu çalışmaların yanında hava aracı imalâtına yönelik kişisel çaba gösterenler de bulunmaktadır. Bu kişilerin başında Vecihi Hürkuş gelmektedir. Hürkuş, ilk Türk tipi uçak olan Vecihi K-6'yı 1924 yılında üretmiş ve bu yöndeki çalışmalarını 1930'lu yıllarda kişisel olarak devam ettirmiştir. İlk uçuşunu, iki kişilik tek motorlu, spor ve eğitim amaçlı, seyir sürati 140 km/saat olan Vecihi K-14 isimli uçakla İstanbul-Ankara arasında yaptığı bilinmektedir (Dervişoğlu, 2011:49).

1930'lu yıllarda hem devlet hem de girişimciler tarafından havacılık sanayi alanında yatırımlar devam etmektedir.⁵² Havacılık sanayinde özel girişimlerin varlığına bir diğer örnek de 1935 yılında, Nuri Demirağ'ın sermayesi ve Türkiye'nin ilk uçak mühendislerinden olan Selahaddin Reşit Alan'ın bilgisinin birleşmesinden doğan ortaklıkla kurulan Beşiktaş Etüt Atölyesi ile uçak fabrikasıdır. Nuri Demirağ'ın, havacılık sanayi oluşturulmasına yönelik bakış açısı, dönemin ulusal politikalarıyla uyumludur. Demirağ, havacılık alanında yatırım yapma kararı verdiğinde, yabancı lisanslarla uçak üretimi yapmanın kopyacılıktan başka bir şey olmadığını düşünmekte, lisansların sadece demode uçak tipleri için verildiğini, yeni modellerin ise sır gibi saklandığını ifade etmektedir.⁵³ Bu anlayışla Demirağ, Yeşilköy'de 1500 dönümlük bir arazi satın alarak, 'Gök Stadyumu' adıyla ilk sivil hava meydanını kurmuş ve bu alanda hangar, atölye ve Gök Okulu'nu kurarak, uçak üretimi ve havacılık eğitimi faaliyetlerini yürütmüştür (a.g.e.:92-7). Ayrıca

⁵² Ayrıca bu dönemde, özellikle İstanbul Üniversitesi'nde gerçekleştirilen Astronomi alanındaki çalışmalar da önem taşımaktadır. Bu çalışmalara, 2.2.1 başlığında yer verilmektedir.

⁵³ Bu düşüncelerin, söz konusu dönemin temel ilkelerinden olan tam bağımsızlık ile bağdaştığı görülmektedir.

Uçak Fabrikası'nda, lisansla Nu.D.36, Nu.D.38 tipi uçaklar inşa edildiği de kayıtlarda yer almaktadır.⁵⁴

Bu yıllarda devletin, hava aracı imalatına yönelik yeni bir girişim içinde olduğu görülmektedir. Etimesgut Uçak Fabrikası (EUF), 1930'lu yılların sonunda, Er'in (1987) ifadeleriyle *“tarihi gelişimin ve zorunluluğun sonuçlarından biri olarak”* doğmuştur. Çeşitli kaynaklarda EUF'un kuruluşunun, Türkkuşu Akköprü Planör Atölyesi'nin *“neredeyse bir fabrika ayarında üretim kapasitesine erişmesi”* ile ilişkilendirildiği de görülmektedir.⁵⁵ EUF'un kuruluşu, *“milletin kanatlanma arzusuna, yurt ekonomisinin çıkarlarına ve en nihayetinde havacılığımızın tarihi gelişimine uygun düşmektedir”* diyen Er (1987), bu düşüncelerini yaptığı maliyet hesabıyla da desteklemektedir:

“... ihtiyacımız bulunan o zamanki uçakların maliyetinde; malzemenin değeri, %10, işçilik %38, proje sürveyans ve genel masraflar %52 civarında idi. Bu durumda bütün ham ve yardımcı malzeme, motor vs. ithal edilse dahi, uçak değerinin %93'ü memlekette kalacaktı”.

1939-1940 yıllarında EUF'un inşaatı tamamlanmıştır. THUS'un ilk büyük girişimi olarak kabul edilen EUF, patenti İngiltere'den alınan Miles M.14A Magister uçağının imalatı amacıyla Türk Hava Kurumu (THK⁵⁶) tarafından kurulmuştur.



Resim-1 Etimesgut Uçak Fabrikası (EUF), Ankara (A.Glass Arşivi)
Kaynak: Baş, 2014:38.

EUF, her ne kadar patent altında imalat ve revizyon amacıyla kurulmuşsa da önemli özellikleri arasında, tamamı yerli tasarım uçaklar geliştirmek üzere bir etüt bürosunu içermesi bulunmaktadır. EUF'da 21 kişilik bir ekip⁵⁷ tarafından, 1944 yılının ilk yarısına kadar yapılan denemelerin sayısı 45.000 parçayı geçmiş, 1952 yılına kadar 12'si sonuçlandırılan 16 tip uçak tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bu süreçte, 126 adet Türk tasarımı uçak üretilmiştir (Tayhani, 2001:236; TMMOB, 2015).

⁵⁴ Bu dönemde üretilen uçak örnekleri için bkz. EK-2.

⁵⁵ Türkkuşu Planör Atölyesi, 1938-1939 yılları arasında, 150 planör inşa etmiş ve bu durum, EUF'un kurulmasını olumlu yönde etkilemiştir.

⁵⁶ Türk Tayyare Cemiyeti (TTaC) 1935 yılında Türk Hava Kurumu (THK) adını almıştır.

⁵⁷ Söz konusu ekip, 6 yüksek mühendis, 4 mühendis ve 11 teknik ressamdan oluşmaktadır.

EUF, hava aracı imalâtı çalışmalarında ihtiyaç duyulan alanlardaki teknoloji yatırımlarına da öncülük etmektedir. Örneğin Ankara Rüzgâr Tüneli (ART), EUF’da tasarımı yapılan planör, uçak gibi hava araçlarının ön testlerinin yapılmasında yaşanan güçlüklerden doğmuştur (Yavuz, 2016). Fabrikalara benzer şekilde ART de, bir teknoloji transferi örneğidir. İngiliz Holst firması ile yapılan görüşmelerin olumlu sonuçlanmasının ardından, 1944 yılında imzalanan sözleşme uyarınca yapımı için gereken donanım, malzeme ve çizimler İngiltere’den alınarak, 1947 yılında ART’nin inşaatına başlanmıştır (Yalçın, 2013:159). Aynı dönemde, ülkemizdeki ilk uçak motor fabrikası olan Gazi Uçak Motor Fabrikası’nın kuruluş çalışmalarına da başlanmıştır.

1950-1960: ‘Boz’ Dönemi

II. Dünya Savaşı’nı takip eden yıllarda, ulusal bir imalât ve test altyapısının gelişmesine kaynaklık eden EUF, 1950’li yılların başında uçak imalâtını durdurmuştur. Bunun gerekçesine ilişkin Er (1979:66-7), “‘Size parayla sipariş vermem, zira Amerikalılar bedava uçak motoru veriyor. Bu millet sonra beni asar’ diyerek bizi geri çevirdi” sözleriyle Orgeneral Zeki Doğan’ı işaret etmektedir. Ayrıca dönemin Başbakanı Şemsettin Günaltay’ın konuşması da EUF’un faaliyetlerini ‘durdurması’ konusunda açıklayıcıdır:

“Türk Hava Kurumu’nun esas görevi pilot yetiştirmektir. Kaldı ki gereken askeri ve sivil eğitim uçakları, Hava Kuvvetlerinin ihtiyacı olan ileri eğitim, avcı, bombardıman ve nakliye uçakları ile hava yollarının ihtiyacını karşılayacak uçaklar Amerikan yardımı ile gelmektedir. Ayrıca uçak fabrikasına ayıracak para da yok! (Orbay, 2009:41)”.

1945 yılından kapandığı zamana kadar EUF’da mühendis olarak çalışan Zafer Orbay da söz konusu süreçte yaşananları şu şekilde ifade etmektedir:

“Fabrikamızda uçak yapımına son verilmesi ile biz mühendisler, teknisyenler ve tüm çalışanlarımız büyük hayal kırıklığına uğradık. Seçimlerde Demokrat Parti çoğunluğu elde edince fabrikada yeniden bir ümit belirdi! Bizler fabrikanın, iskelet bir kadro ile senede bir prototip yapacağına, ayrıca endüstrimize yardımcı olacak makine ve yedek parçaları üreterek hayatta kalabileceğine inanıyorduk. Bu ümitle fabrikanın Başmühendisi ile 5 mühendis arkadaş Cumhurbaşkanı Celal Bayar’ı ziyaret ettiler ve isteklerini dile getirmeye çalıştılar. Cumhurbaşkanımız kısaca, “kökü çürümüş br ağacın güzide meyvelerisiniz, maalesef etrafa saçıldınız. Benim yapabileceğim bir şey yok” demekle yetindi! Birçok kademeye başvuruldu, Hava Kuvvetleri Komutanı fabrikamızı ziyaret etti ve üzüntüsünü bizimle paylaştı ama yapacak bir şey kalmamıştı (Orbay, 2009: 42)”.

1950’li yılların hemen başında, Türkiye’de hava aracı imalâtından vazgeçildiği ve bu alandaki ihtiyacın, ekonomik yardım çerçevesinde ABD’den alınan uçak ve motorlarla karşılanması yoluna gidildiği görülmektedir. Buna karşın, söz konusu dönemde Türkiye’nin ‘yardım’ olarak gönderilen uçakların dengi olan uçakları üretebilecek bir teknolojik kabiliyet ve kapasiteye sahip olduğu dikkat çekmektedir. Örneğin, Amerikan Lockheed şirketinden alınan jet uçaklarının silahlı kuvvetler envanterine girdiği yıllarda, THK-16

Mehmetçik isimli jet tasarımının, EUF’da geliştirilmekte olduğunun bilinmesinde fayda bulunmaktadır (SSB, “*Tarihçe*”; TMMOB, 2015). Sonuç itibariyle, THK-5A hafif nakliye uçağı üretimi gerçekleştirerek, söz konusu uçağın ambulans versiyonunu Danimarka’ya ihraç eden EUF, ne yazık ki tasarım ve yerli imalâtı bırakarak, Makina ve Kimya Endüstrisi Kurumu (MKEK)’na devredilmiştir. EUF ile eşgüdümlü çalışması amacıyla kurulan, Gazi Motor Fabrikası da, 1954 yılında traktör fabrikasına dönüşmüştür (Yalçın, 2013:159).

1970’lerden Günümüze: ‘Yap’ Dönemi

1970’li yıllarda yaşanan gelişmeler, ulusal bir havacılık sanayine sahip olmanın bir tercih değil zorunluluk olduğunu göstermiştir. Bu yıllarda THUS’un, savunma sanayi merkezli bir şekilde yeniden inşa edildiğı görülmektedir. Dolayısıyla havacılık konulu faaliyetler de askeri bir çerçevede sürdürülmüştür. Çünkü Türkiye’yi Kıbrıs Barış Harekâtına götüren süreçte maruz kalınan askeri ambargo tehdidi (1964) ve Harekât sonrasındaki ambargo uygulaması (1975), ulusal bir sanayinin varlığının önemini ve gereğini açıkça ortaya koymuştur.

Bu süreçte, ulusal savunma ihtiyaçlarının karşılanmasında diğer ülkelere mutlak bağımlı hale gelmesinin sakıncaları kuşkuyla yer bırakmayacak şekilde gözler önüne serilmiştir. Kıbrıs Barış Harekâtı sonrasında uygulanan ambargoya gösterilen ulusal tepki sonucu Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı (TSKGV) ile bugün de faaliyetlerine devam etmekte olan, TUSAŞ⁵⁸ (1973), ASELSAN (1975), HAVELSAN (1982), TAI (1984), TEI (1985), ROKETSAN (1988) kurulmuştur (Özelçi Eceral, 2017:92).^{59,60}

⁵⁸ TUSAŞ (Türk Uçak Sanayii Anonim Ortaklığı), Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından kurulmuş, 1984 yılında F-16 savaş uçağının üretimi amacıyla 25 yıllık süre için ABD ile birlikte kurulan Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. (Turkish Aerospace Industries [TAI])’nin hisselerinin bu süre dolmadan (2005 yılında) Türk hissedarlar tarafından alınması sonrasında, bu şirketle birleşmek suretiyle, TUSAŞ–Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. adıyla yeniden yapılandırılmıştır (Bingöl ve Varlık, 2015:54).

⁵⁹ 1970’li yıllarla birlikte başlayan bir kuruluş süreci olsa da, Türkiye’deki harp sanayinde faaliyet göstermekte olan bu öncü firmaların temeli, Cumhuriyet döneminin askeri fabrikalarına dayanmaktadır (Savcı, 2011:59). Ayrıca bu firmaların, salt havacılık alanında değil, kara ve deniz alanlarında da çalışmalar sürdürdükleri göz önüne alınmalıdır.

⁶⁰ Bu firmalar, yabancı ortaklı kurulmuş olup, 2000’li yıllarda yabancı sermaye payları TSKGV ile SSM tarafından devralınmıştır (a.g.m.). Bu şirketlerin tamamında en büyük hisse oranı sahibi, TSKGV’dir. Örneğin ASELSAN’da %74,2, TUSAŞ’da %54,5, ROKETSAN’da %55,3 ve HAVELSAN’da %99,5 hisse payı bulunmaktadır. Vakıf, gelirlerinin %80’ini “*millî harp sanayinin geliştirilmesi, yeni harp sanayi dallarının kurulması, ... TSK’nın savaş gücünün artırılmasına katkıda bulunmak üzere*” kullanmaktadır (bkz. tskgv.org.tr/tr/Sss).

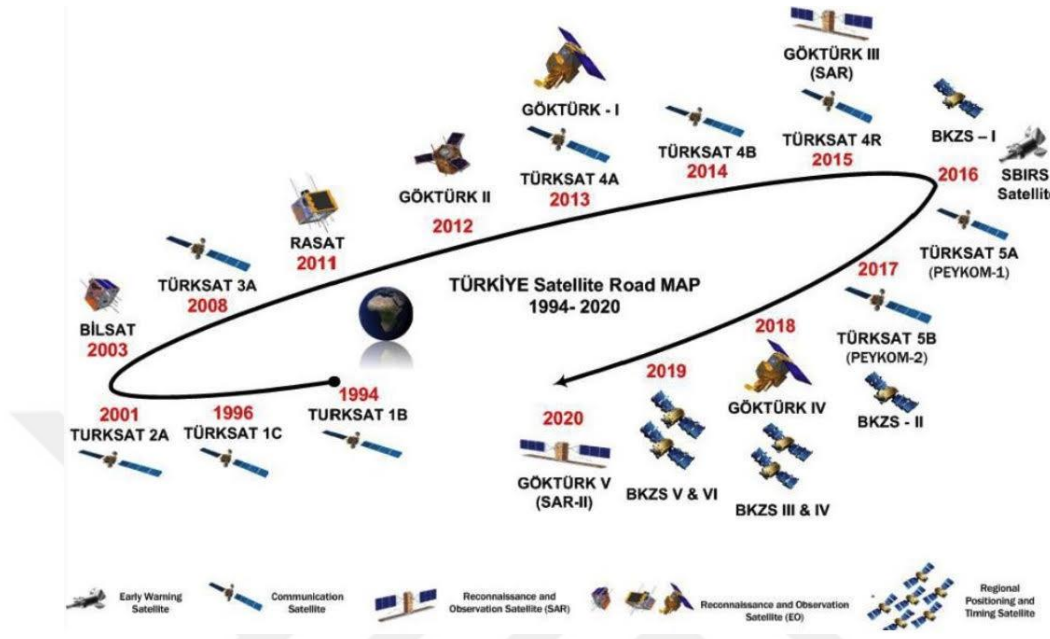
Ülkenin yerli imalât kabiliyeti gelişmeye devam etmişse de⁶¹, 1980’li yıllar Türkiye’nin daha çok ‘patent altında imalât’ yoluyla teknolojik öğrenme yıllarıdır. Bu yıllarda, ülkenin kendi siparişi olan F-16’ların Türkiye’de üretilmesini sağlayacak teknolojik altyapı kurulmuş ve imalât sürdürülmüştür. Bu dönemde küreselleşmenin de etkisiyle Türkiye, uluslararası imalât zincirinde taşeron olarak yer almaktan kaçamamıştır. Bu olguya rağmen, 1990’lı yıllarda havacılık sanayinde yerleşme eğilimi, Zirai İlaçlama Uçağı (ZİU) Projesi’yle yeniden canlanmıştır.

Bu yıllarda, uzay ilk kez bir Türk hükümetinin gündemine girmiş ve böylelikle Türkiye’de hava aracı imalâtının yanı sıra uzayla ilgili faaliyetlere de başlanmıştır. Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK) tarafından 3 Şubat 1993 tarihinde kabul edilen “*Türkiye Bilim ve Teknoloji Politikası 1993-2003*” belgesinde uzay konusuna yer verilmiş ve bu alanda yapılacak çalışmaların TÜBİTAK’ın sorumluluğunda ilerlemesinde karar kılınmıştır (Özalp, 2009a:225). Türkiye’deki uzay çalışmalarında, 1990’lı yılları öne çıkaran bir diğer gelişme de, uluslararası işbirlikleri yoluyla gerçekleşen ‘teknolojik öğrenme’dir. Bu konudaki ilk işbirliği, Fransa ile Türkiye arasında, TÜRKSAT uydularının yapımı ve fırlatılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Türkiye’nin uzay (uydu) çalışmalarının, 1994 yılında, Türksat 1B Uydusu’yla başladığı kabul edilmektedir (bkz. Şekil-4). Türksat 1C Uydusu (1996)’yla birlikte de Türkiye’de bu alanla ilgili teknolojilerin Ar-Ge çalışmalarına merak uyanmıştır (Aşkar ve Tekinalp, 2000).

2000’li yılların başında, kamusal politika belgelerinde havacılık ve uzay, kalkınmada öncelikli alanlar arasında yer almıştır. Daha önce de değinildiği gibi, kamusal plân, programlar ile politika belgeleri, bir ülkedeki ulusal havacılık/uzay alanındaki çalışmaların yönünün belirlenmesinde önem taşımaktadır. Bu kapsamda, Türkiye’nin ilk teknoloji öngörü çalışması olan ve stratejik alanların ulusal çerçevede belirlendiği **Vizyon 2023 Belgesi** öne çıkmaktadır. Belgede THUS’un hedefi, “*küresel düzeyde ülke çıkarlarının korunmasını gözetken ve ulusal güvenlik gereksinimlerini karşılayan sistem ve teknolojileri özgün olarak araştırıp geliştirerek ve üreterek, bu sistem ve teknoloji alanlarında dünya ölçeğinde rekabet, işbirliği veya karşılıklı bağımlılık gücü yaratmak; ülkenin BT düzeyinin gelişmesinde öncü rol oynayan, toplumsal refaha katkısı tartışılmaz bir ulusal savunma,*

⁶¹ 1978 yılında [Kayseri Uçak] Fabrika[sı]nın imkân ve kabiliyetlerini görebilmek amacıyla başlatılan Mavi Işık [Eğitim Uçağı] Projesi başarılı olmuş ve üretime ara verildikten yaklaşık 40 yıl sonra burada yeniden uçak üretilebileceği görülmüştür (Yalçın, 2010:586). Ancak uçağın seri imalâtına geçilmemiştir.

havacılık ve uzay sanayine sahip olmak” şeklinde ifade edilmektedir (TÜBİTAK, 2004:10).⁶²



Şekil-4 Türkiye'nin Uydu Yol Haritası

Kaynak: Dede, 2013:53.

Vizyon 2023, hem Türkiye'nin ilk teknoloji öngörü çalışması olması hem de özellikle havacılık ve uzay sanayini kalkınmada öncelikli alanlar arasında işaret etmiş olması bakımından önemli görülmektedir.

Türkiye'de uzay konusu, 1990'lı yıllarla birlikte gündeme gelmişse de bu alandaki çalışmalarda, 2000'li yıllar milât niteliğindedir. Surrey Uydu Teknolojisi Şirketi (SSTL) ile yapılan işbirliği yoluyla küçük uydu teknolojisinin Türkiye'ye transferi hedeflenmiş, bu işbirliğinin sonucunda 2003 yılında BİLSAT Projesi gerçekleştirilmiştir. BİLSAT Projesi kapsamında küçük uydu tasarım ve imalatı için gerekli altyapı (ör. temiz oda, test laboratuvarları, tasarım ofisi) da oluşturulmuştur. Türkiye bu yıllarda Avrupa'da süren uzay çalışmalarına entegre olma yönünde de hareket etmiş, ESA ile TÜBİTAK arasında 2004 yılında uzayın barışçıl amaçlarla keşfi ve kullanımı konusunda işbirliği anlaşması imzalanmıştır. Ayrıca, 2006 yılında, Asya-Pasifik Uzay İşbirliği Organizasyonu (APSCO)'nun kurucu ülkelerinden biri olarak uzay çalışmalarında, Asya Pasifik ülkeleriyle işbirliği adımı atılmıştır (Özalp, 2009a:225-232).

⁶² Vizyon 2023'ü destekleyecek sosyoekonomik hedefler arasında yer alan 'dünya ölçeğinde rekabet gücünün kazanılması' hedefi ile havacılık ve uzay sistem ve teknolojilerinin geliştirilme yeteneğinin birlikte ele alınması, güncel bakış açısının anlaşılması yönünden tez için önemli görülmüştür.

Türkiye zaman içerisinde kazandığı deneyim ve oluşan ulusal koordinasyon sonucunda, 2011 yılında RASAT Uydusu'nu yapmıştır. TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK UZAY) tarafından yapılan RASAT, tasarım ve imalatı Türkiye'de gerçekleşen ilk yer gözlem uydusudur. Uydu teknolojilerindeki birikim, Göktürk-2 Uydusu ile devam etmiştir (Kalkan, 2019:81). BİLSAT, bir teknoloji transfer veya teknolojik öğrenme projesi iken, RASAT ve Göktürk-2 uydusu, bu öğrenmeyle erişilen ulusal tasarım ve imalat kabiliyetinin sonucudur (Gençay, 2009; Özalp, 2009b; Çoban, 2016:101).

Günümüzde süren uzay çalışmalarında, haberleşme ve yer gözlem uyduları geliştirilmesine odaklanılmaktadır. Türkiye'nin uzay çalışmaları; millî haberleşme uydularının tasarlanması, bölgesel konum ve zamanlama uydularının geliştirilmesi faaliyetlerini de içerecek şekilde genişlemektedir. Aynı zamanda, uzaya erişim yeteneği kazanılması da hedeflenmektedir (Aslan, 2014). Son yıllarda, uzay alanında atılan en önemli stratejik adımların başında, Türkiye Uzay Ajansı (TUA)'nın kurulması gelmektedir.⁶³ TUA, 13 Aralık 2018 tarihli ve 30624 sayılı Resmî Gazete'de yayınlanan Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi'yle, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (STB)'na bağlı olarak kurulmuştur. TUA'nın kurulmasının ardından, Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (UAB) bünyesinde faaliyetlerine devam eden Havacılık ve Uzay Teknolojileri Genel Müdürlüğü (HUTGM), TUA'ya devredilerek, kapatılmıştır. 2019 yılının Ağustos ayında TUA'nın başkanı ve yönetim kurulu üyeleri belirlenmiştir.

THUS'un mevcut görünümüne bakıldığında, 1980'li yıllarda başlayan lisans altında imalat ve tedarik rolünün bugün de öne çıktığı görülmektedir. Örneğin, TUSAŞ 2019 yılında 'orijinal parça imalatçıları (OEMs)' arasında 13. sıradadır (bkz. Tablo-1). Bununla birlikte, THUS'da uluslararası tedarik zincirinin bir parçası olarak orijinal parça imalatının yanı sıra 2000'li yıllarda başlayan özgün tasarım ve imalat yönünde çalışmalar da sürdürülmektedir. Özellikle insansız hava aracı (İHA⁶⁴), helikopter, eğitim uçağı gibi platform ve hava aracı motoru gibi ana sistem konularında yerli üretim adımları atılmaktadır. Bununla birlikte, savunma sanayi firmalarında devam eden havacılık/uzay çalışmaları, ulusal bir teknoloji kapasitesi yaratma ve teknoloji kabiliyeti geliştirmeye odaklanılmaktadır. Geline aşamada,

⁶³ Bu gelişmenin öncesinde de Türkiye'de uzay çalışmaları kamu kurumlarının destek ve teşvikiyle sürdürülmüştür. Bu dönemde, TÜBİTAK UZAY, bir anlamda, uzay ajansı vasfıyla çalışmıştır. TÜBİTAK UZAY ile birlikte, STB, HUTGM, SSB, Savunma Teknolojileri Mühendislik A.Ş. (STM) gibi kamu kurumları tarafından çalışmalar yürütülmüştür.

⁶⁴ Anlaşılabilirliğin sağlanması amacıyla İHA ifadesi kullanılmışsa da, insansız hava araçlarının giderek daha yaygın bir şekilde "UAV (unmanned air vehicle)" olarak kısaltıldığı görülmektedir.

havacılık/uzay alanında yürütülen çalışmalar, nihai ürüne dönüşmektedir. Türkiye ileri teknoloji kullanarak ürün tasarlama, prototip geliştirme ve test altyapısı oluşturmadaki önemli adımlarını (ör. Millî Muharip Uçak, Hürjet, Akıncı [ucav], Space Launch Vehicle [SLV], ODTÜ-Rüzgem Büyük Rüzgâr Tüneli [BRT]) başarıyla tamamlamıştır. Bu adımlar içerisinde BRT Projesi'ne ayrıca önem atfedilmektedir. Çünkü BRT'nin yalnızca havacılık ve ilgili konulardaki çalışmaların değil, otomotiv, inşaat gibi sanayilerin de test ihtiyacını karşılayabilecek kapasitede olduğu vurgulanmaktadır (Perçin ve Uzol, 2019). Bu durum, THUS'un test altyapısındaki gelişmenin, ulusal imalât sanayi altyapısının gelişmesine katkı sağladığı gerçeğini doğrulamaktadır. Bununla birlikte, *Araştırmanın Bulguları* kısmında da ortaya konulduğu gibi (bkz. s.225) yerli test altyapısına sahip olma özellikle yurt dışındaki test altyapılarında yaşanan/yaşanması muhtemel olan sanayi casusluğunun önlenmesi ve yerli tasarım ve ürünlerin korunması anlamına da gelmektedir.

Tablo-1 Satış Büyümesine Göre İlk 20 Orijinal Parça İmalâtçısı (OEMs)-2019			
No.	Firma	Ülke	Satış büyümesi (%)
1	KAI	G.Kore	34
2	Sonaca	Belçika	32
3	Safran	Fransa	32
4	Rockwell Collins	ABD	27
5	Heroux-Devtek	Kanada	25,2
6	Recaro	Almanya	22
7	Astronics	ABD	21,4
8	Ball	ABD	20,7
9	Garmin	ABD	20,4
10	Heico	ABD	17,9
11	CAE	Kanada	17,5
12	MTU Aero Engines	Almanya	17,2
13	TUSAŞ	Türkiye	17,1
14	Amphenol	ABD	17
15	UTC Aerospace Systems	ABD	16,8
16	Woodward	ABD	16
17	Northrop Grumman	ABD	15,7
18	Elbit	İsrail	15,6
19	Figeac Aero	Fransa	15,5
20	Ducommun	ABD	15,2

Kaynak: Morrison, 2019:34'den uyarlanmıştır.

Ar-Ge ve teknoloji geliştirmeye dayanan bu ulusal sanayi oluşturma çabası, kamu kurumları tarafından da desteklenmekte ve teşvik edilmektedir. SSB'nin 2017 yılında hazırladığı "*Savunma ve Havacılık Sanayii Yatırımlarında Yararlanılabilecek Devlet Destekleri ve Teşvik Programları*" başlıklı dokümanda tüm teşvik ve destek mekanizmalarına detaylarıyla yer verilmektedir.

Doküman incelendiğinde, SSB (raporda SSM) başta olmak üzere Ticaret Bakanlığı (raporda Ekonomi Bakanlığı), Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı (raporda Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı), Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (raporda Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme Başkanlığı (KOSGEB), Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), Türkiye İş Kurumu (İŞKUR), Kredi Garanti Fonu, Kalkınma Ajansları ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) tarafından sunulan destek ve teşviklerin bulunduğu görülmektedir (bkz. Tablo-2).

Dokümanda yer alan kurum ve kuruluşlara dikkat edildiğinde, vurgulanması gereken hassas nokta, devlet erkini tasarruf eden hükümetlerin kurumsallaşma sıkıntısı yaşıyor olmalarıdır. Kurumlar, adları sıklıkla değiştirildiği gibi, yetki ve sorumluluk bakımından da sürekli farklı üst birimlere bağlanmakta, daire ya da başkanlıklar olarak deneyim, belgeleme, performans ve hafıza açısından kayıplar yaşamaktadır. Bu konu, BT ve sanayi bakımından sürdürülebilir özellikte olmayan zayıf bir ekosistemin varlığını ortaya koyma bağlamında önemli olup, tezin, teknik işgücü yetiştirilmesi sorununa yaklaşımında dikkate alınmaktadır.

Sonuç olarak, THUS'da yerli ve millî vurgusu ile devletin öncü rolünün egemen olduğu görülmekte, yenilikçi çalışmaların koordinasyonunda da SSB öne çıkmaktadır. Bilindiği üzere SSB, savunma sanayi ve teknolojileri konu alan projelerin merkezi bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Ancak daha önce de vurgulandığı gibi savunma sanayinin bir parçası olan askeri havacılık/uzay çalışmaları, havacılık/uzay çalışmalarının yalnızca bir kısmını oluşturmaktadır. Havacılık ve uzay sanayi ekosistemi, çok daha geniş ve çeşitli bir yapıyı işaret etmektedir. Türkiye'de bu çeşitliliğin sağlanamaması, imalât sanayinin tamamını besleyen, verimli bir havacılık ve uzay sanayinin oluşturulamamasının da gerekçeleri arasındadır.

Tablo-2 Savunma ve Havacılık Sanayi Yatırımlarında Yararlanılabilecek Devlet Destekleri ve Teşvik Programları

Teşvik/Destek Veren Kurum/Kuruluşlar												
Teşvik/Destek Adı	SSB	Ticaret Bakanlığı	STB	TÜBİTAK	Türk Eximbank	Kredi Garanti Fonu	UAB	KOSGEB	TTGV	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	İŞKUR	Kalkınma Ajansları
Yatırım Teşviki/ Desteği		√	√	√	√							
KOBİ Destekleri		√	√	√	√	√	√	√				√
Yüksek Teknolojili Ürün Destekleri	√	√	√	√					√			
Kredi Desteği	√				√	√		√				√
Ar-Ge Desteği	√	√	√	√			√	√	√	√		
Genel Destekler		√						√				√
İstihdam Teşviki/ Desteği		√						√			√	
Enerji Verimliliği İle İlgili Destekler								√		√		

Tablo-2 (devamı)

Teşvik/Destek Veren Kurum/Kuruluşlar												
Teşvik/Destek Adı	SSB	Ticaret Bakanlığı	STB	TÜBİTAK	Türk Eximbank	Kredi Garanti Fonu	UAB	KOSGEB	TTGV	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı	İŞKUR	Kalkınma Ajansları
Bina/İnşaat/Emlak İle İlgili Destekler			√									
Laboratuvar Hizmetleri Destekleri				√				√				
İşbirliği Destekleri		√	√	√				√				
Uluslararası İşbirliklerine Katılımı Özendirmeye Yönelik Destekler				√								
Patent Desteği				√								
Sanayi Katılımı/Offset	√											

Kaynak: SSM, 2017

Ayrıca, havacılık ve uzay sanayinin bu alanda yapılan bilimsel çalışmalardan beslenerek ilerleme kaydettiği açıktır. Bu doğrultuda sanayi, her zaman araştırma kurumlarını desteklemekte ve gelişmelerine katkı sunmaktadır. Böylelikle kendi bünyesinde gerçekleştiremediği temel bilim araştırmalarının sürdürülmesini sağlamakta ve araştırma sonuçlarını pratikte kullanarak sanayiye aktarmaktadır. Bu durum, Türkiye’de de gözlenmektedir. Üniversiteler ile sanayi kuruluşları arasındaki işbirliğine verilen önem artmakla birlikte, verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin yaratılması için sadece bu iki aktörün değil ekosistemin tüm aktörlerinin eşgüdümüne dayanan yapılara ihtiyaç duyulduğu da açıktır.

Bu gelişmelerle uyumlu olarak, THUS’un içinde bulunduğu zamanın trend(ler)ini yakaladığı, ancak uzay çalışmaları bakımından geç kaldığı söylenebilir. Çünkü, Türkiye ancak 2000’li yıllara gelindiğinde, uzay çalışmalarını gündemine almış, AB’ye uyum süreci bağlamında uzay çalışmalarına ilişkin politika üretmeye ve bu çalışmalara kaynak ayırmaya başlamıştır. Burada tekrar vurgulamak gerekir ki THUS’un geçmişten günümüze yarıda bırakma ile karakterize olarak nitelenmesi, kurumsal güven duygusunu da zedelemektedir (Savcı, 2011). Başka bir deyişle, gerek eğitim gerekse imalât konularında zamana ve zamanın teknoloji seviyesine uygun adımlar atılsa bile bu adımların, —sürekliliği sağlanamadığı için— tarihin içinde kaybolması, bundan dolayı da her yeni adımda sıfırdan başlamak zorunda kalınması bir kısır döngü halini almıştır.⁶⁵

Dünya ve Türkiye ölçeğinde havacılık ve uzay sanayine yönelik değerlendirmelerin üzerine, bir sonraki başlıkta, dünya ve Türkiye açısından havacılık ve uzay sanayinin gelecek eğilimleri ele alınmaktadır. Böylelikle, sanayinin kapsayıcı bir yaklaşımla irdelenmesi hedeflenmektedir.

1.3.3. Dünyada ve Türkiye’de Havacılık ve Uzay Sanayinde Güncel Eğilimler

Dünyada ve Türkiye’de havacılık ve uzay sanayinin ortaya çıkışı, gelişimi ile mevcut durumuna ilişkin bilgilerin üzerine, bu alt başlıkta sanayide öne çıkan güncel eğilimlerin ortaya konulması gerekli görülmüştür. Çünkü bu eğilimler, hem küresel hem ulusal düzeyde havacılık ve uzay sanayinde teknolojik gelişme, nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi ve istihdamı konularının anlaşılması bakımından önemli bir arka plan oluşturmaktadır.

⁶⁵ THUS’un nitelikli teknik işgücüne ilişkin bilgi ve değerlendirmeler, Bölüm 2.3.’de yer almaktadır.

21. yüzyılda havacılık ve uzay sanayinin öne çıkan eğilimleri, *süregelen* ve *yeni* eğilimler olmak üzere iki kısımda incelenebilir. Süregelen eğilimler; ‘işbirliği (ulusal ve uluslararası) ve firma birleşmeleri’, ‘kümelenme/akıllı uzmanlaşma’ ile ‘nitelikli teknik işgücü göçü’ şeklinde sıralanırken; yeni eğilimler; ‘havacılık ve uzay teknolojilerine özel yatırımların artması, uzayın ticarileşmesi’, ‘uzay araçlarının minyatürizasyonu’, ‘yeni imalât yöntemleri (ör. katmanlı imalât) ve malzemelerin kullanılması’ olarak belirmektedir.

Süregelen Eğilimler

İşbirliği (Ulusal ve Uluslararası) ve Firma Birleşmeleri

Havacılık ve uzay sanayinin küresel ölçekte ilk ve en belirgin eğiliminin **işbirliği** olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Hemen tüm ülkelerin havacılık sanayinin gelişim süreci izlendiğinde, tamamında ulusal aktörlerin hem kendi aralarında hem de uluslararası ‘stratejik’ ortaklıklar şeklinde gelişen işbirliğine açık oldukları görülmektedir.

Bu eğilim ulusal ölçekte incelendiğinde, UYS aktörlerinin bir araya gelmesiyle yeni yapıların ve işbirliklerinin (ör. araştırma merkezleri, teknoparklar) ortaya çıktığı ve geliştiği görülmektedir. Burada özellikle temel ve uygulamalı araştırmalar yoluyla eğitim ile sanayiye bir araya getiren yapılar önem taşımaktadır. Surrey Üniversitesi ile Airbus Savunma ve Uzay’ın birlikteliğiyle kurulan SSTL, üniversite ile sanayi arasındaki etkileşimin ve ‘birlikte öğrenme’nin önemli bir örneğidir.

Bu ulusal işbirliğinde devlet ile sanayi sektörü aktörleri arasında da yakınlaşma olduğu, kamu araştırma kurumlarının da birtakım araştırmalarını özel şirketlerle beraber sürdürme eğilimi sergilediği görülmektedir. Örneğin NASA Genel Merkezi Bilgi Teknolojisi ve İletişim Bölümü ile Booz Allen firması arasında, yenilik ekosistemini geliştirmek amacıyla ortaklık kurulmuştur (Thompson vd, 2012). Yine Lockheed Martin ile ABD Hava Kuvvetleri’nin ortaklığıyla geliştirilen Space Fence adlı radar sistemi, özel sektör ile devlet işbirliğine örnek teşkil etmektedir. Benzer yapı ve ilişkiler İtalya, Hollanda gibi Avrupa ülkelerinde ve Çin, Japonya gibi Asya-Pasifik ülkelerinde de gözlenmektedir. Bu işbirliklerinin önemi, araştırma konularını bir araya getirmesinden kaynaklanmaktadır.

Ulusal işbirliği gibi uluslararası işbirliği de aktörlerin karşılıklı öğrenmesi ve kaynakların etkin kullanılması motivasyonu ile şekillenmektedir. 2007 yılında 14 ülkenin uzay ajansının (ABD, Avustralya, Kanada, Çin, AB [ESA], Fransa, Almanya, İngiltere, Hindistan, İtalya, Japonya, Rusya, G.Kore ve Ukrayna) yayınladığı “*Küresel Keşif Stratejisi (The Global*

Exploration Strategy)” adlı belgede, ülkelerin ‘ortak’ hareket etmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Logston, 2008:5; NASA, *Beyond Earth...*⁶⁶). Burada öne çıkan iki konu, bilginin üretilmesi ve maliyetlerin paylaşılmasıdır. Çünkü en ileri seviyedeki havacılık/uzay teknolojileri, doğası itibariyle belirsiz olan Ar-Ge araştırmalarına dayanmaktadır. İşbirliği yoluyla (ör. CERN, ESA, APSCO) ülkeler Ar-Ge’nin yüksek maliyetlerini paylaşmakta, sınırlı kaynaklarını etkin kullanmakta ve birbirinden öğrenme imkânına kavuşmaktadır (Solakoğlu ve Hassoy, 2007:55). Ayrıca 20. yüzyılın son çeyreğinde dünyada kapitalist ekonominin ihtiyaçları doğrultusunda ortaya çıkan küreselleşme (yeni dünya düzeni); bilgi, teknoloji, mal ve hizmetlerin üretimi ve/veya sunulmasında uluslararası bir ağ yaratmıştır. Bu doğrultuda, ülkeler küresel değer zinciri kapsamında araştırma/bilgi üretme faaliyetlerinde olduğu gibi, tedarik ve imalât faaliyetlerinde de işbirliği yapmaktadır.

İşbirliğinin yanı sıra **firma birleşmeleri ve satın almalar** da güncel bir eğilim olarak belirmektedir. Havacılık ve uzay sanayinde küçük ölçekli ve/veya ekonomik anlamda hatalı yatırımların satın alınması yoluyla gelişme de aslında yeni bir eğilim değildir. Havilland’ı alarak İngiliz teknolojisine hâkim olan Boeing, günümüzde de SAAB ve Embraer ile; Airbus da Bombardier ile ‘birleşmekte’dir. Firma birleşmeleri yoluyla teknoloji transferinin önemini ortaya koyan bu eğilim, havacılık ve uzay sanayinin ilerlemesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Söz edilen tüm eğilimler, THUS’da da karşılık bulmaktadır. THUS aktörlerinin, ekosistemin mevcut teknoloji kapasitesinin geliştirilmesi yönünde işbirliği içinde hareket ettiği görülmektedir. Örneğin, TUSAŞ’ın öncülüğündeki “Rotorlu İHA Platformu Ar-Ge Konsorsiyumu”, ASPİLSAN, TÜBİTAK MAM, UNAM, Nurus, ITU-ARC, ODTÜ, ENMARES, Pavotek, CTech, DowAksa ve Sabancı Üniversitesi olmak üzere kamu, sanayi, üniversiteler, start-up’lar ve küçük firmalardan oluşan 11 kuruluşu bir araya getirmektedir. Bu tarz projeler, sanayide eşgüdümün sağlanması konusunda umut vadetmektedir. Bunun yanında, üniversiteler ile sanayi özellikle teknoparklarda ve San-Tez gibi uygulamalar yoluyla buluşmaktadır.⁶⁷ Bu ulusal işbirliğinin yanında THUS uluslararası havacılık değerler zincirinin de önemli bir parçası haline gelmiştir.

⁶⁶ NASA, Beyond Earth: Expanding Human Presence into the Solar System, https://www.nasa.gov/exploration/news/GES_FAQ.html, (06.02.2020).

⁶⁷ Türkiye için önemli olan, hali hazırda mevcut olan yapı ve işleyişlerin etkinliğinin sağlanmasıdır.

Yine küresel eğilime benzer şekilde, THUS ekosisteminde de yerleşik ve büyük ölçekli savunma sanayi firmalarıyla birlikte küçük ve çevik teknoloji geliştirme firmalarından oluşan bir proje, tedarik ve imalât ağının varlığı söz konusudur. Bu küçük ölçekli firmalar (ör. BİTES), kimi zaman büyük firmalarla birleşerek faaliyetlerine devam etmektedir.

Kümelenme/Akıllı Uzmanlaşma

Havacılık ve uzay sanayinde neredeyse ilk yıllarından beri süregelen bir eğilim de **kümelenmedir**. Bu eğilim, verimli bir ekosistemin gelişmesinde önemli bir rol oynamıştır. Akıllı uzmanlaşma gibi kavramlarla da ifade edilen ve ekosistemin aktörlerinin bir arada olmasına dayanan eğilim, havacılık ve uzay sanayinde mekânsal yakınlığın yenilik doğurucu etkisinin açık bir göstergesidir. Burada dikkat çekilmesi gereken konuların başında, kümelenmelerin disiplinlerarasılığa sağladığı katkı gelmektedir. Havacılık ve uzay sanayinin gelişimi yakından incelendiğinde, farklı disiplinlerden uzmanların birlikte çalıştığı özel bir çalışma alanı ile karşılaşılmakta ve bu özelliğin, gelecekte daha da artarak sürdürüleceğini söylemek mümkün olmaktadır.

Günümüzde havacılık ve uzay sanayindeki kümelenme eğilimi, dünyanın hemen her coğrafyasında gözlenmektedir. Örneğin ESA, teknoloji hazırlık seviyelerinin (THS⁶⁸) tamamında Ar-Ge faaliyetlerini finanse etse de, özellikle 2014 yılından itibaren kümelenme faaliyetlerine hız vermiştir. İlk kuluçka merkezini 2004 yılında Hollanda'da kuran ESA, 2014 yılına kadar sadece 4 kuluçka merkezine sahipken 2020 yılı itibariyle, 17 ülkedeki 20 adet kuluçka merkeziyle start-up'ları teşvik etmektedir(OECD, 2019:20).⁶⁹ Bu start-up'lar yenilik merkezi oldukları kadar, teknoloji transfer merkezi olarak da etkin rol üstlenmekte, havacılık ve uzay sanayinde üretilen teknolojik yeniliklerin diğer sanayilere ve/veya kamu kurum, kuruluşları ile üniversitelere yayılmasını hızlandırmaktadır (OECD, 2016:54).

THUS'da da kümelenme eğilimi sanayinin başlangıç döneminden beri gözlenmekte olup, bugün faaliyetlerini sürdürmekte olan 5 küme bulunmaktadır (THUS'da faal olan kümelenmeler için bkz. EK-6). THUS'un savunma sanayi ağırlıklı görünümü izlenen

⁶⁸ Teknoloji Hazırlık Seviyesi (Technology Readiness Level [TRL]), bir ölçüm yöntemi olarak 1980'li yılların başında NASA tarafından, uzay teknolojilerinin olgunluk düzeyini değerlendirmek için tanımlanmıştır. 1'den 9'a kadar puanlama yapılan bu ölçüm yönteminde, THS 1-4 arası temel ve uygulamalı araştırma aşamasını, THS 5 ve 6 test ve çalışır bir prototip ile gösterimi, THS 7 başarılı bir testi, THS 8 ve 9 gerçek bir tanımlı görevde kullanımını ve başarılı bir şekilde yaygınlaşma potansiyelini göstermektedir (OECD, 2016:15-6).

⁶⁹ bkz. European Space Agency Business Incubation Centres [ESA BIC], http://www.esa.int/Applications/Telecommunications_Integrated_Applications/Business_Incubation/ESA_Business_Incubation_Centres12, (04.02.2020).

kümelenme anlayışında da belirleyici olmuştur. Bu çerçevede, ekosistemin merkezi olarak Ankara belirlenmiş, büyük ölçekli savunma sanayi firmaları ile öne çıkan start-up'lar, Ankara'daki teknoloji geliştirme bölgelerinde ve/veya kümelerde konumlanmıştır.

THUS'da aktörlerin bir araya gelerek, yüksek teknoloji üretimine odaklandıkları önemli adımlardan biri de Ankara Uzay ve Havacılık İhtisas Organize Sanayi Bölgesi (HAB)'nin kurulmasıdır. HAB'ın kuruluş amacı, “uzay ve havacılık alanlarında yerli sanayiye desteklemek, yerel ve uluslararası imalat sanayi firmalarını bir araya getirerek sinerji sağlamak, yüksek katma değerli ürünler üretilip ihracatı arttırmak” sözleriyle ifade edilmektedir. HAB'ın faaliyete geçmesi, THUS ekosistemi aktörlerinin mekânsal birlikteliğini sağlayacaktır.⁷⁰

Nitelikli Teknik İşgücü Transferi/Göçü

Havacılık ve uzay sanayinde **nitelikli teknik işgücü** merkezi önem taşımaktadır (Niosi ve Zhegu, 2005:10). Özellikle deneyim sahibi olan işgücünün havacılık ve uzay sanayinin gelişmesinde en önemli kaynak olmasından dolayı, ülkeler ihtiyaç duydukları işgücünü kendileri yetiştirmek kadar, başka ülkelerden transfer etme yoluna da gitmektedir. Başka bir deyişle ülkeler, sınırlı sayıdaki nitelikli teknik işgücünü kendi ülkelerine ‘çekme’ amacıyla çalışmalar sürdürmektedir. Bu da işgücünün beyin dolaşımı, beyin taşması olarak adlandırılan farklı şekillerde hareketliliğini beraberinde getirmektedir. *Beyin taşması (brain overflow)*, bir ülkede işgücü piyasasının mevcut durumu ya da talebinin üzerinde bir sayı ve nitelikte işgücünün yetiştirilmesi durumunda ortaya çıkmaktayken, *beyin dolaşımı (brain circulation)*, bir ülkeden ayrılan beyin gücünün ayrıldığı ülkeye geri dönmesi ya da kısa bir süre için başka ülkelere gitmesini, başka bir deyişle, ülkeler arasındaki karşılıklı işgücü hareketliliğini ifade etmektedir (Lowell ve Findlay, 2001:6; Gökbayrak, 2006:25-6).⁷¹ ABD ve AB'nin gelişmekte olan ülkelerin nitelikli teknik işgücünü transfer etmekte oldukça başarılı olduğu görülmektedir. Özellikle beyin taşması kavramı, bir ülkedeki MTE ile işgücü piyasası arasındaki arz ve talep uyumsuzluğunu yansıtması doğrultusunda, tezde önemli bir bağlamı temsil etmektedir.

⁷⁰ HAB, tezde önerilen ‘entegre eğitim işbirliği modeli’nin uygulanması için bir fırsat olarak değerlendirilmektedir.

⁷¹ Bu kavramların yanı sıra nitelikli işgücünün göçü; beyin değişimi, beyin drenajı, beyin kazanımı, optimal beyin göçü, beyin çöplüğü, gizli beyin göçü, beyin ihracı, yüksek nitelikli kişilerin akışkanlığı gibi farklı kavramlarla ele alınmaktadır. Kavram çeşitliliği, konuya yaklaşım farklılığından doğmakta ve nitelikli işgücü göçünün farklı unsurlarına işaret etmektedir. Bu konuda detaylı bir inceleme için bkz. Gökbayrak, 2006.

Esasen Türkiye bu eğilimde, göç veren ülke konumundadır. Gerçekten de Türkiye, ekosistemine/ekosisteminde yetiştirdiği nitelikli, öğrenmeye açık, yeni mezun ve/veya deneyimli işgücünü, Avrupa ve ABD'ye göndermektedir. Ayrıca THUS'un askeri havacılık ve uzay çalışmalarına ağırlık veren yapısı nedeniyle yabancı işgücünün transfer olanakları da sınırlıdır. Bu durumda Türkiye, nitelikli ve deneyimli işgücü konusundaki açığını, çeşitli yollarla yurtdışına giden vatandaşlarını geri çağırmaya yönelik destek ve teşvik programlarıyla kapatmaya çalışmaktadır. Bu kapsamda en bilinen uygulama, TÜBİTAK'ın 2232 Uluslararası Lider Araştırmacılar Burs Programı'dır. Bununla birlikte THUS özelinde olmasa da yabancı bilim insanı ve araştırmacılar için, 2216 Uluslararası Araştırmacılar İçin Araştırma Burs Programı ve 2221 Konuk veya Akademik İzinli (Sabbatical) Bilim İnsanı Destekleme Programı da aktiftir.

Yeni Eğilimler

Havacılık ve Uzay Sanayi Kabiliyetinin ve Teknolojilerinin Ticarileşmesi

Uluslararası rekabette söz sahibi olmak isteyen hemen tüm dünya devletleri havacılık ve uzay sanayine yatırım yapmakta; bu yatırımlar konuları itibariyle de giderek çeşitlenmektedir. OECD tarafından 2019 yılında yayınlanan "*Rakamlarla Uzay Ekonomisi: Uzayın Küresel Ekonomiye Katkıları*" adlı raporda da dünya çapında, havacılık ve uzay sanayindeki kamusal ve özel yatırımların artışına vurgu yapılmaktadır. Elbette devlet alışlagelen haliyle kamu kurumlarına, araştırma enstitülerine, üniversitelere ve özel sektöre tedarik ve teşvik/destek mekanizmaları üzerinden aktardığı finansman yoluyla bu sanayinin ana yatırımcısıdır. Ancak özellikle son yıllarda yeni ülkelerin de küresel değer zincirine dâhil olmasıyla beraber sisteme daha önce benzeri görülmemiş bir özel sermaye girişi olduğu ve ticari projelerin özel finansmanının da giderek büyüdüğüne yer verilmektedir (OECD, 2019b:18).

Havacılık ve uzay sanayinin yeni eğilimleri arasında belki de en dikkat çeken, bu sanayinin ve teknolojilerin devletler düzeyinin yanı sıra şirketler düzeyine de taşınması başka bir deyişle **ticarileşmesidir**. Sadece 2017 yılında ticari şirketlerin, askeri ve sivil kurumların Dünya yörüngesine 400'den fazla uydu gönderdiği ifade edilmektedir. Bu konudaki öne çıkan gelişmelerin başında, 2019 yılının Mayıs ayında SpaceX şirketinin, uzaydan internet ağı sağlamak amacıyla, 12 bin uydu (Starlink Uyduları) göndermek için izin almış olması ve ilk fırlatmayı gerçekleştirmesi gelmektedir (Sezer, 2019:10). OneWeb şirketinin de aynı amaçla yaklaşık 900 uydu göndermeyi plânlaması; uzay, uydu ve özellikle fırlatma

teknolojilerinin bilgisinin artık devletlerin kontrolünden çıkarak, devlet dışı kuruluşlar arasında yaygınlaşması anlamına gelmektedir.⁷² Bu eğilim, en belirgin şekilde ABD’de gözlenmektedir. Ülkede şu anda 10 lisanslı yörünge ve yörünge altı ticari uzay aracı [fırlatma] alanı (spaceport) bulunmaktadır (OECD, 2019:23). Ayrıca, küresel çapta milyarlar girişimci tarafından yapılan uzay yatırımları da özellikle konuları itibariyle dikkat çekmektedir (bkz. Tablo-3).

Tablo-3 Girişimcilerin Uzay Yatırımları			
Girişimci	Şirket	Uzay Yatırımı	Faaliyet
Bill Gates	Microsoft	Kymeta	Veri
Jeff Bezos	Amazon	Blue Origin	Fırlatma
Mark Zuckerberg	Facebook	SETI	Veri
Larry Page	Google	Planetary Resources	Madencilik
Li Ka-Shing	CK Hutchinson	Windward	Madencilik
Ma Huateng	Tencent	Moon Express	Fırlatma
Elon Musk	Tesla	Space X	Fırlatma / Veri
Eric Schmidt	Google	Planetary Resources	Madencilik
Richard Branson	Virgin Group	Virgin Galactic	Fırlatma
Yuri Milner	DST Global	Planet	Veri

Kaynak: OECD, 2019:27.

THUS’da da yatırımların hem artma hem de çeşitlenme eğilimi gözlenmektedir. THUS hâlâ savunma sanayi odaklı bir gelişim çizgisi izlese de iletişim-haberleşme amaçlı uydu imalatına yönelmiş olması güncel eğilimler arasındadır. Bu kapsamda hem üretim hem de temel araştırma ve test altyapısında iyileştirme/yerlileştirme yönünde önemli adımlar atılmaktadır. THUS ekosistemi her ne kadar patent altında imalat ve tedarikçi rolüyle öne çıksa da günümüzde yapılan yatırımlar —özellikle test altyapısına ayrılan kaynaklar— özgün sistem ve tasarımların habercisidir. Bununla birlikte THUS’un eksiği; erişilen ileri, yüksek, kritik teknolojilerin, sivil havacılık ve uzay teknolojileri ile imalat sanayinin bütününe yayılmasının sağlanması noktasında belirmektedir.⁷³

Uzay Araçlarının Minyatürizasyonu

Özellikle yeni gelen ülkelerin, teknoloji geliştirme kabiliyetine ulaşması ve teknoloji kapasitesini artırmasının bazı yol ve yöntemleri bulunmaktadır. Bunlar içinde ilk akla gelenler —Türkiye’nin de zaman içerisinde deneyimlediği gibi— uluslararası projeler ve

⁷² Bu eğilimin getireceği sonuçların ayrıca önem taşıdığı düşünülmektedir.

⁷³ Ekosistemde bu eksiğe ilişkin farkındalık oluşmuş; THUS’da faaliyet göstermekte olan büyük ölçekli firmalar, ulaştıkları kritik teknolojiyi diğer alanlara transfer etme eğilimine girmişlerdir. Örneğin ASELSAN Ulaşım, Güvenlik, Enerji ve Otomasyon Sistemleri Sektör Başkanlığı (UGES) ile Aselsan Hassas Optik Sanayi ve Ticaret A.Ş.’nin kurulması bu anlamda öne çıkan adımlardır. Çünkü bu yapılanmalar, firmanın sahip olduğu bilgi birikimi ile teknoloji kapasitesinin, imalat sanayinin diğer alt dallarına ‘transferi’ anlamına gelmektedir.

işbirlikleri yoluyla hem teknoloji transferi ve teknolojik öğrenmenin gerçekleşmesi hem de insan kaynağının yetiştirilmesidir. Bu ülkeler için küçük uzay araçları (ör. küp uydu [CubeSats]) da düşük geliştirme maliyetleri ve kısa teslim süreleri nedeniyle cazip hale gelmektedir.

Esasen **minyatürizasyon** adıyla da ifade edilen bu eğilim, uyduların büyüklüklerine (kütlelerine) göre sınıflandırılması üzerinden açıklanmakta (bkz. Tablo-4) ve sadece yeni gelen ülkeler (newcomers) için değil uzay çalışmalarında belirli bir yol kat etmiş olan gelişmiş ülkeler için de maliyet etkin bir yol olarak belirmektedir (Leloğlu vd., 2010). Öte yandan bu eğilim, geleneksel uzay görevlerinin dönüşümünü, uzayın ‘demokratikleşmesini’ de temsil etmektedir. Burada geleneksel uzay görevleri ile büyük ölçekli ve yüksek maliyetlerle tasarlanan hava ve/veya uzay araçlarıyla gerçekleştirilen görevler kastedilmektedir. Buna karşın, 2000’li yıllardan itibaren hem havacılık ve uzay sanayinin hem de bu alandaki araştırma topluluğunun ilgi ve dikkatini ‘küçük, dağıtılmış, ucuz’ uzay araçlarını içeren görevlere yönlendirmeye başladığı görülmektedir (Kılıç, 2015:1).⁷⁴

Tablo-4 Mikro/Nano Uyduların Özellikleri			
Uydu	Kütle (kgs)	Maliyet (milyon)	Zaman (yıl)
Büyük	1000 kg+	\$ 300 M+	10
Orta	500-1000 kg	\$ 100 M+	4-6
Küçük	100-500 kg	\$10-100 M	3-5
Micro Sat	10-100 kg	\$ 2-10 M	2-4
Nano Sat	1-10 kg	\$ 0.1-2 M	<2-3
Pico Sat	< 1 kg	\$ 100 K	<1-2

Kaynak: Arslan, 2018.

Türkiye, küçük uydu teknolojisiyle BİLSAT Uydusu’yla birlikte tanışmıştır. Bu alandaki çalışmalar günümüzde özellikle havacılık ve uzay mühendisliği eğitiminde, deneysel öğrenmenin sağlanması amacıyla sürdürülmektedir. Son yıllarda, Türkiye’nin bu konudaki atılımı dikkat çekmektedir. Örneğin Amerikan Astronomi Topluluğu (AAS) tarafından her yıl düzenlenen CanSat Yarışması’nda 2019 yılında, sıralamadaki ilk 5 üniversite içerisinde 3 Türk üniversitesi bulunmaktadır. Yarışmada İTÜ birinci, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi ikinci, Çankaya Üniversitesi beşinci olmuştur.⁷⁵ Türk üniversitelerinin bu başarısı, uzay teknolojilerine olan merakın, kazanılan başarılarla motive olmasını sağlaması ve gençlerin ilgisini canlı tutmada işlevsel bir rol üstlenmesi beklentisiyle önemli görülmektedir.

⁷⁴ Bu eğilim, üniversite laboratuvarlarında bilimsel, deneysel ve eğitim amaçlı küçük uyduların geliştirilmesine de katkı sağlamıştır.

⁷⁵ CanSat 2019 Winners, <http://www.cansatcompetition.com/winners.html>.

Yeni İmalât Yöntemleri ve Malzemelerin Kullanılması

Havacılıkta **katmanlı imalât**ın kullanılması, yeni bir durum değilse de bunun hem üretim sürecini hem de geleneksel fabrika anlayışını kökten değiştirebileceği ifade edilmektedir. Bu yöntem; havacılıkta model, prototip ve/veya kalıp amaçlı kullanılmaktayken, günümüzdeki eğilimi bu kadar dönüştürücü kılan, nihai ürünlerde kullanılma düşüncesinin ve hatta uygulamasının yaygınlaşmasıdır. Boeing, Airbus, Lockheed Martin, Rolls-Royce, GE gibi havacılık firmalarının, katmanlı imalât konusundaki çalışmaları bilinmektedir. Rolls-Royce firması katmanlı imalât tekniği ile bazı jet motoru parçalarının üretilmesinin planladığını bildirmiş; Boeing de F15 Silent Eagle gibi askeri ve 787 Dreamliner gibi sivil jetler dâhil 10 platformda 200’den fazla katmanlı imalât parçası kullanmıştır (Kara, 2013; Aktimur ve Gökpınar, 2015; STM, 2016). Benzer şekilde GE ‘Catalyst Programı’yla dikkat çekmektedir. Program kapsamında, katmanlı imalât ile motor üretilmiş ve bu üretim sırasında, geleneksel yöntemlerle yapılan üretimde kullanılacak 800’den fazla parça yerine yalnızca 12 katmanlı imalât parçası kullanılmıştır.⁷⁶

Görüldüğü gibi havacılıkta imalât teknolojilerinin değişimi, malzeme teknolojilerindeki değişimi de içermektedir. Bu iki alan birbirine sıkı sıkıya bağlıdır. Bu bağ sadece fabrika içinde değil, dışındaki görev alanlarında/iş süreçlerinde de gözlenmektedir.

Yukarıdaki ticarileşme eğiliminde de yer verildiği gibi, dünyanın önde gelen girişimcileri uzay madenciliğine yatırım yapmaktadır. Bu yatırımlar, ‘dünya dışı’ yeni madenlerin aranması, bulunması ve çıkarılarak işletilmesi anlamına gelmektedir. Böylelikle uzayın temel düzeyde keşfinin ötesine geçilerek, ileri seviye keşfi aşamasına gelindiğini söylemek mümkündür. Hatta bugün NASA’nın bazı yayınlarında ‘robotik madencilik’ anılmakta, bunun Ay veya Mars’ta genişletilmiş görevler için verimli bir madencilik kaynağı yöntemi olabileceğinden söz edilmektedir (Cook ve Samareh, 2020). Bu süreç; sibernetik⁷⁷, yapay zekâ (makina öğrenmesi) ve robotik konularının kesişiminde yer almakta ve dijital dönüşümün eriştiği aşamayı göz önüne sermektedir. Bu ve benzeri hibrit araştırmalar geleceğin konuları olarak öne çıkmaktadır.

⁷⁶ “GE Catalyst Motoruna Havacılık Oscar’larından 3D Tasarım Ödülü”, <https://geturkiyeblog.com/ge-catalyst-motoruna-havacilik-oscarlarindan-3d-tasarim-odulu/>.

⁷⁷ (ger. Kybernetik; fr. cybernétique; eng. cybernetics) İnsan beyninin oluşturduğu biyolojik süreçler ile her türlü makine veya sistem tarafından yürütülen teknik süreçlerin benzerlik ve farklılıklarını inceleyen ve bu süreç akışlarını ortak temel ilkelere bağlamayı hedefleyen bilim dalı. (bkz. TÜBA Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü, <http://www.tubaterim.gov.tr>).

Türkiye’de de katmanlı imalât teknolojilerine yönelik küresel eğilimin karşılık bulduğu görülmektedir. TEI, TUSAŞ gibi savunma sanayi firmalarında çeşitli seviyelerde katmanlı imalât yapıldığı bilinmektedir. Örneğin TUSAŞ bünyesinde, FDM teknolojisi⁷⁸ kullanılmakta; ayrıca havacılıkta titanyum alaşımlarının kullanımının artmasına paralel şekilde, TUSAŞ’ın teknoloji yol haritasında katmanlı üretim tekniğinin bu alaşımlara uygulanmasına yer verilmektedir. Yine Hürkuş’un yapımında da katmanlı imalât teknolojilerinden yararlandırdığı bilinmektedir (Aktimur ve Gökpınar, 2015:468).

Katmanlı imalâtın havacılık sanayinde uygulanmasına dair son olarak, STM’nin hazırladığı değerlendirme raporunda dikkat çeken bir konunun vurgulanması önemli bulunmuştur. Burada, söz konusu yöntem her ne kadar havacılık sanayinde çığır açması beklenen bir teknoloji anlamına gelse de bunun geleneksel imalât yöntemlerinin yerini tamamen almasının beklenmemesi gerektiği işaret edilmektedir (STM, 2016:15).

Özetle havacılık ve uzay sanayinde gerek teknolojiler gerekse teknik işgücünün istihdamına ilişkin yeni eğilimler söz konusudur ve bu eğilimlerin dikkatle takip edilmesi, verimli ve sürdürülebilir bir sanayinin varlığı için birincil önemdedir. Günümüzde havacılık ve uzay sanayinin konularının çeşitlenmesi ve yeni teknolojilerin imalât süreçlerine entegrasyonu gibi gelişmelerin beraberinde yeni meslekleri getirmesi ve işgücünün niteliğinde değişimi zorlaması beklenmektedir.⁷⁹

Buraya kadar olan kısımda, dünyada havacılık ve uzay sanayinin ve THUS’un özgün durumuna dair bilgilere yer verilmiştir. Bu aşamada, verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi yaratmada başarılı olan ülkeleri, diğer ülkelerden ayıran özelliklerin neler olduğunun sorgulanması gereği doğmuştur. Başka bir deyişle, bu ülkelerin hava aracı imalâtı ve ilgili teknolojilerin geliştirilmesi konularındaki üstünlüğünün nedenleri araştırılmıştır. Bir sonraki bölümde bu konudaki değerlendirmeler ele alınmaktadır.

1.4. Dünyada ve Türkiye’de Yenilik Ekosistemi ile Havacılık ve Uzay Sanayi Ekosisteminin Değerlendirilmesi

Bu bölümde, verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine süreklilik kazandıran ülkelerin ‘dünyanın geri kalanından’ farklı olmalarına kaynaklık eden özellikleri sanayinin,

⁷⁸ “Fused Deposition Modelling” teknolojisinin kısaltması olan FDM, özel bir katmanlı imalât teknolojisidir.

⁷⁹ Nitelikli teknik işgücünün eğitimi ve istihdamı ikinci bölümde ele alındığı için burada işgücüne ilişkin olarak sadece bu güncel eğilime değinilmekle yetinilmiştir.

yenilik ekosistemi ile ilişkisi bağlamında araştırılmaktadır. Verimli bir havacılık ve uzay sanayine sahip ülkeler veriler üzerinden karşılaştırılırken, Ar-Ge harcamaları kısmında, İsrail ve G.Kore de dikkat çeken özgün durumları göz önünde bulundurularak eklenmiştir. Bu ülkeler, OECD istatistikleri içinde yeniliğe GSYH'den en yüksek oranda (sırasıyla %4,82 ve %4,29) kaynak ayıran iki ülkedir.

Türkiye yenilik ekosistemi açısından sıralanan tüm bu ülkelere eş değer bir görünüm sergilemese de, bu bölümde, Türkiye verilerine de yer verilmiştir. Böylelikle, yukarıda havacılık ve uzay sanayinin tarihsel gelişimi incelenen ülkelerin tamamının güncel durumunun karşılaştırmalı şekilde ortaya konulmasına özen gösterilmiştir.⁸⁰

Bu alt başlıkta öncelikle, havacılık ve uzay sanayinde uluslararası rekabetin ulaştığı son duruma ilişkin seçilen ihracat-ithalat rakamları, patent sayıları ve uzayda uydu varlığı bulunan ülkeler biçiminde 3 göstergeye yer verilmektedir. Bu 3 göstergeyle birlikte, küresel havacılık ve uzay sanayinde imalâtın ve yeniliğin öncü/başat ülkeleri sıralanmakta, 'yeni' uzay yarışı coğrafi açıdan yayılsa da bu alandaki yeniliğin coğrafyasının **aslında değişmediği** gerçeği ortaya konulmaktadır. Ardından, havacılık ve uzay sanayinde ülkeleri başarılı kılan nedenlere yer verilmektedir.

İlk gösterge olarak, küresel havacılık ve uzay sanayinin ihracat ve ithalat rakamları sunulmaktadır. Tablo-5'e bakıldığında, ABD'nin küresel pazarda ihracat payının yıllar içinde azalmasına karşın, süregelen şekilde en yüksek pazar payına sahip ülke olduğu görülmektedir. ABD, 1987 yılında, tek başına, küresel ihracat pazar payının yarısını üstlenirken (%51,34), 2017 yılında bu oran %31,50'ye düşmüştür. Bu azalışa rağmen, hâlâ en yüksek pazar payına sahip ülke olan ülkeyi %14,82 ile Fransa, %11,65 ile Almanya, %9,96 ile İngiltere izlemektedir.

⁸⁰ Türkiye'de bir Ar-Ge ve yenilik ekosistemi için 1960'lı yıllar milât niteliğindedir. 1960 yılında TÜRK PATENT'in, 1963 yılında TÜBİTAK'ın kurulması bu ekosistemin başlangıç adımlarıdır. Ancak, Türkiye'de bir yenilik ekosisteminin oluşması, 2000'li yıllarda gerçekleşmiştir. 2000 yılında organize sanayi bölgeleri, 2001 yılında teknoparklar, 2006 yılında kalkınma ajansları ve 2008 yılında Ar-Ge ve tasarım merkezleriyle birlikte, Türkiye'de bir yenilik ekosisteminden bahsetmek mümkün hale gelmiştir. 2015 yılında Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği (KÜSİ) Stratejisi ve Eylem Plânı oluşturulmuş; bu kapsamda, iki endeks yayınlanmıştır. Bunların ilki, 5 kriter ve 25 parametreden oluşan "Ar-Ge ve Yenilik Ekosistem Endeksi"; diğeri ise 3 kriter ve 20 parametreden oluşan "KÜSİ Uygulamaları Endeksi"dir. Ar-Ge ve Yenilik Ekosistem Endeksi'nin 5 kriteri; "Üniversite, Teknoloji Geliştirme Bölgesi, Ar-Ge Merkezi, Tasarım Merkezi, İmalât Sanayi" iken KÜSİ Uygulamaları Endeksi'nin kriterleri; "Proje, Ticarileştirme, Girişimcilik" olarak sıralanmaktadır (STB, 2019:3).

Tablo-5 Seçilen Ülkelerde Havacılık ve Uzay Sanayi İthalat-İhracat Rakamları, 1987-2017

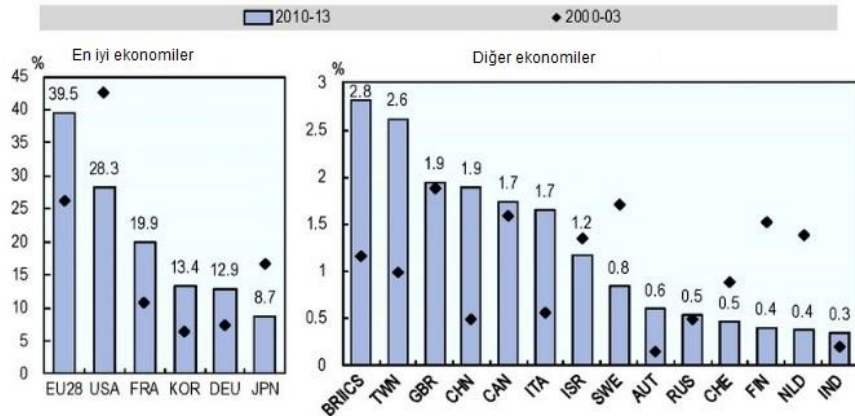
	İhracat Pazar Payı (%)				Toplam İthalat (milyon \$)				Toplam İhracat (milyon \$)			
	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017
ABD	51,34	40,85	36,61	31,50	7 239.07	17 277.59	34 761.75	51 574.55	20 716.10	48 676.41	94 356.97	133 243.12
EU28	..	..	..	..	8 568.43 ^a	27 697.88 ^a	52 013.64 ^a	74 480.49 ^a	10 090.66 ^a	33 661.92 ^a	65 339.20 ^a	117 489.35 ^a
Almanya	11,17	10,55	12,35	11,65	5 287.21	12 598.37	27 202.33	27 240.21	4 506.98	12 575.16	31 834.52	49 294.46
İngiltere	11,83	13,83	9,90	9,96	2 737.28	12 809.43	23 896.85	33 464.39	4 775.03	16 480.38	25 519.35	42 126.09
Fransa	10,37	13,84	14,69	14,82	2 578.30	9 200.34	21 444.34	43 001.27	4 185.19	16 494.57	37 843.85	62 701.79
Rusya	..	0,19	0,40	0,92	..	133.09	187.14	6 853.46	..	229.79	1 035.09	3 907.07
Japonya	0,69	1,66	1,66	1,78	2 554.62	5 004.26	9 796.30	10 535.57	279.23	1 972.25	4 280.35	7 542.49
Çin	..	0,27	0,74	1,72	..	3 392.24	11 641.45	30 782.59	..	320.96	1 903.19	7 259.25
Türkiye	0,00	0,16	0,33	0,44	77.37	1 178.29	1 212.63	3 696.74	0.07	189.44	841.30	1 864.81

^a: EU15 verisi kullanılmıştır.

Kaynak: OECD, Main Science and Technology Indicators, <https://stats.oecd.org>. (09.03.2020).

Görüldüğü gibi, ülkeler her ne kadar çok çeşitli hava aracı imalatı gerçekleştirirler, yüksek teknolojiyi öğrenme ve geliştirme çalışmaları sürdürseler de bu alandan ulusal ekonomiye katkı sağlanması zaman almaktadır. Başka bir deyişle, zaman içerisinde birçok ülke verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine sahip olsa da, küresel pazar paylarına yansıtacak düzeyde büyük değişiklikler yaşanmamıştır. 1987 yılında 0 payı olan Türkiye yıllar içerisinde küçük pazar payı yükselişleri yaşamış, 2000’li yıllarla birlikte çalışmalarını artırmış, bunların sonucunda 2017 yılı itibariyle, küresel havacılık ve uzay sanayi pazarındaki payı ancak %0,44’e yükselmiştir. Tabloda ayrıca havacılık ve uzay sanayinin, ithalata dayalı ihracat görünümü izlenmektedir. Özellikle ithalat ile ihracat arasındaki fark açısından bakıldığında, Çin’in özgün durumu dikkat çekmektedir. THUS’da da ihracat, ithalata dayanmaktadır.

İkinci gösterge olarak, uluslararası rekabetin önde gelen konusu olan yeniliğin en önemli çıktılarında biri olan patent sayıları incelenmektedir. Uzayla ilgili alanlarda (space-related patents), en yüksek patent oranının, birkaç bölgede toplandığı görülmektedir (bkz. Grafik-4). Bu bölgeler aynı zamanda, havacılık ve uzay sanayi kümelenmelerinin bulunduğu yerlerdir. Dünya genelinde uzay konulu patent başvurularının; %12’si Kaliforniya’dan (ABD) gelirken, Midi-Pyrenees’den (Fransa) ve Güney Kanto (Japonya)’dan da %6’sar bir katkı gelmektedir (OECD, 2016:49). Kümelenmelerin taşıdığı bu yenilikçi görünüm, havacılık/uzay çalışmalarında kümelenmelerin ön plana çıkmasında da açıklayıcıdır.⁸¹

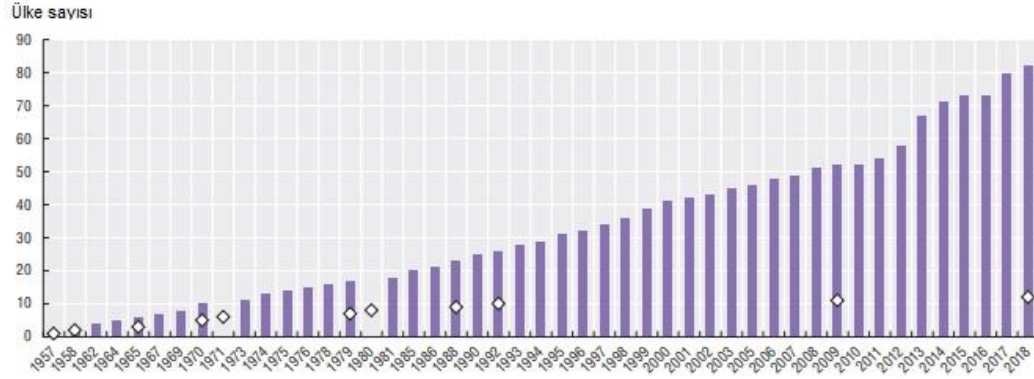


Grafik-4 Uzay ve İlgili Alanlarda En Fazla Patent Başvurusu Yapan Ülkeler/Bölgeler
Kaynak: OECD, 2016:49.

Üçüncü gösterge ise uzay çalışmalarının yaygınlaşarak, uluslararası hale gelmesidir. Önceki alt başlıklarda da değinildiği üzere, 20. yüzyılda İngiltere, Japonya, Sovyetler

⁸¹ Bu yapı, 2014 yılıyla birlikte ESA'nın kümelenmeleri teşvik etmesini açıklamada da yararlıdır.

Birliği, Almanya ve ABD'nin öne çıktığı uluslararası rekabet (ve işbirliği) zaman içerisinde Çin, Hindistan gibi diğer ülkelerin yaptıkları bilimsel, endüstriyel ve teknolojik sıçramayla daha fazla aktörü barındıran bir yapıya bürünmüştür. Yine bu dönemde havacılıkta yapılan çalışmaların yeni teknolojiler sayesinde gökyüzünün ötesine erişebilecek kapasiteye ulaşması, BT araştırmalarını uzay çalışmalarına yönlendirmiştir. Bu gelişmelerin etkisiyle çok sayıda ülkenin ve girişimcinin, uzayın keşfi ve uydular konusunda çalışmalara yöneldiği görülmektedir. 1957 yılından 2018 yılına kadar başka bir ülkenin desteğiyle veya kendi kapasitesiyle başarılı bir şekilde roket fırlatan ülkelerin sayısına bakıldığında (bkz. Grafik-5), 2018 yılı itibariyle 82 ülkenin uydu varlığının olduğu görülmektedir.⁸² Bahsedilen uydular özellikleri bakımından (ör. ulusal teknik uzmanlık) çok farklı olsalar da bir ülkenin, yörüngede kendisine ait bir uydusunun olması, o ülke için BT'de ulaşılan üst nokta olarak algılanmakta ve bu tür çalışmaları öncü ülkelerin tekelinden çıkarmaktadır.



Grafik-5 Uzayda Uydu Varlığı Bulunan Ülke Sayısı

Kaynak: OECD, 2019b:18.

Ülkelerin uydu varlığının yanı sıra geliştirdikleri özgün projeler de dikkat çekmektedir. 2004 yılında yayınlanan ilk OECD raporundan günümüze kadar geçen sürede birçok ülke, özgün uzay programlarına yatırım yapmaya ve özel çabaları desteklemeye (ör. Birleşik Arap Emirlikleri'nin Mars görevi, Yeni Zelanda'nın başarılı küçük fırlatma rampası, Lüksemburg'un asteroit madenciliği programı veya İsrail'in Ay görevi) başlamıştır.

Her ne kadar yörüngede uydusu olan ülke sayısı artsa da ülkelerin bu uyduları nasıl geliştirdikleri ve uzaya hangi ülkelerin aracılığıyla eriştikleri önemlidir. Havacılık ve uzay konularında kritik teknoloji kabiliyeti (ör. fırlatma teknolojisi, insanlı uzay

⁸² Ülkelerin uydu varlığına ilişkin daha detaylı istatistiklere, NASA'nın Ulusal Uzay Bilimi Veri Merkezi (NSSDC) tarafından yayınlanan katalogdan ulaşılabilir. Bu merkezde, dünya çapında gerçekleştirilen tüm uzay aracı fırlatma faaliyetleri listelenmektedir. Adı geçen listede uzay aracı adı, konu ve/veya fırlatma tarihine göre arama yapılabilir. bkz. <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/SpacecraftQuery.jsp>, (05.02.2020)

teknolojileri/programları geliştirme) hâlâ belirli ülkelerin elinde toplanmaktadır. İşte burada, en ileri teknolojilerin bilgisine sahip olan bu ülkeleri, dünyanın ‘geri kalanından’ farklı kılan sahip oldukları ‘yenilik ekosistemi özellikleri’ne odaklanmak gerekmektedir. Çünkü verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin arka planında, bir ülkenin sahip olduğu yenilik ekosisteminin bulunduğu görülmektedir. Leloğlu ve Gençay (2012:16) bunu şu sözlerle ifade etmektedir:

“Ülkelerin uzay teknoloji geliştirebilmek için sahip olmaları gereken/beklenen temel yeteneklerin başında, **temiz odalar ve çevre test odaları gibi altyapı, işgücü, temel tasarım bilgisi, montaj ve test tesislerinin varlığı** gelmektedir.

Bir diğer önemli ön koşul, **bilimsel misyonları destekleyebilecek güçlü üniversitelerin ve araştırma enstitülerinin varlığıdır**. Bu gereklilik, ülkenin bilim ve teknoloji politikaları ve Ar-Ge harcamalarının yanı sıra güçlü GSYİH seviyeleriyle de yakından ilgilidir. Çünkü güçlü bir bilimsel altyapının varlığı, Ar-Ge için ayrılacak güçlü devlet fonlarına ve üniversiteler için sürdürülebilir bir bütçeye dayanmaktadır. Güçlü bir bilimsel ve teknolojik temelden yoksun olan yeni aktörlerin, başarıya ulaşmak için çok az şansı olacaktır.

Temel yetenekler ve güçlü bir bilimsel altyapıya ek olarak, uzay çalışmalarının uzun vadede sürdürülebilirliği için kilit itici güçler bulunmaktadır. Bunlar; **siyasi irade, kamu desteği**, [Tayvan, Japonya ve İran örneklerinde olduğu gibi] **komsu ülkelerden gelen rekabet baskısı** olarak sıralanabilecektir”.

Bu temel özelliklerden hareketle, ülkelerin STI ekosistemini oluşturan/geliştiren ve neredeyse ekosistemin ön koşulu olduğu kabul edilen dinamiklere yer verilmektedir. Aşağıda seçilen ülkelerin bu dinamikler açısından karşılaştırmasını sağlayan tablolar bulunmaktadır. Böylelikle ülkelerin yenilik ekosisteminin verimliliği konusunda belirleyici kabul edilen değişkenlerin durumunun genel hatlarıyla ortaya konulması amaçlanmıştır.⁸³

Havacılık ve uzay sanayi, bilim-tabanlı bir sanayi olması sebebiyle (McMillan, 1991; Bell ve Pavitt, 1997), bir ülkedeki Ar-Ge faaliyetlerine güçlü bir biçimde bağlıdır. Dolayısıyla havacılık ve uzay sanayinin gelişmesinde en önemli unsurların başında, Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan pay gelmektedir. Burada da öncelik, ülkelerin GSYH’leri ile buradan yeniliğe ayırdıkları bütçeye verilmektedir. Teknolojik yeniliğin ihtiyaç duyduğu finansmanın yeteri kadar ve zamanında sağlanmasının yaşamsal rolleri birlikte düşünüldüğünde, bu bütçenin önemi ortaya çıkmaktadır. Tablo-6’da seçilen ülkelerin Ar-Ge faaliyetlerine ayırdıkları paylar sunulmaktadır.

⁸³ Türkiye’de Ar-Ge harcamalarına ilişkin veriler, TÜİK ile uyumlu iken araştırmacı sayıları rakamları birbirinden farklıdır. bkz. TÜİK, (2018), Temel İstatistikler, Araştırma Geliştirme Faaliyetleri İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>, (22.02.2020).

Tablo-6 Seçilen Ülkelerde GSYH ve Ar-Ge Harcamalarına İlişkin Bilgiler, 1987-2017

	GSYH (milyon \$)				Kamu Ar-Ge Harcamaları *				Özel Sektör Ar-Ge Harcamaları**				Özel/Kamu Harcamaları Oranı			
	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017
ABD	4 855 215	8 577 552	14 451 860	19 519 424	126 667	212 709	380 316	548 984	90 160	155 409	269 267	400 101	%71	%73	%71	%73
<i>Değişim</i>	..	%77	%68	%35	..	%68	%79	%44	..	%72	%73	%49				
EU28	..	423 673	15 770 539	22 128 583	90 919 ^a	149 541	266 755	437 178	59 136 ^a	93 160	167 826	287 714	%65	%62	%63	%66
<i>Değişim</i>	..	..	%3600	%40	..	%64	%78	%64	..	%58	%80	%71				
Almanya	1 088 435	2 015 135	2 982 138	4 381 792	29 689	44 098	73 375	134 430	21 432	29 706	51 343	92 885	%72	%67	%70	%69
<i>Değişim</i>	..	%85	%48	%47	..	%49	%66	%83	..	%39	%73	%81				
İngiltere	789 427	1 343 306	2 182 920	3 037 044	15 965	20 675	35 208	49 993	10 968	13 479	22 016	33 784	%69	%65	%63	%68
<i>Değişim</i>	..	%70	%63	%39	..	%30	%70	%42	..	%23	%63	%53				
Fransa	817 242	1 333 393	2 182 049	2 994 454	17 664	28 628	44 176	66 045	10 403	17 902	27 822	43 101	%59	%63	%63	%65
<i>Değişim</i>	..	%63	%64	%37	..	%62	%54	%50	..	%72	%55	%55				
Rusya	..	905 551	2 556 201	3 829 514	..	8 800	26 535	42 376	..	5 837	17 046	25 487	..	%66	%64	%60
<i>Değişim</i>	..	..	%182	%50	..	..	%202	%60	..	..	%192	%50				
Japonya	1 843 397	3 169 855	4 416 228	5 172 967	46 103	87 795	147 484	166 184	32 679	63 252	114 876	130 945	%71	%72	%78	%79
<i>Değişim</i>	..	%72	%39	%17	..	%90	%68	%13	..	%94	%82	%14				

Tablo-6 (devamı)

	GSYH (milyon \$)				Kamu Ar-Ge Harcamaları *				Özel Sektör Ar-Ge Harcamaları**				Özel/Kamu Harcamaları Oranı			
	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017
Çin	824 279	2 806 345	9 023 650	23 266 769	..	17 925	123 957	499 099	..	8 255	89 602	387 241	..	%46	%72	%78
<i>Değişim</i>	..	%240	%222	%158	..	..	%592	%303	..	..	%985	%332	..			
G.Kore	247 867	726 306	1 414 735	2 105 893	..	16 267	40 639	90 386	..	11 808	30 984	71 772	..	%73	%76	%79
<i>Değişim</i>	..	%193	%95	%49	..	..	%150	%122	..	..	%162	%132	..			
İsrail	56 950	124 858	197 168	339 528	..	3 505	8 719	16 352	..	2 258	7 327	14 357	..	%64	%84	%88
<i>Değişim</i>	..	%119	%58	%72	..	..	%149	%88	..	..	%224	%95	..			
Türkiye	365 159	716 729	1 033 169	2 265 513	..	2 560	7 148	21 744	..	826	2 949	12 367	..	%32	%41	%57
<i>Değişim</i>	..	%96	%44	%119	..	..	%179	%204	..	..	%257	%319	..			

* Mevcut satın alma gücü paritesi üzerinden Ar-Ge'ye yapılan **toplam** harcama (GERD) (milyon \$)

** Mevcut satın alma gücü paritesi üzerinden Ar-Ge'ye yapılan **özel sektör** harcamaları (BERD) (milyon \$)

^a: EU15 verisi kullanılmıştır.

Kaynak: OECD, Main Science and Technology Indicators, <https://stats.oecd.org>. (09.03.2020).

Anlaşılabacağı üzere, genel olarak ülkelerde kamu ve özel sektör tarafından yapılan Ar-Ge harcamalarında düzenli bir artış gözlenirken, bu artış, 40 yıllık dönemde oransal olarak azalma eğilimindedir. Bir ülkenin verimli bir STI ekosistemine sahip olmasında, her şeyden önce düzenli ve yüksek bir finansmana gereksinim duyulduğu bilinmektedir. Özellikle 1990'lı yıllardan 2000'li yıllara geçildiğinde, ülke/bölgelerin Ar-Ge bütçelerindeki artış eğilimi belirgindir. Almanya ve Japonya'nın da Ar-Ge çalışmalarına ciddi yatırım yaptığı anlaşılmaktadır.

ABD'nin Ar-Ge harcamalarında, diğer ülkelere kıyasla, açık bir üstünlüğü bulunmaktadır ve bu durum, ülkenin yenilikçi ekosisteminin dayanağını ortaya koyması açısından önemlidir. ABD, uluslararası rekabette sürdürdüğü başat rolünü, bu yenilikçiliğine borçludur. ABD'nin bir devlet politikası olarak, sahip olduğu Ar-Ge kapasitesinin gelişmesini desteklediği bilinmektedir. Bu destekler, ABD'nin 'dünyanın geri kalanı üzerindeki liderliğini' sürdürme amacı bağlamında düşünülmelidir.

Japonya her ne kadar geleneksel bir şekilde yenilikçi ve yaratıcı olmaktan çok bir taklitçi olmakla itham edilse de GSYH'den Ar-Ge'ye ayrılan pay açısından 1990'lı yıllardan 2000'li yıllara gelindiğinde, bir artış yaşandığı görülmektedir. Bu yıllarda, Japonya'nın, izlediği taklit politikasını terk ettiğini ve yenilikçi bir anlayışı benimsediğini söylemek mümkündür. Başka bir deyişle, yenilikçiliğin anahtarı Ar-Ge olduğundan, Japonya bu yöndeki kararını, yaptığı Ar-Ge harcamalarıyla ortaya koymaktadır.

Ülkelerin yeniliği finanse etmeleri konusunda dikkat çeken bir diğer unsur, kamu tarafından yapılan Ar-Ge harcamalarının, genel olarak, özel sektör Ar-Ge harcamalarına göre daha yüksek olmasıdır. Bu durum, BT'nin sadece plânlanması ve programlanmasında değil, finanse edilmesinde de devletin (düzeyi ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte), daima öncü rolü üstlenmesinden kaynaklanmaktadır. Özel sektörün pazar bulma endişesi ve kâr maksimizasyonu beklentisi, Ar-Ge harcamalarına finansman ayırma konusunda çekimser kalmasına yol açmaktadır.

Özel sektörün kamu harcamalarına yakın yatırım yaptığı ülkeler arasında G. Kore ve İsrail öne çıkmaktadır. Bu ülkeleri, Çin ve Almanya takip etmektedir. Bu ülkelerde, sanayi aktörleri tarafından yapılan Ar-Ge harcamalarının, neredeyse devlet tarafından yapılan harcamalar kadar yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, ülkelerde benimsenen Ar-Ge anlayışını ortaya koymakta, sanayinin kendi Ar-Ge harcamalarının finansmanını üstlendiği

şeklinde değerlendirilmektedir. 2007 yılı, Almanya hariç hemen tüm ülkeler için kamu ve özel sektör Ar-Ge harcamalarının oransal olarak daha yüksek olduğu dönemi işaret etmektedir. 2017 yılında ise Almanya'nın 2007 yılına oranla en yüksek Ar-Ge harcamaları artış oranına sahip olduğu görülmektedir. Özel sektörün Ar-Ge harcamalarının kamu harcamalarına oranı da, ülkeden ülkeye ufak farklılıklar göstermekle birlikte, 40 yıllık dönemde durağan görünmektedir.

Ülkelerin yenilik için ayırdıkları bütçe kadar, yeniliğe yönelik benimsedikleri bakış açısı, başka bir deyişle zihniyeti de güncel görünümün değerlendirmesi yapılırken göz önünde bulundurulmalıdır. Seçilen ülkelerin her biri, BT konularına ağırlık vermekte, gerek teknoloji gerekse eğitim politikalarında, bilimsel düşünceyi merkeze almaktadır. Anlaşılacağı gibi, ülkelerin Ar-Ge amacıyla yaptıkları harcamaların yanı sıra BT ve yenilik konularına yaklaşımı da burada belirleyici olmaktadır. Türkiye bu tabloda, gerek GSYH'sinin gerekse Ar-Ge harcamalarının en az olduğu ülke olmasıyla diğer ülkelere farklı bir görünüm sergilemektedir. Elbette Türkiye'nin bu özgün durumunun birçok nedeni vardır ve bu nedenlere tezin ilgili bölümlerinde (bkz. Bölüm 1.3.2.) yer verilmiştir. Bütün nedenler bir araya geldiğinde 'bir zihniyet sorunu' ile karşılaşmaktadır.

Türkiye'de devletin BT politikalarındaki başat konumu nedeniyle, 2007-2017 yılları arasında kamu ve özel sektör Ar-Ge harcamaları artmakta, hatta özel-kamu harcamaları oranı da düzenli bir şekilde yükselmektedir. Türkiye'nin özgün durumu, devletin, özel sektörün tek müşterisi olmasıyla ilişkilendirilebilir. Ancak Türkiye'nin bütçeden Ar-Ge harcamalarına ayırdığı pay, bu tarihler itibarıyla bütçesinin %1'ine ulaşamamıştır. 1993 yılındaki BTYK Kararı'nda, 10 yıl içerisinde GSYH'nin %1'inin Ar-Ge ve yenilik çalışmalarına aktarılması hedef olarak belirlenirken, Türkiye'nin bu hedefe, 2018 yılı itibarıyla (%1,3) ulaştığı görülmektedir (bkz. TÜİK Araştırma Geliştirme Faaliyetleri İstatistikleri).

Tablo-7'de ülkelerin Ar-Ge'ye ayırdıkları bütçelere bakıldığında, yenilik ekosistemi güçlü ülkelerde Ar-Ge paylarının yüksek olduğu görülmektedir. İlk sırada İsrail (%4,82) gelmekte, onu G.Kore (%4,29), Japonya (%3,21) ve Almanya (%3,07) takip etmektedir. Almanya ve Japonya'nın Endüstri 4.0 ve 5.0 olarak adlandırılan dijital dönüşümlerin referans ülkeleri olmaları, onları ileri teknoloji uygulamalarında özel bir konuma getirmektedir.

Tablo-7 Seçilen Ülkelerde Yapılan Ar-Ge Harcamalarının GSYH'ye Oranı, 1987-2017

	Kamu Ar-Ge Harcamaları (%)				Özel Sektör Ar-Ge Harcamaları (%)			
	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017
ABD	2,61	2,48	2,63	2,81	1,86	1,81	1,86	2,05
EU28	1,82 ^a	1,59	1,69	1,98	1,18 ^a	0,99	1,06	1,30
Almanya	2,73	2,19	2,46	3,07	1,97	1,47	1,72	2,12
İngiltere	2,02	1,54	1,61	1,65	1,39	1,00	1,01	1,11
Fransa	2,16	2,15	2,02	2,21	1,27	1,34	1,28	1,44
Rusya	..	0,97	1,04	1,11	..	0,64	0,67	0,67
Japonya	2,50	2,77	3,34	3,21	1,77	2,00	2,60	2,53
Çin	..	0,64	1,37	2,15	..	0,29	0,99	1,66
G. Kore	..	2,24	2,87	4,29	..	1,63	2,19	3,41
İsrail	..	2,81	4,42	4,82	..	1,81	3,72	4,23
Türkiye	..	0,36	0,69	0,96	..	0,12	0,29	0,55

^a EU15 verisi kullanılmıştır.

Kaynak: OECD, Main Science and Technology Indicators, <https://stats.oecd.org>. (09.03.2020).

Ülkelerin Ar-Ge faaliyetlerine ayırdıkları bütçe, yenilik ve BT anlayışı için önemli bir gösterge olmakla birlikte, verimli bir STI ekosistemine sahip olup olmadıklarını anlamada yeterli değildir. İlgili literatürde de buna ek olarak, bir ülkedeki toplam araştırmacı sayısı, STI ekosisteminin bir diğer önemli ayağı olarak işaret edilmektedir. Başka bir ifadeyle, bu ‘yenilik doğurucu ortam’ı belirleyen faktörlerin arasında “*BT alanında çalışan araştırmacı sayıları*” da yer almaktadır (Leloğlu, 2009:2). Artan araştırmacı sayıları, ülkelere, ulusal yenilik kapasitesinin somut göstergelerinin başında geldiği kabul edilen ‘patent’ halinde yansıdığından, bu değişken, patent sayılarıyla birlikte incelenmektedir.⁸⁴

Ülkelerin mevcut durumu bu açıdan incelendiğinde, Çin’in ABD’yi geride bıraktığı görülmektedir. Ayrıca, tüm ülkelerde (Rusya dışında) araştırmacı sayısı artmaktadır. Rusya’da ise 1997 yılından 2017 yılına geline süreçte, araştırmacı sayısında bir düşüş yaşandığı izlenmektedir. Rusya’da araştırmacı sayısındaki bu azalma; araştırmacıların yaşlanması, beyin göçü ve bilimsel topluluğun bölünmesi olmak üzere üç ana sorun ile ilişkilendirilmektedir (Dezhina, 2005:3).

Araştırmacı sayısında bir artış gözlemlense de, 1987-2017 yılları arasında, Almanya dışında tabloda yer alan ülkelerin tamamında, toplam araştırmacı oranında azalma olduğu görülmektedir. Oranlardaki bu azalma eğilimi, gerek küreselleşmenin yarattığı ucuz emek arayışına gerekse uluslararası işbirliği söylemiyle ortaya çıkan taşeronlaştırma olgusuna bağlanabilir. Örneğin, ABD bir yazılım mühendisini, kendisi için Silikon Vadisi’nde yüksek ücretle çalıştırmak yerine, Hindistan’da kalmasını sağlayarak çok daha düşük ücretle istihdam etmektedir. Bu nedenle de sayılar giderek azalmış görülebilir. ABD’deki oransal düşüşü açıklamada bir başka örnek de, Çin’in ABD’ye BT alanında yetiştirmek için göndermiş olduğu araştırmacıları ülkesine geri çağırmasıdır. Ayrıca, Ar-Ge yapan firmaların projelerini internet üzerinden sanal çalışan mühendis ve proje takımlarına arz ederek, kayıt dışı araştırma desteği alması da bu azalmada etkilidir (Savcı, 2011).

Diğer yandan, Almanya’da 2007 yılında %23 olan araştırmacı artış oranı, neredeyse sonraki 10 yılda, iki katına çıkmıştır. Bu durum, Almanya’nın 2011 yılından beri üzerinde durduğu Endüstri 4.0 çalışmaları ve Avrupa Araştırma Alanı (ERA) ile ilişkilendirilebilir. 2000 yılında AB ülkelerinin bilimsel kaynaklarının entegre edilmesi anlayışıyla ortaya

⁸⁴ OECD, ülkelerin yenilikçi performansının ölçülmesinde uluslararası bir karşılaştırılabilir göstergeye *Üçlü Patent Ailesi (Triadic Patent Families)* ile erişmektedir. Üçlü Patent Ailesi; Avrupa Patent Ofisi (EPO), ABD Patent Ofisi (USPTO) ve Japonya Patent Ofisi (JPO)’nden oluşmaktadır.

çıkan ERA, BT konularında araştırmacıların Avrupa sınırları içindeki bağımsız dolaşımını teşvik etmekte ve bu uygulama, Almanya ve Fransa başta olmak üzere tüm AB ülkelerinin STI ekosistemine olumlu şekilde yansımaktadır.

Araştırmacı oranına benzer biçimde, patent artış oranlarında da azalma görölmektedir. En fazla teknolojik yenilik, icat ve buluşun, sıcak ve soğuk savaş dönemlerinde ortaya çıktığı düşünülürse, patent sayılarını artıracak ihtiyaçların yeterince oluşmadığı sonucuna varılabilir. Radikal icat ve buluşlardan ziyade ‘ardışık yeniliklerin’ BT’ye hâkim olması da bu sonucu yaratabilir. Bu azalış, artan araştırmacı sayılarının yenilikçiliğinin azaldığı şeklinde de yorumlanabilir. Başka bir deyişle, yenilik ekosistemindeki araştırmacılar, önceki on yıllara göre, daha az yenilikçi bir görünüm sergilemektedir. Bu durum da, tablodaki hemen tüm ülkelerin, çocuk ve gençlerin BT ve temel bilimler alanına erken yaşta yönelmelerinin sağlanması konularında plân ve programlar üzerine yoğunlaşmalarını da açıklamaktadır.

Ayrıca patent sayıları, 2000’li yıllarla birlikte, yeniliğin coğrafyasında bir değışim yaşandığını da göstermektedir. Başka bir deyişle, bu yıllara kadar ABD, patent konusunda lider konumdayken, yukarıda da değerlendirildiğı gibi, 2000 yılından itibaren, Japonya ile EU28’in ABD’nin patent liderliğini elinden aldığı ve ülkenin yenilikçilik performansının gerilediğı açıkça görölmektedir. ABD’de hem STEM Eğitimi’ne verilen önem hem de CTE’deki yeniden düzenlemeler birlikte düşünüldüğünde, bu gerilemenin ulusal eğitim politikasına bir ‘reform çağrısı’ olarak yansıdığı görölmektedir.

Tabloda Rusya’nın patent sayısının düşük olması da dikkat çekmektedir. Ülkenin gerek uzay yarışında gerekse BT alanındaki tarihsel açıdan süregelen öncü konumu ile örtüşmeyen bu gösterge, ülkenin yenilikçi olmadığı şeklinde bir yorumu beraberinde getirmemelidir. Bu görünüm karşısında yapılacak değerlendirme, ülkenin BT ve yenilik konularında dışa kapalı olmasıyla ilişkilendirilebilir. Gerçekten de Rusya, yenilikçi ‘görünmeyi’ değil yenilikçi ‘olmayı’ tercih eden bir ülke konumundadır. Bunu da günümüzde ulaştığı teknoloji seviyesi ile sergilemektedir.

Tablo-8 Seçilen Ülkelerde Toplam Araştırmacı ve Patent Sayısı, 1987-2017

	Toplam Araştırmacı Sayısı (FTE*)				Patent Sayısı**				Patent Sayısı-Araştırmacı Oranı (%)			
	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017	1987	1997	2007	2017
ABD	682 742	881 271	1 136 653	1 434 415	9 260	14 184	13 882	12 454	1,36	1,60	1,22	0,87
<i>Değişim</i>	..	%29	%29	%26	..	%53	%-2	%-10				
EU28	613 947 ^a	996 132	1 458 114	1 993 613	9 891	14 033	15 108	13 106	1,61	1,41	1,04	0,66
<i>Değişim</i>	..	%62	%46	%37	..	%42	%8	%-13				
Almanya	165 616	235 793	290 853	419 617	4 268	5 796	5 809	4 663	2,58	2,46	2,00	1,11
<i>Değişim</i>	..	%42	%23	%44	..	%36	%0,2	%-20				
İngiltere	134 000	145 641	252 651	289 674	1 466	1 732	1 804	1 570	1,09	1,19	0,71	0,54
<i>Değişim</i>	..	%9	%73	%15	..	%18	%4	%-13				
Fransa	109 359	154 742	221 851	295 754	1 749	2 259	2 786	2 167	1,60	1,46	1,26	0,73
<i>Değişim</i>	..	%41	%43	%33	..	%29	%23	%-22				
Rusya	..	532 469	469 076	410 617	66	71	77	88	..	0,01	0,02	0,02
<i>Değişim</i>	..	..	%-12	%-12	..	%8	%8	%14				
Japonya	415 553	625 442	684 311	676 292	7 205	11 476	18 593	18 219	1,73	1,83	2,72	2,69
<i>Değişim</i>	..	%50	%9	%-1	..	%59	%62	%-2				
Çin	..	588 700	1 423 381	1 740 442	12	43	691	4 152	..	0,01	0,05	0,24
<i>Değişim</i>	..	..	%142	%22	..	%258	%1507	%501				
Türkiye	..	18 908	49 668	111 893	0.10	5	9	54	..	0,03	0,02	0,05
<i>Değişim</i>	..	..	%163	%125	..	..	%80	%500				

* Tam zamanlı eşdeğer (Kamu, Özel Sektör, Üniversite toplamı)

** Üçlü Patent Ailesi

^a: EU15 verisi kullanılmıştır.

Kaynak: OECD, Main Science and Technology Indicators, <https://stats.oecd.org>. (09.03.2020).

Türkiye'nin Ar-Ge faaliyetlerine giriş yılı olarak 1990'lı yıllar kabul edilmektedir. 1993 yılında yayınlanan BTYK Kararı'nda, Türkiye Ar-Ge sisteminin sorunları sıralanmakta, bunlar içerisinde “*insangücü yetersizliği*”nin, en ciddi sorun olduğu işaret edilmekte ve “*parasal kaynak yetersizliğinin aksine kısa vadede çözülebilir bir sorun olmadığı*” vurgulanmaktadır.

Tablo-8 ışığında, Türkiye'nin zaman içerisinde artan araştırmacı sayısı olumlu yorumlanmaktadır. Ülkede BT konularına ağırlık verilmesi ve bu konularda kararlı bir söylemin sürdürülmesi, STI ekosisteminin geleceğine dair umut vaat etmektedir. Ancak bunların henüz ulusal yenilik kapasitesi üzerinde görünür bir etki yaratmaya yetmediği de gözden kaçırılmamalıdır. Türkiye'nin patent artış oranı yüksek gibi görünse de patent sayısının çok düşük olması nedeniyle, BT alanında henüz yeterli düzeyde varlık gösteremediği sonucuna varılabilir. Doğal olarak patent/araştırmacı oranı da düşük çıkmaktadır. Araştırmacı sayısındaki artışın patent konusuna yansımada yaşanan sorunlar arasında, **Ar-Ge kültürüne yabancı bir zihniyetin varlığı** ön sıralarda gelmektedir (Varçın vd., 2008).

Bütün göstergeler göz önünde bulundurularak bir değerlendirme yapıldığında, ABD'nin hem Ar-Ge ve yenilik hem de havacılık ve uzay sanayindeki üstünlüğü görülmektedir. ABD'nin bu yenilikçi ekosisteminde önemli bir unsur da yurtdışından kendisine çektiği başarılı lisansüstü öğrenciler, akademisyenler ve bilim insanlarıdır. ABD'nin en fazla öğrenci çektiği ülkelerin başında Çin ve Hindistan gelmektedir. ABD yılda yaklaşık 1 milyon uluslararası lisansüstü öğrencisini ülkesine çekmektedir (OECD, 2017:126).

	2016/2017	2017/2018	2018/2019
Çin	350.755	363.341	369.548
Hindistan	186.267	196.271	202.104
Japonya	18.780	18.753	18.105
İngiltere	11.489	11.460	11.146
Türkiye	10.586	10.520	10.159
Almanya	10.169	10.042	9.191
Fransa	8.814	8.802	8.716

Kaynak: IEE, 2019.

Ülkeye, Hindistan ve Çin'den giden öğrencilerin büyük oranda mühendislik ve matematik ve bilgisayar bilimleri alanlarını tercih ettikleri görülmektedir. Örneğin 2018-2019 Akademik Yılı itibariyle ABD'de bulunan 202.104 Hintli öğrencinin %37'si matematik ve bilgisayar bilimleri alanında, %34,2'si mühendislik alanlarında eğitim almaktadır. Çinli

öğrencilere bakıldığında da benzer bir durumla karşılaşılmaktadır. 369.548 Çinli öğrencinin %19,9'u matematik ve bilgisayar bilimleri, %18'i mühendislik öğrencisidir (IEE, 2019).

Ayrıca teknoloji alanındaki çalışmaları sayesinde gelişmiş bir altyapıya sahip olan ABD'de hem gelişmekte olan ülkelerden hem de Avrupa ülkelerinden çok sayıda BT personeli bulunmaktadır. ABD'ye bu alandaki işgücünü/insan kaynağını 'kaptıran' ülkelerin başında %12 ile Hindistan ve %9 ile Çin gelmektedir (Savcı, 2011:104). Kişisel gelişiminin ve profesyonel kariyerlerinin farklı aşamalarında yüksek eğitilmiş kişilerin uluslararası hareketliliği, dünya çapında bilgi dolaşımının da temel itici gücünü oluşturmaktadır.

Özetle yenilik, ülkelerin verimli bir havacılık ve uzay sanayine erişmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Yeniliği ülkeler için bu kadar önemli yapan başat getiri, prestij, güç ve gelirdir. Uluslararası rekabet gücünün yenilikten geldiğinin farkında olan tüm ülkeler, Ar-Ge çalışmalarına ağırlık vererek kendi özgün bilgilerini ve deneyimlerini yaratmışlardır. ABD, yaptığı Ar-Ge harcamalarıyla 20. yüzyılın en yenilikçi ülkesi olmayı başarmışsa da (Vest, 2008:235) sahip olduğu bu üstünlüğü yeni aktörlerle paylaşmaya başlamıştır. Örneğin günümüzde, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki tüm patentli icatların %70-80'i Çin, Japonya, G.Kore ve ABD tarafından gerçekleştirilmektedir (OECD, 2017:152).

Uluslararası rekabette prestij ve güç arayışında olan ülkeler salt yeniliğin değil havacılık ve uzay sanayinde yeniliğin peşindedir. Bu doğrultuda, havacılık/uzay alanında çalışmalar yürüten ülke sayısı yıllar içinde artmaktadır. Bu durum yeniliğin coğrafyası üzerinde etkili olmaktaysa da verilerden de izleneceği gibi, yeniliğin egemen coğrafyasını dönüştürmeye henüz yetmemektedir. Yine de yaşanan dönüşümler, aktörlerin üstlendikleri kritik roller göz ardı edilmemelidir. Özellikle Çin ve Hindistan'ın hem Ar-Ge'ye verdikleri önem hem de ulaştıkları teknoloji kapasitesi göz önünde bulundurulduğunda, —hatta Çin'in süper bilgisayarlar konusunda ABD'nin önüne geçtiği ile birlikte düşünüldüğünde— bu iki ülkenin, ilerleyen zamanda, havacılık/uzay alanında daha da belirleyici bir rol üstleneceği söylenebilir.

Bir sonraki bölümde, tezin ana konusu olan nitelikli teknik işgücünün eğitimi ve istihdamına ilişkin bilgilere yer verilmekte, dünya ölçeğinde verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi oluşturmuş ve bu ekosisteme süreklilik kazandırmış ülkelerin, nitelikli teknik işgücünü nasıl yetiştirdikleri konusu ele alınmaktadır.

2. BÖLÜM: DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE HAVACILIK VE UZAY SANAYİNDE NİTELİKLİ TEKNİK İŞGÜCÜ: EĞİTİM VE İSTİHDAM

Nitelikli teknik işgücünün eğitimi ve istihdamına odaklanan bu bölüm, üç başlıktan oluşmaktadır. Birinci başlıkta, nitelikli teknik işgücünün eğitimi, —hem ortaöğretim hem de yükseköğretim seviyesinde— ele alınmaktadır. Burada MTE’nin kapsamı, ortaya çıkışı, gelişimi, mevcut durumu ile geleceğine ilişkin bilgiler sunulmakta, teknik işgücünü ‘nitelikli’ kılacak becerilerin neler olduğuna ve bu becerilerin kazandırılmasında öne çıkan FeTeMM (STEM) Eğitimi’ne yer verilmektedir. Takip eden başlıklarda sırasıyla dünyada ve Türkiye’de işleyen MTE sisteminin içinde, havacılık ve uzay sanayinin ihtiyaç duyduğu işgücünü yetiştirmeye yönelik eğitimin ve sanayideki istihdamın görünümü ele alınmaktadır.

Bölüm 1.4.’de açıklanan gerekçelerle, bu bölümde de ülkelerin MTE sistemleri konusunda OECD ve BM Uluslararası Teknik ve Mesleki Eğitim ve Öğretim Merkezi (UNEVOC) tarafından yapılan çalışmalarından yararlanılmıştır.

2.1. Nitelikli Teknik İşgücünün Yetiştirilmesi: Ortaöğretim ve Yükseköğretimde Mesleki ve Teknik Eğitim (MTE)

Bir ülkede, teknolojik öğrenme kapasitesinin geliştirilmesinin ve bu öğrenmenin ötesine geçilerek yenilik doğurucu çalışmalar yapılmasının, o ülkenin sahip olduğu teknik işgücünün bilgi, beceri ve deneyimiyle yakından ilişkili olduğu tezin ilgili yerlerinde önemle vurgulanmaktadır. 21. yüzyılın dinamik yapısı da göz önünde bulundurulduğunda, teknik işgücünün profesyonel becerilerinin yanı sıra değişime uyum sağlama kabiliyetinin de ülkelerin teknoloji kapasitesinin geliştirilmesinde kritik önemde olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca teknisyen ve mühendis işgücünde bulunması gereken becerilerde bir yakınlaşma da söz konusudur. Başka bir deyişle, günümüzde bu iki teknik profesyonelden, birbirinin becerileriyle donanmaları beklenmektedir.

Tüm bunlar tezde benimsenen ‘MTE’nin temel eğitim ile entegrasyonu düşüncesi’ne zemin oluşturmaktadır.⁸⁵ 21. yüzyılda teknik işgücünün eğitiminin; teknolojik değişimleri takip ve analiz edebilecek bilgi ve becerilerin kazandırılması üzerinde önemle durulmaktadır. Ayrıca MTE’de çalışma yaşamında ihtiyaç duyulan ‘deneyim’in eğitime ‘entegre edildiği’, öğrenmeye ve yeniliğe açık bir anlayışı egemen kılmak amacıyla düzenlemelere

⁸⁵ Tezde, bu entegrasyon, FeTeMM (STEM) Eğitimi üzerinden önerilmektedir.

gidilmektedir. Başka bir deyişle, 21. yüzyılda ihtiyaç duyulan nitelikli teknik işgücü; temel, akademik, teknik ve mesleki bilgi, becerilerin ‘bir potada eridiği’ kapsayıcı, güncel ve sürekli bir eğitim organizasyonu ile yetiştirilebilir. Bu yapının inşası ile teknik işgücünün birbirinin yetenekleriyle donanması, meydana gelen değişimlere hızlı bir şekilde uyum sağlaması mümkün olmaktadır. Böyle bir yapılanmada öğrencilerce MTE’nin ‘daha az prestijli’ görülmesinin önüne geçilmesi yönünde de bir adım atılmış olacaktır.⁸⁶

Tezde benimsenen bu yaklaşımın anlaşılabilirliği için, öncelikle MTE kavram ve sistem olarak tanımlanmakta, ardından gelişimi, ortaya çıktığı ülkeler ve bu ülkelere özgü koşullar irdelenmektedir. Bunun üzerine, MTE’nin güncel görünümüne odaklanılmakta ve sistemin geleceği hakkındaki görüşler ele alınmaktadır. Son olarak, 21. yüzyılda teknik işgücüne MTE yoluyla kazandırılması hedeflenen bilgi ve becerilerin neler olduğu ile yukarıda vurgulanan temel, akademik, teknik ve mesleki bilgi, becerilerin bir potada erimesini sağlayacak eğitim yaklaşımı olan FeTeMM Eğitimi’ne yer verilmektedir.

2.1.1. Mesleki ve Teknik Eğitim (MTE)’in Kapsamı, Ortaya Çıkışı ve Gelişimi

Teknik işgücünün yetiştirilmesi konusu **doğrudan** MTE’yi işaret etmektedir. Dolayısıyla bu bölümde, MTE’nin hem tarihsel gelişiminin hem de kavramsal zeminin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Kapsamının genişliği, bakış açılarının farklılaşması, ‘özünde’ bulunan sürekli değişim ihtiyacı gibi nedenlerden dolayı, üzerinde herkesin uzlaştığı bir MTE tanımı bulunmamaktadır. Bununla birlikte MTE’nin, çalışma yaşamına ilişkin profesyonel ve mesleki bilgi ve becerilerin kazandırılmasını hedefleyen, ‘öğrencilerin çalışma yaşamına hazırlanması’na odaklanan bir eğitim olduğunu söylemek mümkündür (Maclean ve Pavlova, 2013:44). Benzer bir tanım yapan Bromann (2010:101)’a göre MTE, kamu ya da özel kurumlar tarafından, kişilere belirli meslekle ilgili görevlerini yerine getirmeleri için gereken bilgileri sağlamayı amaçlamaktadır. Çalışma yaşamı odağından bakıldığında en genel haliyle MTE “... insanları belirli bir meslek veya işgücü piyasasının geneli için

⁸⁶ Bu anlayış, UNESCO’nun “21. Yüzyıl için Uluslararası Eğitim Komisyonu (International Commission on Education for the Twenty-first Century)” tarafından yayınlanan “*Öğrenme: İçindeki Hazine (Learning: Treasure Within)*” isimli raporda da gözlenmektedir. Burada, eğitimin “bilmeyi öğrenmek, yapmayı öğrenmek, birlikte yaşamayı/başkalarını keşfetmeyi ve ortak hedefler doğrultusunda çalışmayı öğrenmek ve olmayı öğrenmek” olmak üzere dört ayak üzerinde yükseldiğine dikkat çekilmektedir.

gereken bilgi, know-how, beceri ve/veya yeteneklerle donatmayı amaçlayan eğitim ve öğretim” şeklinde tanımlanmaktadır (CEDEFOP, 2018:5).⁸⁷

UNESCO (2016:5)'ya göre MTE bireyleri, kuruluşları, işletmeleri ve toplulukları güçlendirmekte; istihdamı, insana yakışır işi (decent work) ve yaşam boyu öğrenmeyi teşvik etmekte; kapsayıcı, sürdürülebilir ekonomik büyümeye ve sosyal eşitliğe katkıda bulunmaktadır. Clarke ve Winch (2007:1) de MTE'nin 'emeğin sosyal gelişimi' olarak görülmesinin, üstlendiği kritik rolün anlaşılmasını kolaylaştıracağına dikkat çekmektedir⁸⁸.

MTE'nin çalışma yaşamıyla ilişkisi, içerdiği çeşitli öğrenme deneyimlerinin adlandırılmasına da yansımakta ve MTE'yi ifade etmede birden fazla terimin yer aldığı bir kavramlaştırma ortaya çıkmaktadır. Bunlar;

- Çıraklık programları (apprenticeship programmes),
- Mesleki eğitim (occupational education [OE]),
- İşgücü veya işyeri eğitimi (workforce or workplace education [WE]) ve işgücü gelişimi (workforce development [WD]),
- Mesleki beceri geliştirme (vocational skills development [VSD]),
- Teknik mesleki beceri geliştirme (technical vocational skills development [TVSD]) şeklinde sıralanabilir (Barcucci vd, 2017:60-1).

Farklı şekillerde adlandırılrsa da MTE, 'temel (initial)' ve 'yaygın (continuing)' olmak üzere iki kategoride tanımlanmaktadır.^{89,90} **Temel MTE (initial VET)**, genellikle 'işgücü piyasasına girmeden önceki dönem' ve '(30 yaşın altındaki) gençler' için tasarlanan programları ifade ederken, **yaygın MTE (continuing VET)**, çalışanların kurumsal

⁸⁷ Genellikle lise düzeyinde örgün eğitim ve öğretim biçiminde kurumsallaşan ve yükseköğretime geçişi olanaklı kılan düzenlemelerle MTE, mevcut işgücü piyasasının talebine uygun nitelikte işgücünün arz edilmesinde merkezi bir rol oynamakta (OECD, 2010:9) ve bu yönüyle temel eğitimden ayrılmaktadır. Bununla birlikte tezde, temel eğitim ile teknik eğitim arasındaki ilişki göz önünde bulundurulmakta ve teknik/mesleki becerilerin genel eğitim sisteminin 'tutarlı bir parçası' olduğu kabul edilmektedir.

⁸⁸ İkili ayrıca MTE'yi işgücü piyasasına girişin bir koruyucusu olarak değerlendirmekte, emeği her biri farklı kalite, beceri ve statüye sahip farklı mesleklere ayıran bir filtre görevi gördüğüne işaret etmektedir. Bu yönüyle de toplumdaki işbölümü ile ilgili olduğuna yer vermektedir. bkz. Clarke ve Winch (eds), 2007.

⁸⁹ Bu ayrım Türkiye'deki 'örgün MTE' ile 'yaygın MTE' ayrımıyla örtüşmektedir. Ayrıca ülkemizde 'işletmelerde mesleki eğitim' ve 'açık ve uzaktan mesleki eğitim' olmak üzere MTE türleri de uygulanmaktadır.

⁹⁰ Bu kategoriler dışında, MTE'ye yönelik en az dört ana yaklaşımdan söz edilebilir. Bunlar; 'müfredat çeşitlendirme', 'paralel/ikili sistem', 'çekirdek müfredat' ve 'yaygın sistem' uygulamalarıdır (Lillis ve Hogan, 1983'den akt. Lewin, 1993:219).

eğitimini ve özellikle işini kaybeden kişilere sağlanan eğitimler de dâhil olmak üzere MTE'nin 'diğer tüm biçimlerini' kapsamaktadır (OECD, 2010:26).⁹¹

Ulusal eğitim sisteminin bir alt sistemi olan MTE'nin önemi, öncelikle sanayinin ihtiyaç duyduğu teknik işgücünün karşılanması ve yine sanayinin ihtiyaç duyduğu yenilik yapabilme kabiliyetinin geliştirilmesi temelinde ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda MTE'nin ulusal kalkınma plânı, istihdam politikası, çalışma yaşamı ile **doğrudan** ilişkili olması bu eğitime, işletmelerin ve ulusal ekonomilerin rekabet gücünü artırmak (veya sürdürmek) için 'anahtar bir faktör' olma rolünü kazandırmaktadır. Bu rol de MTE'nin sanayi ile kamu kurum/kuruluşları arasındaki bir '**mesleki ve teknik eğitim diyalogu**'na dayandırılmasını açıklamaktadır (Rauner ve Maclean, 2008:13). MTE'nin teknolojik işsizliğin ve/veya genç işsizliğin azaltılmasındaki işlevi de bu rolden doğmaktadır. Çünkü işgücü piyasasında arz ve talep kesişmesinin sağlanması, gençlerin işgücü piyasasının gerektirdiği niteliklere sahip olması anlamına gelmektedir.

Özellikle günümüzün öne çıkan sosyo-ekonomik sorunlarının başında gelen **teknolojik işsizlik/genç işsizliği** de teknik işgücünün sanayinin beklediği becerilerle donanması konusunu gündeme taşımaktadır. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) de [örgün ve yaygın] eğitimde ve istihdamda **olmayan** (NEET) gençlerin varlığını en büyük küresel sorun olarak işaret etmekte ve dünya genelinde kadınların %30'unun, erkeklerin %13'ünün bu sorunun içinde olduğuna dikkat çekmektedir. Ek olarak ILO, 15-24 yaş arası gençler arasında işsizlik oranının, %11,8 olduğuna (59.3 milyon) ve bu oranın, toplam yetişkin işsizliğinin (%5) çok üzerinde olduğuna da yer vermektedir (ILO, 2019:19-20). Birleşmiş Milletler Ekonomik ve Sosyal Konseyi de dünyadaki 5 gençten 1'inin NEET içinde olduğuna değinmektedir (ECOSOC, 2019:14).⁹²

Anlaşılaçağı gibi, MTE sırasında potansiyel teknik işgücü olan öğrencilerin, sanayinin ihtiyaç duyduğu bilgi ve beceriler ile donanması, her iki işsizlik türüyle mücadelede önemlidir. MTE'nin buradaki görevi, örgün eğitimde öğrencilere işgücü piyasasının talep

⁹¹ MTE sistemleri yukarıdaki ikili sınıflama ile sınırlı olmadığı gibi, genellikle ülkelerin bir tek sistemin izlenmesi eğiliminde olmadığı görülmektedir. Başka bir deyişle, ülkeler MTE'nin organizasyonunda farklı yol ve yöntemleri birlikte kullanmaktadır.

⁹² Ülkeler için taşıdığı bu kritik öneme karşın MTE, ulusal politika tartışmalarında ihmal edilmekte, hatta öğrenciler ile toplum tarafından genellikle düşük statülü bir eğitim şeklinde görülmektedir (Gamble, 2013; Maclean ve Pavlova, 2013; Özer, 2019). OECD, bu görünümünden dolayı, MTE konusunda karşılaştırmalı bir politika analizi gelişmediğine dikkat çekmekte ve özellikle ülkeler arasında güvenilir bir şekilde karşılaştırılabilir verilerin oldukça sınırlı olduğuna işaret etmektedir (OECD, 2010:9).

ettiği niteliklerin kazandırılması ve bu yolla okul sonrası istihdama geçişin hızlandırılmasıdır. Öte yandan MTE, yaşam boyu öğrenme anlayışıyla, BT’de meydana gelen değişim ve dönüşümlere uyum sağlamak için mevcut teknik işgücünün becerilerinin güncellenerek, bu kişilerin istihdamın korunmasını da içermektedir.⁹³

Buraya kadar anlatılanlardan hareketle, MTE’nin **iki belirgin özelliğine** vurgu yapmak gerekmektedir. Bunlardan ilki, MTE’nin ekonomi ve istihdam konuları ile iç içe bir görünüm sergilemesidir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde politikacılar, ekonomistler ve eğitim bilimciler arasında konu çok tartışılrsa da 1970’li yıllardan itibaren, ulusal plân ve programlarda MTE’nin öneminin ve ağırlığının arttığı gözlenmektedir. Bu ağırlığın, hem genç işsizliği ile mücadeledeki rolünden hem de üretkenlik, ekonomik büyüme ve kalkınmanın sağlanmasında, nitelikli işgücünün önemli bir kaynak olmasından ileri geldiği söylenebilir (Lewin, 1993:217; Ziderman, 1997:351-2; McGrath, 2012:624). Bunun yanı sıra politikacıların MTE’ye artan ilgisi ‘ekonomi’, ‘mesleki eğitim sistemindeki zorlanmalar (ör. işyerinde eğitim yerlerinin eksikliği, eğitmen eksiliği)’ ve ‘geçmişteki ihmal’ olmak üzere üç nedene bağlanmaktadır (OECD, 2010:24). İkinci özellik ise MTE için gerekli yatırımların yüksek maliyetli olmasıdır. Teknik ve mesleki bilgi, beceri ve deneyimin kazanılmasında, teorik ve sınıf içi eğitim kadar uygulamalı/teknik-pratik eğitimin gerekliliği, MTE’nin ihtiyaç duyduğu altyapının maliyetini artırmaktadır. Ayrıca bu uygulama alanlarının, güncel değişim ve dönüşümlerle birlikte güncellenmesi zorunluluğu, MTE’nin maliyetini daha da yükseltmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki politikacıların, bu tür yatırımlara yönelmekte çok da ısrarlı davranmamalarında bu yüksek maliyetlerin etkili olduğu söylenebilir.

Eğitim sistemi içindeki yerine geçmişten bugüne doğru bakıldığında, MTE’nin teknolojinin gelişimine paralel olarak yöntem, içerik, kavramlaştırma ve uygulamalar bakımından ekonomik ihtiyaçları karşılayacak biçimde yapılandırıldığı görülmektedir. Her ne kadar kurumsal düzeyde bir eğitimi işaret etse de bir işin yapılmasıyla ilgili her türlü ‘öğrenme’ olarak değerlendirildiğinde, MTE’nin neredeyse insanlık tarihi kadar eski olduğu ortaya çıkmaktadır. Çünkü insanın yaşamını sürdürebilmesi, ihtiyaçlarını karşılamasıyla

⁹³ Burada vurgulanması gereken nokta, MTE’nin maliyeti yüksek bir eğitim olmasıdır. Teknolojideki değişimlere göre MTE’de hem alt yapının hem de eğitmenlerin eğitimlerinin güncellenmesi hesaba katıldığında oldukça yüksek bir maliyet ortaya çıkmaktadır. Bu maliyetin hangi aktör tarafından üstlenileceği, hemen her ülkede bir anlaşmazlık konusudur.

mümkündür. Bu nedenle, insanlar beden gücü başta olmak üzere tarih boyunca en ilkel araçlardan en gelişmiş teknolojilere kadar her türlü el aleti ve makinaryı icat ederek kullanmış; bu gelişmeyi sağlayacak bilgi ve beceriyi önce deneme yanılma yoluyla daha sonra da uzmanlaşarak öğrenmiştir (Hager, 2012). İşte bu deneyimin ve bilgi birikiminin sonraki kuşaklara aktarılmasını sağlayacak gelişmeler, —imalâtın hane içinden fabrika sistemine evrilmesiyle— eğitim ve öğrenimin hane dışına çıkarak, kurumlaşmasını gerektirmiştir. Bilgi ve teknolojinin gelişiminde, insanın günlük meraktan başlayıp bilimsel meraka dönüşen güdüsünü giderme arzusu önemli bir rol oynamıştır. Yapararak öğrenme ve öğrenileni alışkanlığa taşıyarak rutinleştirme, ustalaşmanın ve bilgi ile deneyimin gençlere (çırak) öğretilmesini sağlayan MTE'nin ilk biçimini oluşturmuştur. Bu karşılıklı öğrenme ilişkisinin, zaman içinde gelişmesinde, teknolojik ilerlemenin rolü büyüktür.

Teknolojinin gelişmesi ve teknoloji kullanımının yaygınlaşması, imalâtın yöntem ve kapsamında değişiklikleri de beraberinde getirmiştir. Batılı ülkelerde burjuvazinin BT çalışmalarına finansman sağlayarak, —bir anlamda— Sanayi Devrimi'nin ortaya çıkışına kaynaklık ettiği söylenebilir. Dönemin sanayicileri, özellikle emek-sakıngan teknolojilerin icadında, teknologlara mali kaynak aktarmışlardır. Newcomb, Watt, Edison gibi mucitlerin çalışmalarının sanayiciler tarafından finanse edilmesi, bu duruma güzel bir örnektir (Türkcan, 2009:144; Basalla, 2013:199). Burada dikkat çekici olan konu, bugün hâlâ geçerli bir model olan bilim-sanayi işbirliğine giden yolun, o dönemlerde açılmış olmasıdır.

Hiç kuşku yok ki o dönemin teknoloji harikası makinaları kendi başlarına çalışma kabiliyetine sahip değildi. Çok büyük, gürültülü ve hatalı kullanımda verimsiz olabilen bu makinaların kullanılması için bazı beceriler gerekiyordu. Görüldüğü gibi, işçilerin belirli becerilere sahip olmalarını ihtiyaç haline getiren başat etmen **Sanayi Devrimi** veya Avrupa uluslarının sanayileşmesi olarak adlandırılan **mekanizasyon** çağı olmuştur. Devrim, geniş kapsamlı bir teknolojik ve ekonomik değişimi tetiklemekle kalmamış, aynı zamanda toplumsal yapıyı, sosyal etkileşimi, insanların yaşam tarzlarını, politik sistemleri, yerleşim yerini ve türünü derinden bir dönüşüme uğratarak, 'insan kaynağının sağlanması'nda radikal bir yeniden yapılanmayı beraberinde getirmiştir (Greinert, 2004:18). Sanayileşme, fabrika sistemi ve ücretli emeğin doğuşunun ardından, 'öğrenme'nin geleneksel kurumlarını da tasfiye etmiş, eğitimi formel bir yapıya büründürmüştür. İşte 19. yüzyıla damgasını vuran üretim biçimi olan 'fabrika sistemi', iş yapma kabiliyetlerini artırmış, iş başında öğrenmenin ötesinde bir eğitimi zorlamıştır. Başka bir deyişle, yaşanan teknolojik

gelişmeler neticesinde işgücünün ihtiyaç duyduğu teorik bilginin iş dışında organize olmuş bir eğitim ile (okulda) kazanılması gerektiği sonucuna varılmıştır (Hager, 2012).

Avrupa'da yaşanan bu sanayileşme süreci, bir tek MTE modeli üretmediği gibi, yüzyıllar boyunca kendilerini kurmuş olan 'homojen' **zanaat/ticaret temelli mesleki eğitim yöntemlerini** yok etmiş; onları sayısız 'modern' eğitim sistemi ile değiştirmiştir. Bununla birlikte BT alanında (özellikle 17 ve 18. yüzyılda) meydana gelen gelişmeler (ör. Bilimsel Devrim, Sanayi Devrimi) bağlamında şekillenen **üç** farklı 'örnek niteliğinde' Avrupa MTE modeli ortaya çıkmıştır. Bunlar, İngiltere'deki 'liberal piyasa ekonomisi modeli (liberal market economy model)', Fransa'da 'devlet tarafından düzenlenen bürokratik model (state-regulated bureaucratic model)' ve Almanya'daki 'ikili şirket modeli (dual-corporate model)' dir.⁹⁴

İngiltere'nin liberal modelinde, endüstriyel kapitalizmin etkisi altında; emek, sermaye ve eğitim arasında kurulan bir piyasa ilişkisinin varlığı söz konusudur; eğitim arzı ile eğitim talebi arasındaki niceliksel ilişki, piyasa tarafından düzenlenmektedir. Buradaki 'eğitim piyasası' çeşitli becerileri sağlayanlar ile bu becerileri talep edenlerin 'serbest' bir pazarda, gönüllü bir şekilde buluşabileceğine dayanmaktadır. Liberal modele sahip ülkeler, genel mesleki eğitim (general vocational education) ile özel mesleki eğitim (specific vocational training) arasında belirgin bir ayrıma gitmektedir. Genel mesleki eğitim, her zaman devlet okullarında yapılırken; özel mesleki eğitim, piyasa aktörleri arasındaki gönüllü anlaşmalara dayanmaktadır.

“Örneğin **İngiltere**, bugün 'sanayileşme' olarak adlandırdığımız sürecin, 18. yüzyılda başladığı ülkedir. Buhar makinası ve ilk mekanik eğirme makinaları ve tezgâhları İngiltere'de icat edilmiş, ülke genelinde tekstil fabrikaları ortaya çıkmıştır. Bunlar da derin değişiklikleri beraberinde getirmiştir. Bu değişimlerin başında lonca sisteminin ve geleneksel 7 yıllık çıraklığın kaldırılması gelmektedir. Eğitimsiz, düşük ücretli işçiler, iş başında öğrenerek fabrikalarda makinaları işletmişse de endüstriler uzun yıllar süresince nitelikli işgücüne çok az ihtiyaç duyduğundan, işçilere ve gençlere eğitim verilmemiştir. Ancak 19. yüzyılda orta eğitim düzeyinde ilk teknik okullar açılmıştır. Diğer okullara göre daha düşük prestijli olan bu okullarda müfredat elit sınıflar için eğitim veren okulların müfredatından farklı olup daha çeşitlilik arz ederken, entelektüel gelişimi arka planda tutmuştur (Wollschlager ve Reuter-Kumpmann, 2004:9-11; Maclean ve Pavlova, 2013)”.

İlk olarak Fransa'da titizlikle uygulanan devlet tarafından düzenlenen bürokratik modelde, ortaya çıkan bu yeni eğitim alt sistemi, sermaye ve emek arasında politik, güce dayalı bir

⁹⁴ Greinert (2004:22), bu üç mesleki eğitim modelinin, Avrupa uluslarının sanayileşme sonrası için prototipler oluşturduğuna inandığını ifade etmektedir. Bu sürecin, Avrupa'nın bir referans noktası olarak kullanabileceği başka modeller içermediğini ve 19 ve 20. yüzyıllar boyunca çeşitli Avrupa ülkelerinde ortaya çıkan diğer tüm mesleki eğitim modellerinin bu üç modelin varyasyonları ve/veya kombinasyonları olduğunu da eklemektedir.

ilişki yaratmak için kullanılmıştır. Genel sosyo-politik nedenlerden ötürü dezavantajlı çalışanlar, devlet tarafından düzenlenen ve finanse edilen bir eğitim yoluyla ‘nitelikli’ işgücü haline gelmektedir. İngiliz prototip modelden farklı şekilde Fransız prototip model,

“... özellikle 18. yüzyılda doğa bilimlerinde öncü rolü oynamıştır. Ecole Polytechnique gibi “*grandes écoles*” olarak bilinen kolejleri, Avrupa’da teknik eğitim için bir model teşkil etmiştir. Fransız Devrimi’nin ardından lonca sistemi 1791’de kaldırılmıştır ancak nitelikli işçiler için eğitim sorunu uzun süre çözülememiştir. ‘Aydınlanma’nın etkisi altında, insan ve doğa bilimlerine verdiği önemle, toplum ve birey için iyi plânlanmış çocukluk eğitiminin önemi ilk kez kabul edilmiştir. Yine de Fransa, 19. yüzyılın sonuna kadar sanayileşmenin en yüksek noktasına ulaşamamıştır (Wollschlager ve Reuter-Kumpmann, 2004:9-11; Maclean ve Pavlova, 2013)”.

Yalnızca Almanca konuşulan bölgelerde var olan ikili-korporatif modelde ise mesleki eğitim; aktörleri emek, sermaye ve devlet olan yeni bir *bağımsız alt sistem*dir. Modelde, devlet adına işçilerin niteliklerini yöneten, geleneksel ‘aracı kurumlar’ın müdahalesi (ör. devlet tarafından düzenlenmiş oda [chamber] sistemi) söz konusudur. Bu sistemdeki birincil öğrenme merkezi, firmalardır. Gençler ‘özel stajyer statüsüne sahip çalışanlar’ olarak firmayla özel bir eğitim sözleşmesi imzalarlar. Meslek okuluna devam ettikleri için de genel eğitim sisteminin kurallarına tabidirler (Greinert, 2004:20-2). Alman prototip modelin özellikleri şunlardır:

“Almanya’da tekstil üretiminin mekanizasyonu 19. yüzyılın ortalarına kadar başlamamışsa da sonrasında, tekstil, demir, çelik ve madencilik endüstrilerinde hızlı gelişme yaşanmış; 19. yüzyılın sonunda, elektrik, kimya ve otomobil endüstrileri giderek daha önemli hale gelmiştir. 19. yüzyıl boyunca çıraklar genellikle akşamları ya da pazar günleri ilköğretim okulu müfredatı ile belirli meslekler için teorik bilgileri aktaran “*sürekli eğitim okullarına (continuing schools)*” gitmişlerdir. 19. yüzyılın sonunda, bu okullar ‘meslek okulları’ haline gelmiştir (Wollschlager ve Reuter-Kumpmann, 2004:9-11; Maclean ve Pavlova, 2013)”.

Görüldüğü gibi modeller arasında ‘yapı ve ilişkiler açısından’ farklılıklar bulunmaktadır. İngiliz işveren-merkezli sistemi; devlet-egemen Fransız sisteminden ve sosyal ortaklar, — işverenler ve işçiler— arasındaki fikir birliğine dayanan Alman sisteminden daha fazla, firmaya özgü becerilere yöneliktir (Clarke ve Winch, 2007:1).

Aynı dönemde ABD’ye bakıldığında ise endüstriyel eğitimin değilse de temel eğitimin yaygınlaştığı görülmektedir. Hatta Freeman (1995:7-8), ABD’de eğitimin yaygınlaşmasının, Almanya’dan daha dikkat çekici olduğunu ifade etmekte; bununla birlikte, *ucuz ve erişilebilir malzeme, enerji ve toprağın bolluğu ile birbirini takip eden göç dalgalarının* ABD’ye, Avrupa’yla paralel olmayan bazı özellikler kazandırdığına vurgu yapmaktadır. Gerçekten de ABD’nin yaşadığı emek kıtlığı, ülkenin yenilik ve teknolojiye bakış açısını farklılaştırmış, patentle tescillenen teknolojik yeniliğe dayalı bir ekonominin geliştirilmesine yol açmıştır. Başka bir deyişle, toprağın bolluğuna karşın emeğin kıtlığı,

Amerikalıları hem sanayi hem de tarım için, emekten tasarruf edebilecek buluşlara yönlendirmiştir (Türkcan, 2009:162-3; Basalla, 2013:183-4).⁹⁵ Bu durum, emek sakıngan teknoloji üretimini tetikleyen patentlerle sonuçlanacak bir Ar-Ge'nin ortaya çıkışını sağlamış, ayrıca burada BT'ye yönelik çalışacak bir işgücünün yetiştirilmesini olanaklı kılmıştır.

Sanayileşmenin yayılmasıyla, MTE'nin **transferi** de önemli bir tartışma konusu haline gelmiştir. Başka bir deyişle, BT'deki ilerlemelerin, zaman içinde, diğer ülkelere/coğrafyalara yayılmasıyla 'geç kalan ülkelerde (latecomers)' bir sanayileşme deneyimi yaşanmış ve bunun sonucunda ortaya çıkan nitelikli işgücü talebi, bu ülkelerdeki eğitim yapılanmasında değişim ihtiyacını tetiklemiştir (Goodman vd, 2009:iv). Yukarıda sıralanan MTE modelleri, diğer ülkeler için örnek teşkil etmiş; her ülke bu modellerden 'esinlenerek', kendi MTE sistemini oluşturmuştur.

Anlaşıldığı üzere, bir ülkenin MTE'yi ne zaman ve nasıl organize edeceği, **ekonomik değişim ve dönüşümü** ile yakından ilişkilidir. Genellikle ekonomik gelişme dönemlerinde MTE'ye ihtiyacın arttığı ve MTE'nin kapasite olarak genişlediği ancak devam eden süreçte bu durumun, genel eğitim lehine değiştiği ifade edilmektedir. Başka bir deyişle, sanayileşme deneyiminin yeni başladığı yıllarda ve/veya köklü bir teknolojik değişim meydana geldiğinde, teknik becerilere *artan bir ilgi* söz konusu olmaktadır. Böyle zamanlarda, işçilerden sahip olmaları beklenen nitelikler değişmekte, işgücü piyasasında işlerin bazıları 'yok olurken' bir taraftan 'yeni işler' ortaya çıkmaktadır. Bir yandan da bu gibi durumlar, MTE'de reform ve yeni arayışlar 'çağrısı'nı taşımakta; hatta teknik becerilere verilen önemin değişmesiyle MTE'ye *ilginin azalması*, temel ve akademik bilgi/becerilere ilginin artması sonucunu beraberinde getirmektedir (Özer, 2019).

MTE'nin ülkeler için ekonomi-politik önemi, bu konuda yapılan çalışmaların dayanağını oluşturmaktadır. Günümüzde çok sayıda ulusal ve uluslararası kurum/kuruluşun MTE'nin sorunları ve geleceği üzerine çalışmalar yaptığı görülmektedir. MTE'ye yönelik yaklaşımların odağında, teknolojinin dinamizmi ve sürdürülebilirlik konuları öne çıkmakta; yapay zekânın eğitim ortamına entegrasyonu ve yeni nesil eğitim-öğretim teknolojilerinin önemi de vurgulanmaktadır. UNESCO'nun "*Küresel Eğitim 2030 Gündemi*" bu bağlamda

⁹⁵ ABD'nin patent konusundaki öncü rolü de, bu bağlamda değerlendirilebilir. Her ne kadar ABD patent sistemi, 1790 yılında İngiltere patent sisteminden etkilenecek kurulmuşsa da, ABD, uzun yıllar boyunca patent liderliğini taşımıştır.

şekillenmektedir. “Eğitimde Yapay Zekâ: Sürdürülebilir Kalkınma için Zorluklar ve Fırsatlar” adlı raporda da güncel gelişmeler izlenmekte ve bu gelişmelere uyum sağlamanın önemine değinilmektedir. Yine OECD tarafından yayımlanan “İş İçin Öğrenmek (Learning for Jobs)” adlı raporda, geleceğin işgücü becerilerine dair beklentilere ve değerlendirmelere yer verilmektedir. Buna göre 21. yüzyılda, işgücü piyasasına girenlerin birtakım çalışma becerilerine ihtiyaçları olduğu gibi, ‘değişen işleri ve kariyer bağlamlarını idare etmelerini’ ve ‘öğrenme kapasitelerini sürdürmelerini’ sağlayacak bir dizi **kariyer ve bilişsel yeterliliğe** de ihtiyaçları vardır. Raporda ‘erken uzmanlaşma’yı içeren programlarda, yaşam boyu öğrenme, etkili vatandaşlık ve başarılı bir kariyere temel sağlamak için genel akademik beceriler ile daha geniş becerileri işaret eden ‘yumuşak becerilere (soft skills)’ yeterince dikkat edilerek, becerilerin dengelenmesi gerektiğine işaret edilmektedir (OECD, 2010:14).

Bütün önemine ve kritik rolüne karşın, gençlerin MTE’ye yönelmesinde bir ‘anlayış’ sorunuyla karşılaşmıştır. Bunların başında, ‘prestijli olmayan ve/veya düşük prestijli’⁹⁶ ve/veya ‘başarısız öğrencilerin tercih ettiği’ eğitim olarak görülmesi gelmektedir (Maclean ve Pavlova, 2013; Wolf, 2002’den akt. Gamble, 2013). Bu yönde bir yaklaşım, hem MTE’ye olan ilgiyi olumsuz etkilemekte hem de bu eğitimi almakta olan öğrencilerin öğrenme isteğini kırmaktadır (Özer, 2019).

Ayrıca MTE zaman zaman içerik konusunda da eleştirilmektedir. MTE’nin ‘teknolojiye bağlı’ yapısının göz ardı edildiği; MTE sistemlerinin, geleneksel yöntemleri terk ederek modern teknolojilere uyarlanma kabiliyetinden **yoksun olduğu** vurgulanmaktadır (Majumdar, 2017:viii). Bu güncelliğin ‘yakalanamaması’ sanayinin ihtiyaç duyduğu becerilerin **kazandırılmamasını** beraberinde getirmektedir. Majumdar (a.g.m.), bu beceri uyumsuzluğunu ‘arz-odaklı zihniyet’ ve ‘sanayi ile sinerji eksikliği’yle ilişkilendirmektedir. Bu değerlendirmeden hareketle, sanayinin ihtiyaç duyduğu becerilerin kazandırılacağı bir MTE sisteminde, ‘talep-yönlü’ ve ‘sanayi ile etkileşim içinde’ olmanın önemli olduğu

⁹⁶ MTE kurumlarının daha az prestijli olduğu yönündeki anlayışın açıklanmasında, toplumun farklı sosyoekonomik katmanlarının eğitime erişimi bağlamında getirilen açıklamalar bulunmaktadır. Buna göre, MTE’ye ilginin yüksek olduğu dönemlerde farklı gelir seviyelerinden öğrenciler bu yönde eğitimi tercih etmektedir. Ancak MTE’ye ilginin azaldığı, mesleki becerilere olan talebin yerini temel ve akademik becerilerin aldığı dönemler, MTE’deki çeşitliliği olumsuz etkilemekte, MTE başarısız veya ailelerinin gelir seviyesi düşük olan çocuklar için zorunlu bir seçenek haline gelmektedir. Dolayısıyla bu yaşanan, bir prestij sorunu olmanın ötesinde bir ‘toplumsal tabakalaşma’ sorunudur. bkz. Özer, 2019:3.

sonucuna varılmaktadır. Bunlar, THUS için model önerisi geliştirilirken göz önünde bulundurulmuştur.

2.1.2. Teknik İşgücüne Kazandırılması Hedeflenen Beceriler ve FeTeMM (STEM) Eğitimi

Nitelikli teknik işgücünün değeri sürekli artmaktadır. Bu işgücünün varlığı (niceliği) kadar dijitalizasyonun beraberinde getirdiği bilgi ve beceri ihtiyacını karşılaması (niteliği) da önem taşımaktadır. Bundan dolayı, güncel bilgi/becerilerin neler olduğu ve nasıl kazandırılacağı soruları belirlemekte; aranan yanıtlar ise genellikle önceki sanayi devrimlerinin yaratmış olduğu etkileri değerlendirirken bulunmaktadır.

Tarihsel olarak bakıldığında, genellikle MTE'nin, eğitim ve istihdam arasında, bir 'aracı' rolü üstlendiği ve bu rol kapsamında öğrencilere, teknik/mesleki bilgi, beceri ve deneyimin kazandırılmasını hedeflediği görülmektedir. Her sanayi devrimi, yeni becerilere gereksinim yaratmış; bir yandan mevcut işgücünün bunlarla donanmasını sağlayacak teknik eğitimleri zorunlu kılarken, diğer yandan teknik eğitim kurumlarında müfredatın ve uygulamaların biçimlerini değiştirmiştir. Bugün de aynı anlayışla hareket etmek mümkün olmakla beraber, son teknolojik gelişmelerin, köklü değişimleri beraberinde hızla getirmesi, daha farklı bir yol izlenerek, değişimin kendisinin merkeze alınmasını gerektirmektedir.

Öncelikle teknik eğitim almış ve/veya almakta olan gençlerin, ortaöğretim sonrasında yükseköğretime devam etme yönündeki eğilimi, bu tür programlarda, teknik/mesleki bilgilere olduğu kadar akademik, özellikle de temel bilimlere ilişkin bilgiye sahip olmayı sağlayacak müfredat düzenlemelerini gerektirmektedir. Dolayısıyla, öğrenci ister doğrudan işgücü piyasasına girmeyi tercih etsin isterse yükseköğretime giriş için hazırlansın, bu tür programların yeniden tasarlanmasına ve yapılandırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (OECD, 2010:14). Bu ihtiyacı takip eden ülkelerde, MTE'nin yapı, organizasyon ve içerik açısından çok boyutlu bir **değişim** geçirdiği görülmektedir.

Bu değişim, günümüzde 'geçerli olan' ve gelecekte 'geçerli olması beklenen/öngörülen' becerilerin tespitini zorunlu kılmaktadır. Larson ve Miller (2011:121), "21. Yüzyıl Becerileri" olarak adlandırdıkları, eğitim ve öğrenmeyi doğrudan etkileyen becerilere 'daha yakından bakılması'nın zamanının geldiğini ifade etmektedir. '21. Yüzyıl Becerileri Ortaklığı' (Partnership for 21st Century Skills), gençlerin işgücü piyasasına başarıyla girmelerini sağlayacak beceri, bilgi ve uzmanlıkları bir çerçeve içinde sıralamaktadır. Buna

göre öğrencilere kazandırılması gereken bilgi, beceri ve uzmanlıklar; “*temel konular ve 21. yüzyıl temaları*”, “*öğrenme ve yenilik becerileri*”, “*bilgi, medya ve teknoloji becerileri*” ile “*yaşam ve kariyer becerileri*” olmak üzere dört başlıkta incelenmektedir. Benzer şekilde, Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu (ISTE), giderek dijitalleşen bir dünyada, öğrencilerin ihtiyaç duyduğu becerilerin; “*yaratıcılık ve yenilik*”, “*iletişim ve işbirliği*”, “*araştırma ve bilgi akıcılığı*”, “*eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme*”, “*dijital vatandaşlık*” ile “*teknolojik işlemler ve kavramlar*” olduğuna dikkat çekmektedir.

Son teknolojilerin üretim biçimi ve iş yapma tarzlarını derinden değiştirmekte olduğu bugünün çalışma yaşamında, öğrencileri ‘fen veya sosyal yönelimli’ olmak üzere ayırmaya odaklanmış eğitim modellerini de yeniden düşünmek gerekmektedir. 21. yüzyılda disiplinlerarasılık ve/veya çok disiplinlilik anlayışı baskın gelmekte, bu anlayışla, temel bilimler hemen her disipline ‘entegre olmakta’dır. Son yıllarda üniversitelerde çift anadal ve yandal uygulamalarının sonuçları farklı alanların entegrasyonunu sağlamada önemli bir rol üstlenmektedir. İşte bu arayışların ulaştığı son nokta, eğitim programlarında FeTeMM (STEM) Eğitimi’yle formüle edilmiştir.

STEM; “*Science, Technology, Engineering, Mathematics*” kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltma olup, daha sonra buna “*Art (A)*” sözcüğü de eklenerek STEM-A’ya veya STEAM’e dönüştürülmüştür. Kavramın, ilk kez 1990’lı yıllarda ABD Ulusal Bilim Vakfı (NSF)’nda tartışıldığı bilinmektedir. Sözcük, Türkçe’ye aynı dizge takip edilerek FeTeMM (*Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik*) kısaltmasıyla aktarılmıştır. FeTeMM Eğitimi; bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik konularının yeni bir ‘disiplinler arası entegrasyonu’ şeklinde tanımlanabilir. Bu doğrultuda, FeTeMM Eğitimi, öğrencilere sıralanan alanlardaki parçalı bilgi ve uygulamaları öğrenmek yerine, içinde yaşadığımız bütünleşik (entegre) dünyayı anlama fırsatı sunmakta (Dugger, 2010:2), geleneksel öğretmen odaklı eğitim stratejilerinin, daha fazla sorgulamaya alan açan ve proje-tabanlı yaklaşımlarla değiştirilmesini içermektedir.

Buraya kadar yer verilen becerilerin ve anlayışların, örgün ve yaygın eğitimin **tüm kademeleri için** geçerli olduğu gözden kaçırılmamalıdır. Bununla birlikte teknik eğitimin; kişilerin girişimcilik, ekip çalışması, karar verme, sorun/problem çözme becerilerini desteklemesi, ulusal/uluslararası tanınırlığını ve hareketliliğini sağlaması, bireyleri değişen

sosyal ve ekonomik koşullara uyum sağlayabilen dinamik bir yapıda yetiştirmesi (MEB, 2018:22) beklenmektedir.

Dahası MTE'nin işgücü piyasasında yaşanan arz ve talep uyuşmazlığıyla mücadeledeki başarısında, teknik işgücünün daha açık bir ifadeyle; teknisyen, tekniker, mühendis işgücünün sahip olması gereken/beklenen becerilerin belirlenmesi önceliklidir. *Teknisyen*, ortaöğretimi tamamlamış teknik işgücünü ifade ederken, *tekniker ve mühendis*, yükseköğretim seviyesinde eğitim almış teknik işgücüdür. Her bir işgücünün kendisine özgü, diğerlerinden ayrılan bilgi ve becerileri bulunmaktaysa da bu işgücünden asıl becerilerinin yanı sıra birbirinin becerileriyle de donanması beklenmektedir. Dolayısıyla burada, teknik işgücünün sahip olması gereken nitelikler değerlendirilirken, her bir unvan tek tek ele alınmamış, en kapsamlı beceri kümesini içermesi gerekçesiyle, mühendislik eğitimi ve becerilerinden hareket edilmiştir.

Bir mühendisin sahip olması beklenen becerilerin neler olduğuna geçmeden önce, mühendisin ve mühendisliğin çerçevesinin çizilmesi yerinde olacaktır. İngilizce'de 'engineer' kelimesini oluşturan 'engine' ve 'ingenious' kelimeleri, Latince 'yaratmak' kökünden türetilmiştir (Smith, 2020). Türkçe'de ise mühendis kelimesinin, Arapça kökenli hendese (geometri) kelimesinden türediği bilinmektedir. Bununla birlikte mühendisin genellikle "*hesap yapan, problem çözen, tasarlayan*" kişi olarak tanımlandığı görülmektedir. Başka bir deyişle, mühendisin en belirgin özelliği, problem çözme konusunda belirlemektir. **Mühendis**, gerçek dünyanın karmaşık problemlerini, sahip olduğu teknik ve bilimsel bilgileri kullanarak çözen kişidir. Mühendislik mesleği de bir tasarım ve uygulama sürecini içermektedir. Süreç, problemin ve kısıtların belirlenmesi ile başlayıp, araştırma, fikir üretme, üretilen fikirlerin analizi, çözümün üretilmesi, çözümün test edilip iyileştirilmesi, düzeltilmesi, sürecin kendisi hakkında iletişim kurma ve düşünme olmak üzere yedi aşamadan geçmektedir (Çallı, 2017:12-3).

Göker (2000:2-3) de bu süreci, mühendisin tasarım ve konstrüksiyon⁹⁷ olmak üzere iki temel işleviyle adlandırmakta; mühendislik profilinin 'BT'deki değişim', 'mühendisin iş gördüğü fiziki ve beşeri ortamdaki değişim' ve 'üretim sürecinde bilginin artan rolü' gibi

⁹⁷ Göker, konstrüksiyon sözcüğünü içerdiği anlam derinliğiyle Türkçe'de bir tek karşılık bulamadığı için kullandığını ifade etmiştir. Kavramın, "bir şeyi yapma/inşa etme prosesi, sanatı/hüneri veya tarzı; bir şeyin anlamını açıklama, yorumlama ya da izah etme/açıklığa kavuşturma eylemi ya da bu eylemin sonucu olan yorum ya da açıklama" anlamına geldiğine yer vermiştir bkz. Göker, 2000.

gelişmeler neticesinde değişmesine dikkat çekmektedir. Mühendislik eğitimi çağın gerekleri, erişilen bilgi ve seviyesi ile eğitim teknolojilerindeki gelişmelere bağlıdır ve bu yönüyle dinamik bir görünüm sergilemektedir.

ABD’de mühendislik programlarının değerlendirilmesi ve geliştirilmesi çalışmalarını yürüten Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Komitesi (ABET), mühendislerin sahip olması gereken özellikleri tanımlamıştır. Komite tarafından⁹⁸, yeni milenyum için 11 adet mühendislik niteliği belirlenerek sıralanmıştır. Bunların arasında, öne çıkan mühendislik nitelikleri ‘problem çözme’, ‘deney tasarlama ve yürütme becerisi’, ‘yaşam boyu öğrenmeye katılma ihtiyacı duyma’, ‘mesleki ve etik sorumluluk anlayışı’ ve ‘çok disiplinli takımlarda çalışabilme yeteneği’dir (Koen ve Kohli, 1998). **ABET 2000** kriterlerine göre, eğitimlerinin sonunda mühendislerin şu özellikleri (becerileri) kazanarak mezun olması gerekmektedir:

- Matematik, fen ve mühendislik bilgilerini uygulama becerisi,
- Deney tasarlama ve yürütme, verileri analiz etme ve yorumlama becerisi,
- Belirlenen/İstenen ihtiyaçları karşılamak için bir sistem, bileşen veya süreç tasarlama becerisi,
- Mühendislik programlarını algılamak, tariflemek ve çözümlmek becerisi,
- Disiplinler arası takımlarda çalışabilme becerisi,
- Mühendislik problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözme becerisi,
- Mesleki ve etik sorumluluk anlayışı,
- Etkili iletişim kurabilme becerisi,
- Mühendislik çözümlerinin küresel ve toplumsal bağlamda etkisini anlamak için gerekli olan geniş bir bakış açısıyla eğitim,
- Yaşam boyu öğrenmeye katılma ihtiyacı duyma,
- Güncel konular hakkında bilgili olma,
- Mühendislik uygulamaları için gerekli modern mühendislik araçlarını ve tekniklerini kullanma becerisi (a.g.m.:3).

Göker (2000:9-10) de çağımızın mühendislik profilini çözümlerken öne çıkan özellikleri sıralamaktadır. Buradaki özellikler, genel olarak, ABET kriterleriyle örtüştüğü için aşağıda

⁹⁸ bkz. Engineering Criteria 2000, https://user.eng.umd.edu/~zhang/414_97/abet.html.

yalnızca, Göker'in ele aldığı ve bu kriterlerin dışında kalan mühendislik becerileri sıralanmaktadır:

- Rekabet içerisinde işbirliği yaparak öğrenme esnekliği,
- 'Öğrenen organizasyon' kurma öngörüsü,
- Zaman ve kalite yönetiminde yetkinlik,
- Kendi mesleki alanında 'örtük bilgi' de üstünlük ve yenilik (inovasyon) becerisi.

Problemleri tanımlayacak, olası çözüm önerileri geliştirecek, bu önerileri sınavarak eleyip, sorunu giderecek olan mühendisin sahip olması gereken özellikler hakkında neredeyse hem fikir olduğu görülmektedir. Spencer ve Spencer (1993:163)'ın teknisyenler ve profesyoneller için geliştirdikleri ve 12 yeterlilik başlığı altında 28 beceriye yer verdikleri modeldeki beceriler hem ABET hem Göker'in sıraladığı kriterler/nitelikler ile uyumludur (bkz. Tablo-10).

Sıralanan mesleki ve teknik bilgi/becerileri taşıyan, nitelikli teknik işgücüne sahip olmak, ülkeler arasındaki BT yarışının 'ateşleme sistemi'dir. Dolayısıyla MTE'nin güncelliğinin sağlanması her ülke için elzemdir. Teknik eğitimin içeriği ve kalitesi ile istihdam politikalarının iç içe geçmiş yapısı göz önünde bulundurulmalıdır. Aksi durumda, işgücü piyasasında, beceri arzı ile talebi arasında bir boşluk oluşacak ve bu da beraberinde beceri uyumsuzluğunu getirecektir.⁹⁹ MTE süresince öğrencilere kazandırılan becerilerin sanayinin ihtiyaç duyduğu beceriler olması önem taşımaktadır.

Becerilerin belirlenmesinden sonra, nasıl kazandırılacağı sorusuna da yanıt vermek gerekir. Bu geniş kapsamlı becerilerin kazandırılmasına yönelik ihtiyaç, teknik eğitimde öteden beri vurgulanan bütünleşik bir yapıyı işaret etmektedir. Ancak bugün yeni olan durum, giderek karmaşıklaşan problemlerin disiplinler arası düşünmeyi hiç olmadığı kadar zorlamasıdır. Buna uyum sağlamak da 'bilgi temelli hayat problemleri (BTHP)' anlayışıyla; temel, akademik, teknik ve mesleki becerilerin 'bir potada eridiği' bir eğitim ortamının oluşturulmasına olanak sağlayan FeTeMM Eğitimi'nden geçmektedir.

21. yüzyılın bilgi temelli hayat problemleri, oldukça karmaşık ve dinamik bir yapı sergilemektedir. Bu yapı içerisinde, farklı alanlarda uzmanlık kazanmak, bireysel yeterliliklerinin ötesinde bir durumdur ve bireylerin ortak çalışmasını gerektirmektedir.

⁹⁹ Beceri uyumsuzluğu, kişilerin eğitimlerinin ya da becerilerinin altında veya üstünde olan işlerde çalıştığı, işverenlerin kalifiye eleman bulmakta zorlandığı veya güncel olmayan beceri setlerine sahip kişilerin işsiz kaldığı durumları ortaya koyar (TEPAV, 2017:14).

Bireylerin ortak çalışma becerisine sahip olması da bilinen anlamıyla takım oyuncusu olmanın ötesine taşınmakta ve bundan daha fazlasına işaret etmektedir. Bugünün profesyonellerinin hem uzmanlık kazandıkları alanda tüm bilgiye sahip oldukları iddiasından vazgeçebilecek bir hayat görüşünü benimsemeleri hem de ortak çalışmaları gereken bireylerin uzmanlığına aşina ve öğrenmeye açık bireyler olmaları gerekmektedir.

Tablo-10 Spencer ve Spencer Tarafından Geliştirilen Genel Yeterlilik Modeli

Ağırlık	Yeterlilik
XXXXXX	<i>Başarı Odaklılık</i> Performansını ölçer. Çıktıları iyileştirir. İddialı hedefler koyar. Yenilik getirir.
XXXXX	<i>Etkileme ve İkna Etme</i> Doğrudan ikna etmek için gerçekleri ve rakamları kullanır. Dinleyici kitlesine uygun sunum yapar. Profesyonel itibara önem verir.
XXXX	<i>Kavramsal Düşünme</i> Kritik adımların ve temel problemlerin farkındadır. Bağlantı kurar ve modeller.
XXXX	<i>Analitik Düşünme</i> Engellerin farkındadır. Sorunları sistematik olarak parçalara ayırır. Mantıklı çözümler üretir. Sonuçları ve etkilerini görür.
XXXX	<i>İnisiyatif Kullanma</i> Sorun çözme konusunda ısrarcıdır. Herhangi bir talimat olmadan, sorunu çözmek için uğraşır.
XXX	<i>Özgüven</i> Verdiği kararların doğruluğuna ilişkin karşı tarafa güven verir. İddialıdır ve bağımsızdır.
XXX	<i>Kişilerarası İlişkileri Anlama</i> Başkalarının tavırlarını, ilgilerini ve isteklerini doğru bir şekilde algılar.
XX	<i>Kaliteye Önem Verme</i> Rollerin ve bilgilerin açık olmasına önem verir. İşin veya bilginin kalitesini kontrol eder. Dosya ve belgeleri düzgün bir şekilde saklar.
XX	<i>Bilgi Arama</i> Birçok farklı kaynağı araştırır. Kitap, makale gibi yayınları takip eder.
XX	<i>Takım Çalışması ve İşbirliği</i> Beyin fırtınası gibi yöntemlerle girdi elde etmeye çalışır. Diğerlerine güvenir.
XX	<i>Uzmanlık</i> Teknik bilgi kullanır ve bilgisini geliştirir. Teknik çalışmayı sever, deneyimini paylaşır.
X	<i>Müşteri Odaklılık</i> Temel beklentileri bulur ve bunları karşılar.

Kaynak: Spencer ve Spencer, 1993:163'den uyarlanmıştır.

Bu ise yakın geçmişin tek başına çalışan, bilgiyi sahiplenen, hatta bilgisiyle övünen bilim insanı anlayışından oldukça farklı bir profesyonel profilini ortaya çıkmaktadır (Çorlu,

2017:5-6). Bu yeni profesyonel meslek erbabının doğuşu, ‘**bilgi otoritesi öğretmen**’ anlayışının değiştirilmesi ile mümkün olabilir. Çünkü öğrenciler, öğretmenin doğruyu bildiği ve kendilerine aktaracağı üzerine kurulu bir eğitim ortamında sınırlı kalmaktadır. Özgün tasarım, düşünce, bakış açısı geliştiren öğrenciler yetiştirmenin ön koşulu, öğrencilerin kendilerini tanıyacakları, bilgilerini gösterebilecekleri, uygulama yapabilecekleri bir eğitim ortamının sağlanmasıdır.

Tezin ilgili yerlerinde vurgulandığı gibi, ilk sanayileşen ve sonradan sanayileşen ülkelerin, teknoloji transferinde başarılı olabilmelerini sağlayan **anahtar**, sahip oldukları nitelikli teknik işgücü olmuştur. Bu işgücünün yetiştirilmesinde yapılan ve/veya yapılacak yatırımların başlangıç maliyetleri yüksek olsa da bu yönde bir yatırımın uzun vadede büyük fayda sağlayacağı vurgulanmaktadır (Gürak, 2003:19). BT üretiminde başarılı olup, bunu ekonomik kalkınmasına taşımış ülkelerin, nitelikli teknik işgücü yetiştirmede de başarılı olmaları şartıdır değil. Zira nitelikli teknik işgücü yetiştirme başarısı, toplumsal ve ekonomik ihtiyaçların doğru saptanarak, kaynakların doğru kullanılmasına bağlıdır. Bu yöntemi izleyebilen ve izlemekte başarısız olan ülkeler ise kendi özgün koşulları çerçevesinde ortaya çıkan sosyo-ekonomik gelişme düzeyine sahip olmaktadır. Örneğin yenilikçi ülkelerdeki teknopark modelini —tek başına— transfer etmenin yeniliği getirmediği, BT üretme potansiyeline ve kültürüne sahip olmayan teknik işgücü ile yol almamadığı, başarısız ülke örneklerinde açık biçimde görülmektedir.

Ülkeler arasındaki bu farklılıklarda; ekonomik, siyasi ve kültürel yapı (ör. ulusal gelir düzeyi, işgücü piyasasının durumu, izlenen politikalar, MTE’ye yönelik tutum) da etkili olduğundan, her ülkenin kendisine en uygun MTE sistemini **kendisinin** inşa etmesi gerekmektedir. Bu sistemin kurulamaması ve/veya etkin bir şekilde işletilememesi “*beşeri sermaye yoksulluğu*” riskini barındırmaktadır. Beşeri sermaye yoksulluğu, düşük millî gelire bağlı olarak yetersiz düzeyde gerçekleşen eğitim ve sağlık yatırımlarının sonucunda ortaya çıkmakta ve kalıcı hale gelmesi, ülkeleri “*teknoloji yoksulluğu çıkmazı*”na hapsedmektedir (Tiryakioğlu, 2011:183). Bundan dolayı, uluslararası rekabetin içinde olan her ülkenin, temel bilim araştırma ve uygulamalarına dayanan, sistemli bir bütünleşik (entegre) eğitim yaklaşımı geliştirmesi, başarıya ulaşmada izlemeleri gereken ilk adımdır.

Sanayide ihtiyaç duyulan nitelikli teknik işgücüne becerilerin nasıl kazandırılacağı konusunda bilinen yöntem öteden beri, iş başında öğrenme üzerinde toplanmıştır. Eğitim

kurumlarında kazandırılan bilgi ve beceri ile iş başında sağlanan öğrenmenin ‘birlikteliği’, gençleri çalışma yaşamına hazırlamak için güçlü ve etkili bir yöntemdir ve *ikili sistem* de dâhil olmak üzere bu tür yaklaşımlar, işgücü piyasasına ilk geçişlerde oldukça etkili olmaktadır (OECD, 2010:14). Bununla birlikte, TKY uygulamalarının teknik işgücünden; teknolojik yenilik ve süreç yeniliği yapma, hata önleme, bağlamsal performans gösterme gibi daha farklı beceriler beklediği bilinmektedir. Bütün bu beklentiler, iş başında öğrenmenin dışında bir iş yapma kültürü ve disiplinine ihtiyaç yaratmakta, başka bir deyişle entelektüel bir birikimin edinilmesini gereklilik haline getirmektedir. Bu tür beceriler de işyerinden çok eğitim kurumlarında kazanılmaktadır. Ayrıca iyi eğitilmiş kişilerin, yaşam boyu eğitim konusundaki bilincinin ve becerilerini güncelleme olasılığının da daha yüksek olduğu öne sürülmektedir (a.g.e.:26-8).

İş başında öğrenme, sanayi ile üniversitenin, bilim ile teknolojinin yaklaşması anlamına gelmekte ve bu öğrenme deneyiminin günümüzde çok çeşitli yollarla gerçekleştiği görülmektedir. Teknopark, üniversite-sanayi ortak araştırma merkezleri gibi yapılar ve aday mühendislik, stajyer mühendislik, San-Tez gibi uygulamalarla sanayi ile üniversite birbirine yaklaşmaktadır. Örneğin gençlerin BT alanlarında çalışma yapmalarını teşvik etmek, Ar-Ge faaliyetleri sürdürmek, proje geliştirmek ve bu yolla spin-off ortaya çıkarmaya yönlendirmek gibi özelliklere sahip ‘**teknopark**’lar, bir iş başında öğrenme arayüzü olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır.¹⁰⁰ Özellikle üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde işletilen teknoparklar, uzmanlık alanlarına göre çeşitlilik de (ör. tarım teknoparkları) kazanmışlardır.

Eğitimi devam eden öğrencilerin, iş başında öğrenme deneyimi kazanmaları için araç niteliğinde bir uygulama da ‘**aday ve stajyer mühendislik**’ uygulamalarıdır. Böylelikle öğrencilerin iş süreçlerini ve işin nasıl yapıldığını yerinde görmeleri mümkün hale gelmektedir. Ek olarak, proje-tabanlı eğitim ve San-Tez gibi uygulamalar da öğrencilerin eğitim aldıkları alanlara ve/veya ilgi duydukları konulara ilişkin gerçek dünya problemlerini, sahip oldukları temel, akademik ve teknik/mesleki bilgiyle çözme odaklı düşüncelerine destek olmaktadır. Örneğin Almanya’da lisansüstü bir tezin hem sanayiden

¹⁰⁰ Çünkü bir ülkede üniversitelerden beklenen roller çeşitlenmektedir. Günümüzde üniversitelerin hem evrensel bilime katkı sağlaması, ihtiyaç duyulan insan kaynağını yetiştirmesi hem de yenilik yaratma kapasitesine sahip olması beklenmektedir (Savcı, 2011:282).

hem de akademiden bir tez hocası tarafından birlikte yönetilmesi, teori ve uygulama alanlarını bir araya getirerek, tezin sanayi ile bağlantısını güçlendirmektedir (Savcı, 2011).

Alandaki soru ve sorunların çeşitliliği, çözüm arayışında farklı disiplinler ile araştırma geleneklerinin entegrasyonunu beraberinde getirmektedir. Daha yakından bakıldığında bu entegrasyon, makro seviyede, MTE sistemlerinin analizinde; mezo seviyede, mesleki eğitim programlarında ve kurumlarının organizasyonu ile tasarımında; mikro seviyede eğitim ve öğrenme süreçlerinin analizi ve şekillendirilmesinde ihtiyaçların da güncel biçimde belirlenmesini gerektirmektedir (Rauner ve Maclean, 2008:13). Hız çağında; sorunlar hızla belirlenmek, çözümler de hızla üretilmek zorundadır. Teknolojik değişimin hızına uyum sağlamak zorunda olan iş ve işgücü piyasasının talebi, hızla güncellenmiş teknik işgücü becerileridir. Ekonomiler ancak bu tür bir organizasyon hızıyla rekabete dayanabilmektedir.

Bir ülkenin ulusal yenilik kapasitesinin artırılması için, eğitimin bir bütün olarak kalitesinin yükseltilmesini, içeriğinin zenginleşmesini sağlayacak tüm yapı ve uygulamalara işlerlik kazandırılması ön koşuldur. Dolayısıyla yenilik doğurucu uygulama, yapı ve işleyişlerin kararlılıkla takip edilmesinin önemi burada bir kez daha vurgulanmaktadır. Silikon Vadisi örneğinde olduğu gibi yenilik doğurucu Ar-Ge faaliyetleri için hem fiziki hem sosyal ortamların yaratılması (ör. Ar-Ge takımlarının bir araya geldikleri sosyal, sportif, gündelik faaliyet alanları¹⁰¹) nihai aşamada, ulusal BT hafızasının oluşmasını ve gelişmesini sağlayacaktır. Örneğin Silikon Vadisi'ndeki sosyal tesislerin, burada çalışmakta olan mühendislerin sorunlara çözüm aradıkları mekânlar olarak ortaya çıkması şartı olmalıdır (Savcı, 2011).

Özetle, günümüz toplumlarında çocuk ve gençlerin BT konularına yönelmelerini sağlayacak eğitim yöntemleri giderek daha fazla önem kazanmakta, bu yöntemler arasında da FeTeMM Eğitimi öne çıkmaktadır. Bu eğitim modelinin, ülkeden ülkeye farklı isimler aldığı görülmekteyse de (ör. MINT) ortak nokta; bilim, matematik, mühendislik, teknoloji konularının birlikteliğinin vurgulanması başka bir deyişle disiplinlerarasılıktır.

2.2. Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayinde Teknik İşgücü: Eğitim ve İstihdam

Bu bölüm, iki alt başlıktan oluşmaktadır. İlk olarak, seçilen ülkelerin nitelikli teknik işgücünü yetiştirdikleri MTE sistemi ele alınmakta; sonrasında da küresel ölçekte havacılık

¹⁰¹ Ar-Ge birimlerinde sosyal ortam ve ilişkilerin önemi için bkz. Savcı, 2011:152-9.

ve uzay sanayinin istihdam bilgileri sunulmaktadır. Ülkelerin genel eğitim yapısına ve MTE'sine dair bilgiler, UNEVOC tarafından yapılmış olan ülke değerlendirmesi çalışmalarına, ülkelere yönelik yapılan inceleme ve araştırmalara dayanmaktadır.¹⁰²

2.2.1. Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayine Yönelik Eğitim

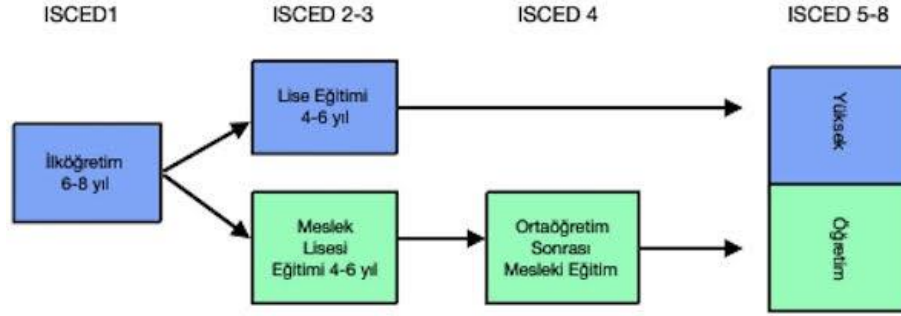
Bu alt başlıkta, verimli bir havacılık ve uzay sanayisi olan ve bu sanayiye teknik işgücü yetiştiren ülkelerin MTE'sinde öne çıkan uygulama örnekleri ele alınmaktadır. Bu kapsamda tüm dünya ülkeleri yerine, belirlenen üç ülkenin —ABD, Çin, Almanya— üzerinde durulmuştur. ABD'nin seçilmesi, hem havacılık/uzay alanında öncü ülke niteliğinde olması hem de dünyanın hemen her ülkesinden akademisyenler ve yükseköğretim öğrencileri için bir çekim merkezi olmasından kaynaklanmaktadır. Havacılık/uzay konularındaki akademik/bilimsel bilgi, büyük ölçüde, ABD eğitim sisteminden dünyaya yayılmaktadır. Çin de son dönemlerde, havacılık/uzay alanında yükseköğretimdeki başarısıyla ve uluslararası entegrasyonu dikkat çekmektedir. Üniversite sıralamalarına bakıldığında, Çin'in havacılık ve uzay mühendisliğinde, ABD'yi geride bırakarak ilk sıraya yerleştiği, ayrıca sıralamadaki ilk 10 üniversiteden 5'inin Çin üniversitesi olduğu görülmektedir (bkz. s.117). Almanya da MTE'nin prototip ülkesi olma özelliğiyle öne çıktığı gibi, havacılığın merkezlerinden olan Bavyera Bölgesi, Almanya'ya daha da önem kazandırmaktadır. Bu bölümde, Avrupa ülkeleri içinden, yalnızca Almanya'nın eğitim sistemi incelenmemekte, özellikle AB sınırları içerisinde nitelikli işgücü dolaşımı düşüncesinden yola çıkılarak oluşturulan PEGASUS Ağı (**Partnership of a European Group of Aeronautics and Space Universities**) üzerinden, Avrupa'daki havacılık ve uzay mühendisliği eğitiminin standartlaştırılması eğilimine yer verilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)

ABD'de MTE, “*kariyer ve teknik eğitim (CTE)*” olarak adlandırılmakta ve her bir federe devletin, kendi bölgesel işgücü ihtiyaçlarına göre şekillenen bir MTE misyonu bulunmaktadır. ABD mesleki gelişim stratejisi, öğrencileri okuldan kariyere geçişe daha iyi hazırlamak için, ortaöğretim ile sonrası mesleki programlar arasındaki bağlantıları teşvik

¹⁰² Ülkelerin eğitim organizasyonu çoğunlukla birbirinden farklı yapıda olduğundan, eğitim kademelerinin belirlenmesinde yaşanan güçlükler, Uluslararası Eğitim Sınıflandırması Standardı (International Standard Classification of Education [ISCED]) kullanılarak aşılmıştır. ISCED, UNESCO tarafından ülkeler arasındaki karşılaştırmaları kolaylaştırmak için geliştirilmiştir. 0'dan 8'e kadar olan değerlendirmede, 0 erken çocukluk dönemi eğitimi, 1 ilköğretimi, 2 alt-orta öğretimi, 3 üst-orta öğretimi, 4 yükseköğretim dışında kalan ortaöğretim sonrası eğitimi, 5 önlisans eğitimi, 6 lisans ve dengi eğitimi, 7 yüksek lisans ve dengi eğitimi, 8 doktora ve dengi eğitimi ifade etmektedir (OECD, 2019a:19).

etmektedir. CTE'nin stratejik hedefleri, gençler ve yetişkinler için yükseköğrenim ve yaşam boyu öğrenme fırsatlarını geliştirerek kolej erişimini, kalitesini ve tamamlanma oranlarını artırmaktır (UNEVOC, 2014:5).



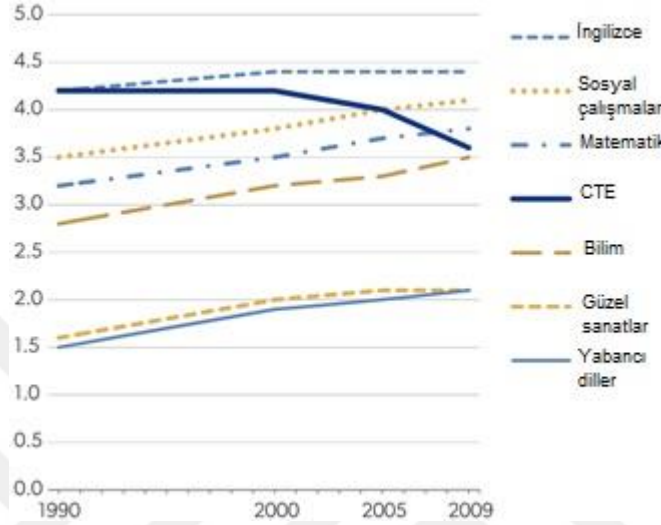
Şekil-5 ABD'de Örgün Eğitim ve CTE
Kaynak: UNEVOC, 2014:8'den uyarlanmıştır.

ABD'de mesleki ve teknik bilgi, beceri ve deneyimin kazandırılması tüm eğitim kademelerine entegre olmuş bir görünüm sergilemektedir. Bununla birlikte, bir CTE patikası da bulunmaktadır (bkz. Şekil-5). CTE; düşük düzeyli dersler ile iş eğitiminden oluşan bir mesleki eğitimi ortadan kaldırmakta; onun yerine ortaöğretim sonrası eğitim ile uyumlu akademik, bütünleşik ve sıralı çalışma programları getirmektedir. Bu programlar öğrencilerin günümüz çalışma yaşamında gerekli olan eleştirel düşünme, işbirliği, problem çözme, yenilikçilik, takım çalışması ve iletişim gibi becerileri edinmelerini sağladığı gibi onlara işyeri deneyimi yaşayarak farklı kariyerleri öğrenme fırsatı sunmaktadır. ABD'nin, mesleki eğitimi "kariyer" ile ilişkilendirerek adlandırması, diğer ülkelerle arasındaki anlayış farkını da göstermektedir. Çünkü CTE, sadece öğrencilere başlangıç seviyesi işler için yeterli olan sınırlı/dar bir dizi beceriyi öğretmekle ilgili değildir; aynı zamanda onları mesleki kariyerlerine hazırlamakla ilgilidir.

ABD'de CTE programları, **Ulusal Kariyer Kümeleri**'ne göre düzenlenmiştir. Bu kapsamda Tarım, Gıda, Doğal Kaynaklar; Mimarlık ve İnşaat; Sanat, Görsel İşitsel Teknoloji ve İletişim; İşletme Yönetimi; Eğitim; Finans; Kamu Yönetimi; Sağlık Bilimleri; Turizm ve Konaklama; Kişisel Hizmetler¹⁰³; Bilgi Teknolojisi; Hukuk, Kamu Emniyeti ve Güvenlik; İmalat; Pazarlama; STEM; Taşımacılık, Dağıtım ve Lojistik olmak üzere toplam 16 kariyer kümesi bulunmaktadır (Brand vd., 2013:2-5). Her bir Ulusal Kariyer Kümesi, kendi Kariyer Yolları (CPS)'ni içermektedir. CPS, öğrencilerin çeşitli kariyer kümelerinde,

¹⁰³ Çocuk bakımından klinik psikolojiye kadar geniş bir yelpazede hizmetleri içermektedir. (bkz. Human Services, <https://careertech.org/human-services>)

mesleklere daha iyi hazırlanabilmeleri için, orta ve yükseköğretim düzeyinde edinmeleri gereken bilgi ve becerileri açıkça belirtmektedir. CPs, aktörlerin işbirliği içinde geliştirilmekte, uygulanmakta ve sürdürülmektedir. Bu kapsamda, ABD’de toplam yaklaşık 12,5 milyon öğrencinin CTE eğitimi aldığı ifade edilmektedir (UNEVOC, 2014:9).



Grafik-6 ABD’de Öğrencilerin Branş Eğilimleri, 1990-2009
Kaynak: US Department of Education, (2013)’den uyarlanmıştır.

2000’li yılların başından itibaren, CTE derslerine katılımda düşüş gözlemlense de (bkz. Grafik-6), CTE’yi yeniden canlandırma çalışmaları sürdürülmektedir. Bu yönde, CTE’nin kalitesinin yükseltilmesi, imajının, akademik çıktılarının iyileştirilmesi ve CTE’den üniversiteye geçiş olanağının desteklenmesi konularına odaklanılmaktadır. Aynı yıllarda, STEM Eğitimi de ön plana çıkmıştır. Bununla ilişkili önemli göstergelerden biri, 2006 yılındaki ABD Rekabetçilik Girişimi (American Competitiveness Initiative)’dir. Bu girişim ile federal hükümet tarafından, STEM Eğitimi alanlarındaki eğitim eksikliklerinin ele alınması amaçlanmıştır. NASA da bu kapsamdaki faaliyetlerin desteklenmesine öncülük eden kuruluşlar arasında yer almaktadır. 2007 yılında Amerikan Ulusal Havacılık Otoritesi (FAA), STEM Eğitimi’ni uygulayarak yeni nesil işgücünü geliştirmek için NASA ile ortaklık kurmuştur (Kraus, 2014:24).

Ülkede CTE’nin geliştirilmesine yönelik çalışmalar da 2010’lu yıllarda hız kazanmaktadır. Örneğin, 2012 yılında Ulusal Eyalet Direktörleri Birliği Kariyer ve Teknik Eğitim Konsorsiyumu (NASDCTEC), Ortak Çekirdek Kariyer ve Teknik Eğitim Standartları (CCTC)’ni geliştirmiştir. CCTC; ABD’deki CTE programlarının, ülke çapında uyumlu olması için tasarlanmış, devlet liderliğinde bir girişimdir (Brand vd., 2013:6; UNEVOC, 2014) ve eğitimcilerden, iş dünyasından, sektör liderlerinden, kamu yöneticilerinden veri

toplayarak, tüm öğrencilerin kaliteli bir eğitim almaları ile kariyer fırsatlarına eşit bir şekilde erişebilmeleri için gerekli olan CTE standartlarını belirlemektedir. NASDCTEC'in vizyonu beş ilkeye odaklanmaktadır:

- CTE, ABD'nin küresel rekabet gücüne öncülük etmesini sağlamak için kritik öneme sahiptir.
- CTE, pozitif bir yatırım getirisi olan sonuç odaklı bir sistemdir.
- CTE, yüksek kaliteli ve dinamik programlar tasarlamak için işverenlerle aktif bir işbirliği halindedir.
- CTE, öğrencileri ileri eğitimde ve kariyerlerinde başarılı olmaya hazırlar.
- CTE, Ulusal Kariyer Kümeleri Çerçevesi'yle uyumlu olan kapsamlı bir çalışma programı aracılığıyla sunulur.

ABD'de CTE'nin güçlendirilmesi konusunda atılan en son ve önemli adımlardan biri de 2018 yılında yeniden onaylanan "21. Yüzyıl İçin Güçlendirici Kariyer ve Teknik Eğitim Yasası (*Strengthening Career and Technical Education Act for the 21st Century*)" dır.¹⁰⁴ Bu yasayla gençlerin gelecekteki ödüllendirici kariyerlerine yönelmeleri/motive olmaları amaçlanmaktadır (DoE, 2019).

ABD'de eğitim ile istihdam arasındaki uyumun sağlanmasında araç olarak kullanılan (Özgüler, 2018) bir ulusal ve/veya mesleki yeterlilikler sistemi bulunmamaktadır. Bunun yerine, işgücü piyasasında, arz ve talep kesişmesinin sağlanması için "işe giriş (*başlangıç*) seviyesi eğitim (*entry-level education*)" anlayışı benimsenmiştir.

Bu bilgiler ışığında ABD'de havacılık/uzay eğitimi incelendiğinde, bu alandaki eğitimin, ülkede havacılık sanayinin doğduğu yıllara kadar geriye götürülebileceği görülmektedir. Söz konusu yıllarda, teknik işgücünün yetiştirilmesi ve geliştirilmesine ilişkin çalışmalar yapılmış; ayrıca NACA, firmalar ve üniversiteler bünyesinde imalât ile ilgili konularda çeşitli araştırmalar (ör. malzeme, tasarım) yürütülmüştür. Sayılan aktörlerin her biri, kendi bilimsel ve uygulamalı araştırmalarını sürdürmüş, sonuçlarını birbiriyle paylaşmıştır. MIT, Michigan ve Detroit Üniversiteleri gibi yükseköğretim kurumlarında havacılık ve uzay bilimleri ile mühendisliği konularında araştırma ve yayınlar yapılmış, prototip geliştirme yönünde uygulamalar da gerçekleştirilmiştir (McCormick, 2004).

¹⁰⁴ Bridging the Skills Gap: Career and Technical Education in High School, <https://www2.ed.gov/datastory/cte/index.html#data-story-title>.

ABD’de havacılık ve uzay alanında teknik eğitimle ilgili dikkat çekici bir özellik, ilgili üniversite eğitiminin sanayi/özel sektör tarafından başlatılmasıdır. Örneğin, Washington Üniversitesi’nin Mühendislik Fakültesi, 1916 yılında Boeing firması tarafından¹⁰⁵; benzer şekilde Embry-Riddle da 1926 yılında Amerikan Havayolları’nın kurucularından olan J. Paul Riddle tarafından kurulmuştur.¹⁰⁶ Görüldüğü gibi ABD’de, havacılık sanayi ile eğitimi arasındaki ilişki sonradan gelişmemiştir; hatta bu eğitim, endüstriyel ve ticari faaliyetlerden doğmuştur (Johnson, 1996:1375; McCormick, 2004:19-20).

Günümüzde ABD’de havacılık ve uzay sanayine teknik işgücü, kurulu CTE sistemi yoluyla yetiştirilmektedir. Havacılık mühendisliği veya havacılık sistemleri ile ilgili başka bir mühendislik veya bilim alanında lisans eğitimi almak isteyen öğrenciler, lise yıllarında kimya, fizik, ileri matematik ve bilgisayar programlama derslerini almak zorundadır.¹⁰⁷ Bununla birlikte, lise öğrencileri mühendislik yaz kamplarına¹⁰⁸ giderek, ilgilendikleri alanlarda deneyim kazanabilmektedir. Teknisyen olmak isteyen öğrencilerin ise mühendislik teknolojisinde önlisans programlarına hazırlanmaları gerekmektedir. Teknisyen olabilmek için ikinci bir yol da bilgisayar programlama veya robotik ve makina alanlarında CTE’yi tamamlamaktır. Ayrıca bu öğrencilerin de lise eğitimleri sırasında matematik, fen bilimleri dersleri ile varsa çizim ve bilgisayar becerileri derslerini almaları gereklidir.¹⁰⁹ Burada önemle belirtilmesi gereken diğer bir husus, havacılık teknisyenliğinin sertifikasyon zorunluluğudur. Her ülkede olduğu gibi ABD’de de ulusal sivil havacılık otoritesi (ABD’deki adıyla FAA) onaylı eğitim kurumlarından alınan eğitimin başarıyla tamamlanmasının ardından teknisyen unvanı kazanılmaktadır.

ABD’de nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi konusunda iki eğilim dikkat çekmektedir. Bunlardan ilki, havacılık sanayinin kurulduğu yıllardan bugüne devralınan, sanayi ile iç içe

¹⁰⁵ McCormick (2004:18), ABD’de havacılık ve uzay mühendisliği ile ilgili ilk eğitim faaliyetlerinin, 1883 yılında Kaliforniya’da bulunan Santa Clara College’da Profesör J.J. Montgomery tarafından yapılan planör testleri ile başladığını da belirtmektedir.

¹⁰⁶ Embry-Riddle, 1926 yılında özel bir şirketin havacılık okulu olarak kurulmuştur. “Üniversite statüsü”nü, 1970 yılında onaylanan tüzüğü ile kazanmıştır (bkz. Johnson, 1996).

¹⁰⁷ Ülkede “Mühendislik Programları” ve “Mühendislik ve Teknoloji Programları” olmak üzere iki seçenek olduğu görülmektedir. ABD’de 58 üniversite ve 63 kampüste “Havacılık ve Uzay Mühendisliği” alanında; 2 üniversite ise “Havacılık Mühendisliği Teknolojisi” alanında lisans ve/veya lisansüstü eğitim verilmektedir.

¹⁰⁸ Engineering Summer Camps,

http://www.engineeringedu.com/store/index.php?route=information/information&information_id=8, (05.03.2020).

¹⁰⁹ Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, Occupational Outlook Handbook, Aerospace Engineering and Operations Technicians, <https://www.bls.gov/ooh/architecture-and-engineering/aerospace-engineering-and-operations-technicians.htm>, (17.12.2019).

bir eğitim anlayışının hâlâ takip edilmesidir. ABD Havacılık ve Uzay Sanayi'nin ihtiyaç duyduğu teknisyenlerin yetiştirilmesinde öne çıkan Havacılık ve Uzay Teknik Eğitim Merkezi (SpaceTEC) buna örnek gösterilebilir. NSF, SpaceTEC adıyla kurduğu bir merkez aracılığıyla, ülke çapında bir koordinasyon sürdürmekte; havacılık ve uzay sanayindeki teknisyenlerin eğitimlerini sertifikalandırmaktadır. SpaceTEC'in 8 eyalette bulunan ve çeşitli havacılık ve uzay firmalarının yoğun olduğu NASA veya Amerikan Savunma Bakanlığı (DoD) tesislerine yakın 11 ortak eğitim kurumu (bkz. Tablo-11) bulunmaktadır (Cecil, 2009:2). Görüldüğü gibi öğrencilere öğretim ve uygulama deneyimini bir arada sunan yerleşim organize edilmiş ve yapılandırılmıştır.

Tablo-11 SpaceTEC'e üye Olan Kolejler ve Havacılık Merkezleri		
Kolej Adı	Bulunduğu Eyalet	Yakınındaki Havacılık ve Uzay Merkez(ler)i
Allan Hancock College	CA	Vandenberg Air Force Base
Antelope Valley College	CA	Dryden Flight Research Center
Brevard Community College	FL	Kennedy Space Center Patrick Air Force Base Cape Canaveral Air Force Base
Calhoun Community College	AL	Marshall Space Flight Center
Community College of the Air Force	AL	Maxwell Air Force Base
Cuyahoga Community College	OH	Glenn Research Center
Dona Ana Community College	NM	White Sands
Edmonds Community College	WA	Boeing
Embry Riddle Aeronautical University	FL	Kennedy Space Center Patrick Air Force Base Cape Canaveral Air Force Base
Tarrant County College District	TX	Carswell Air Force Base
Thomas Nelson Community College	VA	Langley Research Center

Kaynak: Cecil, 2009:2.

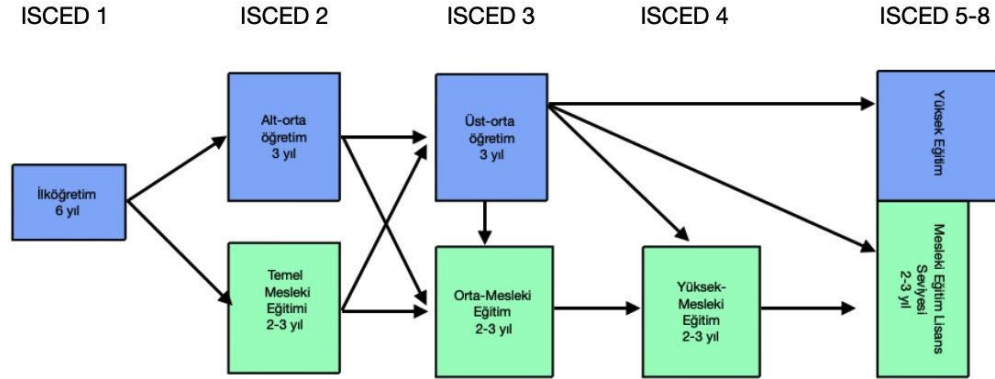
SpaceTEC'in performansa dayalı sertifikasyonu, NASA tarafından da kabul edilmektedir. Örneğin, Thomas Nelson Community College'a kayıtlı havacılık ve uzay teknisyenliği programı öğrencilerinin, NASA'nın Langley Araştırma Merkezi'nde ücretli staja katılabilmeleri için, öncelikle SpaceTEC tarafından onaylanmaları gerekmektedir (NSF, 2013:18).

İkinci dikkat çeken eğilim ise, proje-tabanlı öğrenmeye verilen önemdir. Proje-tabanlı öğrenme, hem CTE'nin yeniden yapılandırılmasında hem de yükseköğretim düzeyinde öne çıkmaktadır. Günümüzde proje-tabanlı öğrenme, ABD'deki CTE programlarında yaygın bir öğretim stratejisidir. Projeler genellikle çok disiplinli olup, çok sayıda temel akademik alanı birleştirmektedir (Brand vd., 2013:6). Bununla birlikte yükseköğretimde de başvurulan bu öğrenme biçimi, özellikle geleneksel anlatım-odaklı derslerde daha az gelişme olanağı

bulunan mühendislik becerilerinin (ör. takım çalışması, yaratıcılık) geliştirilmesini, teorik kavramların güçlendirilmesini ve özümsemesini sağlamaktadır. Örneğin Kaliforniya Üniversitesi makina ve havacılık mühendisliği bölümü tarafından sunulan, öğrencilerin, takım çalışmasıyla roket yapımını öğrenmelerine odaklanan, “*Tasarla-Yap-Fırlat (DBL)*” anlayışıyla tasarlanmış laboratuvar dersi, proje-tabanlı öğrenmenin, havacılık ve uzay eğitimine entegrasyonunun bir örneğidir. Bu kapsamda, öğrencilere, havacılık ve uzay mühendisliğinin gerektirdiği beceriler kazandırılmaktadır. Bu ders aracılığıyla öğrencilerin, sanayide kullanılan hesaplama araçları, havacılık malzemeleri, imalât teknikleri ve test yöntemlerine ilişkin bilgi sahibi olmaları sağlanırken aynı zamanda deneyler ve parametrik hesaplamalarla, teorik bilgileri de pekiştirilmektedir (Spearrin ve Bendana, 2019:29-30).

Çin

Çin’de MTE, örgün ve yaygın olmak üzere iki şekilde organize edilmiştir (bkz. Şekil-6). Sistemin amacının, işgücünün istihdam edilebilirliğini artırmak ve Çin’in sosyal ve ekonomik kalkınmasına katkıda bulunmak olduğuna dikkat çekilmektedir (UNEVOC, 2018:7). Örgün MTE, Eğitim Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. MTE’nin ilk basamağı, ortaokul düzeyinde sunulmaktadır. Buradan mezun olanlar, hemen istihdama dâhil olabilecekleri gibi orta mesleki eğitime (meslek lisesi) veya genel lise eğitimine de devam edebilirler.



Şekil-6 Çin’de Örgün Eğitim ve MTE
Kaynak: UNEVOC, 2018:5’den uyarlanmıştır.

Lise eğitiminin tamamlanmasının ardından yine ikili bir tercih olanağı mevcuttur. Programdan mezun olan öğrenciler; çalışma yaşamına katılmak, lise eğitimi sonrası yükseköğretim dışında kalan ‘Yüksek Mesleki Eğitim’e ya da lisans seviyesinde mesleki eğitime devam etmek seçeneklerinden istediğini tercih edebilirler. Çin’de lisans seviyesinde mesleki eğitim, Uygulamalı Bilimler Fakültesi’nde yürütülmektedir. Bu seviyedeki eğitime,

genel lise veya yüksek mesleki eğitimi takiben girilen sınavda başarılı olan öğrenciler başvurabilmektedir (a.g.e.).

Çin’de MTE’nin organizasyonunu ve içeriğini şekillendiren iki belge bulunmaktadır. Bunlar “*Modern Mesleki Eğitim Sistemi Plânı (2014-2020)*” ve “*Modern Mesleki Eğitim Sisteminin Geliştirilmesini Hızlandırma Kararı*”dır. Bu dokümanlar ile birlikte, 2020 yılına kadar Çin’in ihtiyaçlarını karşılayan birinci sınıf modern bir mesleki eğitim sisteminin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Politika belgelerinde işaret edilen hedefler MTE’nin, (i) yüksek nitelikli işgücünün gelişmesine katkıda bulunması, (ii) kariyer gelişimini desteklemesi ve (iii) uluslararası piyasalarda rekabet edebilecek beceri ve yetenekleri geliştirmesidir. Ayrıca Çin’de diğer paydaşların da MTE’ye katılımı işaret edilmekte; MTE’ye katılan orta ve büyük ölçekli işletmelerin oranının 2020 yılına kadar, %80’in üzerinde olması gerektiği vurgulanmaktadır (UNEVOC, 2018).

Çin’de potansiyel işgücü olan öğrencilerin sahip olması gereken becerileri içeren bir Ulusal Mesleki Yeterlilik (NVQ) Çerçevesi bulunmaktadır. NVQ, İnsan Kaynakları ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından yönetilmektedir. NVQ sertifikaları, 5 seviye içermekte ve bu sertifikalar, belirli mesleklerin gerektirdiği beceri kümelerine dayanmaktadır:

- NVQ Seviye 1, Temel Düzey İşçi Sertifikası
- NVQ Seviye 2, Orta Düzey İşçi Sertifikası
- NVQ Seviye 3, İleri Düzey İşçi Sertifikası
- NVQ Seviye 4, Teknisyen Sertifikası
- NVQ Seviye 5, Kıdemli Teknisyen Sertifikası

Sertifikalar, hükümet tarafından onaylanan değerlendirme kuruluşları tarafından yapılan, bilgi ve uygulama becerisi ölçen sınavlar sonucunda kazanılmaktadır. NVQ çerçevesindeki standartlar, Eğitim Bakanlığı ile İnsan Kaynakları ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından izlenmekte ve değerlendirilmektedir (a.g.e.:10).

Çin’in bu genel MTE işleyişi içerisinde, Çin Havacılık ve Uzay Sanayi’nin, çağın teknoloji sınırındaki faaliyetlerini sürdüren nitelikteki teknik işgücünün nasıl yetiştirildiğinin, tarihsel kökeniyle birlikte ortaya konulması önemli görülmektedir. Bu anlamda Çin’in, ihtiyaç duyduğu teknik bilgileri edinmede ve kendi eğitim/bilim altyapısını oluşturmada öncelikle yurt dışına öğrenci gönderme yöntemini seçtiği ifade edilmelidir. Çinli öğrencilerin eğitim için diğer ülkelere gönderilmesi, 1910’lu yıllara kadar geriye götürülebilir. Çin’in özgün

deneyiminde dikkat çeken husus, eğitim amacıyla yurt dışına gönderilen öğrencilerin yalnızca ülkelerine geri dönerek değil, henüz eğitim alma amacıyla yurt dışında buldukları sıralarda dahi bilimsel faaliyetler yoluyla ülkelerinde bir bilim topluluğunun oluşmasını tetiklemiş olmalarıdır. Örneğin 1914 yılında Cornell Üniversitesi'nde doğa bilimleri alanında eğitim alan Çinli öğrencilerin kurduğu Çin Bilim Derneği, bu yılların en önemli olayları arasında anılmaktadır. Bu dernek, 1915-1935 yılları arasında tıp, tarım, jeoloji, meteoroloji, fizyoloji, kimya, fizik, coğrafya, zooloji, botanik gibi diğer birçok derneği ve/veya bilimsel topluluğu kurmuştur. Bunların arasında “*the SociCtC Astronomique de Chine (1924)*” de yer almaktadır. Yurt dışındaki bu bilimsel toplulukların olumlu etkileri sonucunda, Nanjing’de Academia Sinica (1928) ve Pekin Akademisi (1929) kurulmuştur.

Çin, ABD başta olmak üzere birçok ülkeye uzun yıllar boyunca öğrenci göndermeye devam etmiştir. 1940’lı yılların sonunda ABD’de üniversite ve kolejler de dâhil olmak üzere yaklaşık 200 kurumda 110.000 Çinli öğrencinin kayıtlı olduğu görülmektedir (Yang vd., 1997:209). Bu yıllarda, Sovyetler Birliği’ne de eğitim amacıyla binlerce öğrenci gönderilmiştir.

1980’li yıllarda Çin’de eğitim alanında yenilikçi bir anlayışın izlendiği, üniversitelerde ve Çin Bilimler Akademisi (CAS)’nde lisansüstü çalışmaların başladığı görülmektedir. Ayrıca [bilimsel dergilerin, mühendislik kadroları da dâhil olmak üzere] akademik rütbelerin ve akademik personel ile araştırma personelinin teşvik sisteminin restorasyonu; bilimsel kitapların yeniden yayınlanması ve bilim yazınının yaygınlaştırılması ve en önemlisi, araştırma sistemine doğrudan politik müdahalenin kaldırılması yönünde hareket edilmiştir. 1988 yılında yüksek ve yeni teknolojilerin izlenmesi/geliştirilmesi için ‘TORCH Plânı’ başlatılmıştır. Plân, Çin’deki yüksek teknoloji bölgeleri de dâhil olmak üzere bilim parklarının çoğalmasını sağlamıştır. Bugün ülkedeki dört büyük bilim parkı Şangay, Nanjing, Pekin ve Wuhan’da bulunmaktadır. Ayrıca, CAS ve diğer üst düzey teknik üniversiteleri de içeren Pekin’deki Haidan Bölgesi, ülkenin ana Ar-Ge ve teknoloji güç kaynağıdır. Şangay’ın Çin’in ‘Silikon Vadisi’ olduğu da söylenmektedir (Yang vd., 1997:221-9).

Günümüzde Çin Havacılık ve Uzay Sanayi’nin ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün yetiştirildiği ekosistemin anlaşılması için Tianjin Mesleki ve Teknik Lisesi (Tianjin Sino-

German Vocational and Technical College) örneği üzerinden hareket edilebilir.¹¹⁰ Lise, diğer birçok üniversite ve teknik liseyi içeren büyük bir eğitim parkının parçasıdır. 1980’li yılların ortalarında Çin’in ‘açılması’ndan¹¹¹ kısa bir süre sonra, Alman ve Çin hükümetleri arasında ortak bir girişim olarak kurulmuştur. Almanya, Çin’de Alman tarzı *ikili sistem MTE*’yi geliştirmek için hem finansman desteği hem de teknik destek sağlamıştır. Okul, Almanya ile Çin arasındaki en büyük işbirliği projesi olmakla birlikte, Çin-Alman kökeninin ötesinde genişleyerek; İspanya, Kanada, Avustralya, Singapur ile özel işbirliği programlarını yürütmektedir. Ayrıca yaşam boyu öğrenme konusunda İtalyan merkezli bir Avrupa ağına dâhildir. Tianjin Mesleki ve Teknik Lisesi’nde; ileri üretim, otomasyon, **havacılık ve uzay bilimleri**, yeni enerji ve yeni malzemeler, otomobil teknolojisi, BT, ekonomi ve işletme yönetimi, uygulamalı diller ve kültür, yaratıcılık ve tasarım olmak üzere dokuz çalışma dalı bulunmaktadır (Stewart, 2015:24-5).

Bu kapsamlı işbirliği, ilki 2000 yılında yayınlanan Beyaz Kitap’ın 2016 yılında yayınlanan son versiyonunda *“uzay alanındaki gelişmeleri hızlandırmak, havacılık ve uzay endüstrisinin temel kapasitelerini geliştirmek, kritik ve ileri teknolojiler üzerine yapılan araştırmaları artırmak ve insanlı uzay uçuşu, Ay keşfi, uydu navigasyon sistemi, yüksek çözünürlüklü Dünya gözlemi ve yeni nesil uzay fırlatma araçları gibi önemli programları uygulamak”* şeklinde sıralanan görevleri de karşılamaktadır. Yine bu Kitap’ta yer verilen *“yerli bilimsel araştırma kurumlarının, sanayi kuruluşlarının, yüksek öğrenim kurumlarının ve sosyal kuruluşların ilgili devlet politikaları, yasaları ve yönetmelikleri rehberliğinde uluslararası uzay değişimleri (international space exchange) ve işbirliğini geliştirme çabalarını teşvik etmek ve desteklemek”* amacıyla da örtüşmektedir (Yuan ve Peeters, 2019:197).

Bu uluslararası işbirliğinin yanı sıra Çin’de eğitim ile sanayi ortaklığı da gözlenmektedir. Bu kapsamda özgün bir yapı olan ve 2015 yılında kurulan Commsat öne çıkmaktadır. Commsat’ın ‘uydu takımyıldızları ve uydu IoT uygulamaları’ ile ‘CubeSats ve STEAM Eğitimi’ olmak üzere iki büyük çalışma konusu bulunmaktadır. Benzer şekilde 2016 yılında kurulan ‘Beijing Aerospace Satelliteherd Science and Technology’ firmasının ana amaçları

¹¹⁰ Tianjin, hem Pekin’e hem çok büyük bir limana yakın olduğu gibi, son derece hızlı bir ekonomik büyüme alanı olma özelliğiyle dikkat çekmektedir.

¹¹¹ Burada **açılma** denerek, Çin’in “opening up policy” olarak adlandırılan “açılma politikası” kastedilmektedir.

arasında eğitim bulunmakta ve bu doğrultuda firma, üniversitelerle sıkı bir etkileşim içerisinde faaliyetlerini sürdürmektedir (a.g.e.:204-5).

Tüm bu yenilik ve bilim ağının neticesinde Çin, günümüzde havacılık ve uzay mühendisliği eğitiminde ön sıralarda yer almaktadır (bkz. Tablo-12). Tabloda dikkat çeken konulardan biri, her geçen yıl daha fazla sayıda Çin üniversitesinin dâhil olması ve bu üniversitelerin de sıralamada hızla yükselmeleridir. İkinci bir konu ise havacılık/uzay alanında yükseköğretim rekabetinin, ABD ile Çin arasında gerçekleşmesidir. Avrupa ülkeleri her ne kadar verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine sahip olsalar da bu yapı, Avrupa'yı havacılık ve uzay mühendisliği eğitiminde küresel sıralamada üst sıralara taşımaya yetmemektedir.

Tablo-12 Havacılık ve Uzay Mühendisliği Alanında Üniversitelerin Küresel Başarı Sıralaması						
	2017		2018		2019	
<i>Sıra</i>	<i>Üniversite/Enstitü</i>	<i>Ülke</i>	<i>Üniversite/Enstitü</i>	<i>Ülke</i>	<i>Üniversite/Enstitü</i>	<i>Ülke</i>
1	Georgia Institute of Technology	ABD	Beihang University	Çin	Beihang University	Çin
2	Beihang University	Çin	Georgia Institute of Technology	ABD	Georgia Institute of Technology	ABD
3	University of Michigan-Ann Arbor	ABD	University of Michigan-Ann Arbor	ABD	Harbin Institute of Technology	Çin
4	Delft University of Technology	Hollanda	California Institute of Technology	ABD	National University of Defence Technology	Çin
5	California Institute of Technology	ABD	National University of Defence Technology	Çin	California Institute of Technology	ABD
6	University of Colorado at Boulder	ABD	Purdue University-West Lafayette	ABD	University of Michigan-Ann Arbor	ABD
7	The University of Texas at Austin	ABD	Harbin Institute of Technology	Çin	Northwestern Polytechnical University	Çin
8	Technion-Israel Institute of Technology	İsrail	Northwestern Polytechnical University	Çin	Purdue University-West Lafayette	ABD
9	Harbin Institute of Technology	Çin	Delft University of Technology	Hollanda	Nanjing University of Aeronautics and Astronautics	Çin
10	Virginia Polytechnic Institute and State University	ABD	The University of Texas at Austin	ABD	Delft University of Technology	Hollanda

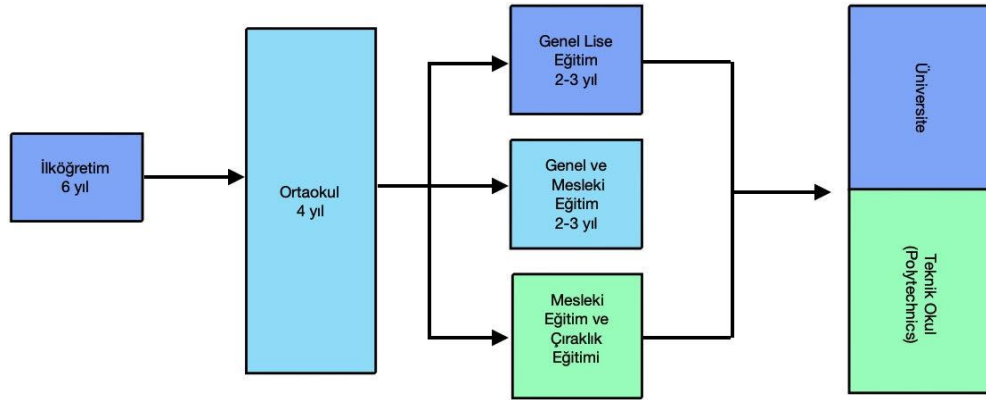
Kaynak: Shanghai Ranking's Global Ranking of Academic Subjects-Aerospace Engineering, <http://www.shanghairanking.com/>.

Almanya

Kıta Avrupa'sında ise —yukarıda da değinildiği gibi— MTE konusundaki deneyimiyle, Almanya öne çıkmaktadır. Avusturya, Hollanda gibi ülkelerin de güçlü MTE ağına sahip olduğunu söylemek gerekir. Ancak Almanya'nın MTE'de izlediği yol ve yöntemler ile

diğer ülkeler arasından sıyrıldığı da vurgulanmaktadır. Örneğin Greinert (2004:18), diğer Avrupa ülkelerinin MTE modelini, Alman modelinin bir varyasyonu olarak değerlendirmekte ve bu durumu “Almanya’nın tipik kıtasal model dediğimiz şeyin en belirgin versiyonuna sahip olduğunu düşünüyoruz” sözleriyle ifade etmektedir. Almanya’nın 2011’de Endüstri 4.0 söylemiyle Dördüncü Sanayi Devrimi tartışmasını açması da Avrupa BT alanında önemli bir aktör olarak konumunu daha da güçlendirmiştir. Günümüzde Almanya’nın MTE’deki kabiliyetinin diğer ülkelere transferi odağında ilerleyen tartışmalar da bunun açık göstergesidir. Pilz’e göre (2017:474) bu tartışmalarda, Almanya’nın ikili sisteminin diğer ülkelere nasıl ve ne ölçüde aktarılabilceğine odaklanılmaktadır.

Almanya, uzun bir MTE geçmişine sahip olsa da, ülkede son yıllarda meydana gelen demografik değişiklikler, nitelikli işgücü sıkıntısını beraberinde getirmiştir. Bu sorunun aşılması için, ülkedeki nitelikli işgücü arzını artırmak için, ikili sistem (dual system) ile yükseköğretim kurumları arasında daha güçlü bağlar kurulmasına, temel beceriler yoluyla MTE’ye entegrasyonun geliştirilmesine, bölgesel olarak alan-tabanlı (branch-specific) temel eğitim ve sürekli eğitim merkezlerinin oluşturulmasına odaklanılmıştır (UNEVOC, 2012:6).

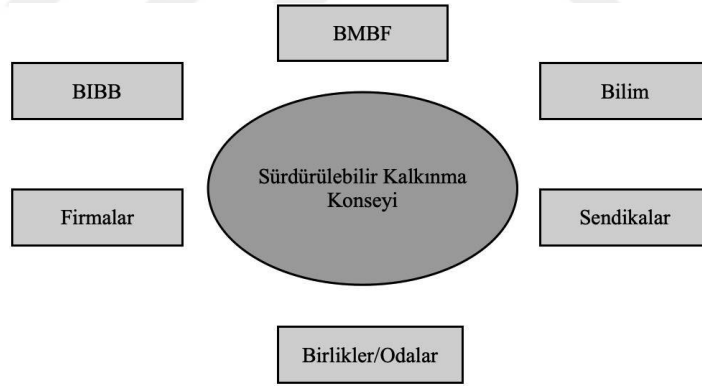


Şekil-7 Almanya’da Örgün Eğitim ve MTE
Kaynak: UNEVOC, 2012:8’den uyarlanmıştır.

Almanya’da MTE; eğitim sistemine, ortaokul seviyesinden (ISCED 2-3) entegre edilmiş, böylelikle herkesin erken yaşta çalışma yaşamına katılımı zorunlu hale getirilmiştir (bkz. Şekil-7). Ülkedeki MTE sistemi yakından incelendiğinde, lise eğitimiyle birlikte MTE odaklı eğitimin başladığı görülmektedir. Öğrenciler, zorunlu eğitimlerini tamamladıktan sonra, tam zamanlı genel lise eğitimi ve meslek lisesi eğitimi veya ikili sistem içerisinde mesleki eğitimi içeren programlar arasında tercih yapabilmektedir. Lise eğitiminin

tamamlanmasıyla, yükseköğretim kurumları arasında seçim yapma aşamasına gelmektedir. Bu sisteme dair önemli bir özellik, öğrencilerin MTE'ye başlamış olmasının, daha sonra genel eğitime geçmek istemeleri halinde bir engel teşkil etmemesidir. Almanya'da yükseköğretim; Uygulamalı Bilimler Teknik Üniversiteleri (Technische Hochschulen), Teknik Üniversiteler (Technische Universitäten), Kapsamlı Üniversiteler (Universitäten-Gesamthochschulen) ve Pedagojik Uygulamalı Bilimler Üniversiteleri (Pädagogische Hochschulen) tarafından sunulmaktadır. Yükseköğretim sistemi dışında olan ancak yükseköğretim düzeyinde eğitim veren eğitim kurumları ise Uygulamalı Bilimler Üniversiteleri (Fachhochschulen) ve Profesyonel Akademiler (Berufsakademien)'dir (UNEVOC, 2012:9).

Almanya'nın MTE sisteminde en dikkat çeken husus, ülkede eğitim, bilim ve sanayi arasındaki karşılıklı işbirliğinin bir gelenek haline gelmiş olmasıdır. MTE'nin de bu işbirliği ile şekillendiği görülmektedir. Endüstriyel araştırma laboratuvarlarının ilk ortaya çıktığı ülke olan Almanya'da, bugün de sanayi tarafından finanse edilen bilimsel araştırmalar ön plandadır. Başka bir deyişle Alman sanayisi ile bilimi arasında güçlü bir bağ bulunmaktadır (OECD, 2014c:326).



Şekil-8 Almanya'da Ulusal Stratejinin Tasarlanmasında Mükemmellik Ortakları
Kaynak: Haertel, 2009:262'den uyarlanmıştır.

Bu güçlü bağ, MTE'nin finansmanında da izlenmektedir. Sistemin finansmanı, içinde birçok katılımcının bulunduğu (ör. BMBF, BMWi, Devlet [Länder]) oldukça karmaşık bir görünüm sergilemektedir. İkili sistem, Länder ve yerel yönetim kamu fonlarıyla; mesleki eğitimin okul dışı kısmı ise **tamamıyla** işletmeler tarafından finanse edilmektedir. Tam zamanlı meslek okullarındaki eğitim, sadece Länder bütçesi kapsamındadır. Sürekli eğitim ise federal hükümetler ile Länder'in sorumluluğundadır. Bu ikisi, sürekli eğitim

kapsamında, tüm sektörlerdeki araştırma ve pilot uygulamalardan birlikte sorumludur (UNEVOC, 2012:11).

Almanya’da işverenlerin, çalışanın ve en yüksek Länder otoritelerinin eşit şekilde temsil edildiği “*mesleki eğitim komiteleri*” bulunmaktadır. İşverenler, sendikalar ve hükümet, eğitim konusunda karar verme sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Esasen Almanya’nın MTE sistemini özgün ve güçlü kılan özelliklerden biri, paydaşların bu yakınlığı ile tüm tarafların ihtiyaç ve beklentilerinin dikkate alındığı bir yapıda olmasıdır (bkz. Şekil-8).

Bilim ve sanayi arasındaki bu işbirliğinin yanı sıra Almanya’da da eğitimde disiplinlerarasılık ön plandadır. ABD’de STEM adı verilen anlayış, Almanya’da MINT şeklinde adlandırılmakta ve bu disiplinlerarasılık ‘MINT bilim dalları (MINT disciplines)’ olarak ifade edilmektedir. MINT de —STEM gibi— kendisini oluşturan “*Mathematics, Informatics, Natural sciences, Technology*” kelimelerinin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır.

Almanya’da yeniliğin gerektirdiği becerilerin kazandırılması için, Alman Araştırma Vakfı (DFG) tarafından yönetilen “*Mükemmeliyet Girişimi (German Excellence Initiative¹¹²)*”nin ‘Lisansüstü Okullar yarışması’, doktora öğrencilerinin teşvik edici bir ortamda araştırma veya sanayide bir kariyere en uygun koşullarda hazırlanmalarını amaçlamaktadır. Ayrıca ülkede Araştırma ve Yenilik Paketi (Pact for Research and Innovation)’nın kabul edilmesinin ardından, bilimsel araştırma kuruluşlarındaki çalışan sayısının %26,5; doktora öğrencilerinin sayısının da 2 kat arttığı vurgulanmaktadır (OECD, 2014c:326).

Almanya’da mesleki yeterliliklere ilişkin çalışma, “*yaşam boyu öğrenme*” anlayışıyla yürütülmektedir. Bununla beraber, ikili sistem ve MTE sistemi yoluyla kazanılan nitelik/yeterlilik farklılaşmaktadır (bkz. Tablo-13).

Bu MTE organizasyonu içerisinde havacılık/uzay alandaki eğitime bakıldığında, Almanya’nın en büyük avantajlarından birinin havacılık ve uzay sanayinin en verimli ‘ekosistem’lerinden olan BavAIRia’yı barındırması olduğu önemle belirtilmektedir.¹¹³

¹¹² Alman Mükemmellik Girişimi, 2006 yılında Alman üniversiteleri için yaşamsal öneme sahip bir kamu fonlama programı olarak başlamıştır. Bu çerçevede ‘mükemmellik kümeleri’ oluşturulmaktadır. Oluşturulan bu kümeler, üniversiteler ve genel Alman araştırma sistemi ile birlikte, Mükemmeliyet Girişimi’nin hedefleri doğrultusunda finanse edilmektedir (bkz. Möller vd., 2016).

¹¹³ BavAIRia’nın başarısı, havacılık ve uzayın, tüm değer zincirine yayılmasıyla açıklanmaktadır. Kümelenmenin misyonu, havacılık/uzay alanında Baviera’nın havacılık ve uzay uygulamalarındaki temel yetkinliklerini ve bu sanayilerin küresel rekabet edebilirliklerini artırmak için birbirleriyle kilit bağlantıları

BavAIRia havacılık kümesi, ekosistemin tüm aktörleri arasındaki güçlü bağlara dayanan yapısıyla dikkat çekmektedir. Küme, %90'ı KOBİ olan 550 şirketten ve toplam 18 araştırma kuruluşundan oluşmaktadır. BavAIRia, Alman Havacılık ve Uzay Merkezi (DLR)'ne yakın bir bölge olmanın avantajına da sahiptir. Bu doğrultuda Almanya havacılık ve uzay ekosistemi için yaşamsal önemde bir yapıdır. Bu ekosistemin çekirdeğini, — Bavyera ile birlikte— Baden-Württemberg Bölgesi oluşturmaktadır. Bölgenin geleneği, 20. yüzyılın başlarına kadar uzanmaktadır ve onu, Almanya'nın havacılık ve uzay ekosistemi için kritik hale getiren itici faktör, Stuttgart Üniversitesi başta olmak üzere yüksek kaliteli akademik kurumların (üniversiteler ve araştırma merkezleri) varlığıdır. Stuttgart Üniversitesi, Avrupa'daki en büyük Havacılık ve Uzay Fakültesi'ne ve en gelişmiş altyapıya sahiptir. Burada, ülkenin havacılık ve uzay mühendislerinin yaklaşık %80'i eğitim almaktadır (Paone ve Sasanelli, 2016:37-41).¹¹⁴

Tablo-13 Almanya'da Mesleki Eğitim Programları ve Yeterlilikler

Program	Süre	Yeterlilik
İkili Sistem	2-3.5 yıl	İşçi (Facharbeiterbrief) Asistan (Kaufmannsgehilfenbrief) Usta-Ustabaşı (Gesellenbrief)
Mesleki Eğitim	2-3 yıl	Devlet sertifikalı teknik asistan, Devlet sertifikalı iş asistanı

Kaynak: OECD, 2012:12.

Stuttgart Üniversitesi'nin güçlü yapısının kaynağı, geçmişten gelen köklü bağlarıyla sınırlı değildir. Burada, günümüzde Avrupa çapında havacılık ve uzay mühendisliği eğitiminde standartlaşmaya yönelik olarak sürdürülen çalışmaların da payı bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, Avrupa'nın tarihsel öncülüğü ve taşıdığı gelişim potansiyeli öne çıkarılmakta; bunların olumlu etkileri, sadece Stuttgart Üniversitesi'ne değil, Avrupa havacılık ve uzay ekosistemindeki tüm üniversitelere yansımaktadır.

Bu iyimser tabloya rağmen, mevcut sistemde yetişen havacılık ve uzay mühendisliği öğrencilerinin sayısının ve kalitesinin, Avrupa havacılık ve uzay sanayinin ihtiyaç duyduğu yüksek nitelikli mühendis ihtiyacını karşılamaya yetmeyebileceğine işaret edilmektedir. Buradan hareketle, Avrupa'daki mühendis ve araştırmacıların sayısının, kalitesinin ve

geliştirmelerini sağlamaktır. Bu amaç; teknoloji transferi, pazarlama, tedarik zinciri yönetimi, eğitim, danışmanlık ve uluslararasılaşma ile gerçekleştirilmektedir. Kümelenmede yaklaşık 36.000 mühendis, teknisyen ve ticari havacılık sanayi uzmanı istihdam etmektedir (Paone ve Sasanelli, 2016:37-8).

¹¹⁴ Bölgenin havacılık şirketlerinin %25'ini ve ilgili akademik kurumların %80'ini barındıran Stuttgart şehri, 2005 yılında kurulan Luft- und Raumfahrt Baden-Württemberg Kümesi'nin de merkezini oluşturmaktadır.

becerilerinin artırılması bir zorunluluk olarak gösterilmekte, bu yönde adımlar atılması gerektiği vurgulanmaktadır. Örneğin Avrupa Havacılık Araştırmaları ve Yenilikleri Danışma Konseyi (ACARE) tarafından 2004 yılında başlatılan “Eğitim Çalışması” ile 2006 yılında başlatılan “Akreditasyon Çalışması”nın sonuçları arasında, üniversitelerdeki müfredat konusunda; üniversite temsilcileri/ağları, sanayi temsilcileri ve araştırma kuruluşlarının düzenli görüş paylaşımında bulunmak üzere bir araya gelebileceği bir platformun oluşturulmasına yönelik çağrı dikkat çekmektedir (Guglieri vd., 2017:208).

Tablo-14 Pegasus Ağı Kapsamındaki Üniversiteler	
Ortaklık Ülkeleri	Üniversite
Fransa	<ul style="list-style-type: none"> • Ecole Nationale de l’Aviation Civile (ENAC) • Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et d’Aérotechnique (ISAE-ENSMA) • Institut Supérieur de l’Aéronautique et de l’Espace (ISAE) • Ecole de l’air
Hollanda	<ul style="list-style-type: none"> • Delft University of Technology
Portekiz	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Superior Tecnico (Universidade Técnica de Lisboa)
İtalya	<ul style="list-style-type: none"> • Politecnico di Milano • Politecnico di Torino • Università degli Studi di Napoli “Federico II” • Università degli Studi di Pisa • “Sapienza” Università di Roma • Università di Bologna
Almanya	<ul style="list-style-type: none"> • Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen • Technische Universität Berlin • Technische Universität Braunschweig • Technische Universität Dresden • Universität Stuttgart
İspanya	<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Politécnica de Madrid / ETSIAE • Universidad de Sevilla / ETSI • Universitat Politècnica de València / ETSID
İngiltere	<ul style="list-style-type: none"> • Cranfield University • University of Bristol • University of Glasgow
Polonya	<ul style="list-style-type: none"> • Politechnika Warszawska
Slovakya	<ul style="list-style-type: none"> • University of Zilina
İsveç	<ul style="list-style-type: none"> • Kungl Tekniska Högskolan (KTH) Stockholm
Çekya	<ul style="list-style-type: none"> • Czech Technical University (ČVUT) Prague
Rusya	<ul style="list-style-type: none"> • Kazan State Technical University • Ufa State Aviation Technical University • Moscow Aviation Institute
Ukrayna	<ul style="list-style-type: none"> • Kharkiv Aviation Institute

Kaynak: Position Paper of the PEGASUS network on future innovation in aerospace

Dolayısıyla günümüzde Avrupa’da özellikle havacılık ve uzay sanayinin ihtiyaç duyduğu yüksek nitelikli işgücünü sağlayabilen, tam entegre bir Avrupa havacılık eğitim sistemi kurma ihtiyacı üzerinde durulmaktadır. Avrupa’nın bir bütün olarak STI ekosistemini güçlendirme çabası içinde yer alan ve havacılık/uzay konularında en öne çıkan yapılanma,

PEGASUS Ağı'dır.¹¹⁵ Bu Ağ'ın varlığı, Avrupa'da havacılık ve uzay mühendisliği eğitiminde standartlaştırma yönünde bir eğilim olduğu tespitini mümkün kılmaktadır. Bu kapsamda, Avrupa'daki en iyi 28 havacılık ve uzay mühendisliği alanında eğitim veren üniversite arasında bir ortaklık kurulmaktadır (bkz. Tablo-14).¹¹⁶

Bu Ağ yoluyla Avrupa havacılık ve uzay mühendisliği eğitiminde gerçek bir uyumun sağlanması ve potansiyel işgücünün istenen becerilerle donatılması hedeflenmektedir. 2020 yılı itibarıyla PEGASUS Ağı kapsamında; 355 tam zamanlı profesör, 620 doçent, 690 yardımcı doçent ile 725 araştırmacı çalışmakta; 6.600 yüksek lisans, 1.780 doktora öğrencisi eğitim almaktadır.

AB'nin havacılık ve uzay sanayinde nitelikli işgücünün eğitimiyle ilgili bir diğer önemli çalışması da havacılık ve uzay mühendisliği/bilimleri eğitimiyle ulaşılması hedeflenen öğrenme çıktılarına yönelik yaptığı çalışmadır. Buna göre, 15 başlık altında toplam 30 öğrenme çıktısı belirlenmiştir. Ayrıca yine aynı çalışma kapsamında, havacılık/uzay alanından mezun olanların sahip olmaları gereken beceriler listelenmektedir. Burada, havacılık/uzay alanı mezunlarının, çok kültürlü ve çok disiplinli bir ekipte, tipik bir uluslararası teknik istihdam için uygun beceri ve yeteneklere sahip olmaları gerektiği vurgulanmaktadır (Guglieri vd., 2017:212-3).

A. Teknik Beceriler
Simülasyon ve yazılım yeterliliği / CAD-CAE-CAM / Teknik şartname yazma / Teknik veya ekonomik bir çalışma yürütme
B. Metodolojik Beceriler
Teknik bir problemi analiz etme ve çözme / Teknik bir toplantıyı yönetme / Teknik bir projeyi veya programı yönetme / Başkaları tarafından referans olarak kullanılacak bir rapor, nihai proje raporu veya teknik belge yazma
C. Kişilerarası Beceriler
Takım çalışması, takım yönetimi / Çok kültürlü bir ortamda çalışma / İngilizce Yeterlilik / Sözlü iletişim becerileri
D. Tamamlayıcı Beceriler
İngilizce dışında (ikinci) bir yabancı dilde yeterlilik / Sanayiye ilişkin deneyim / Teknik olmayan parametreleri (ör. ekonomik, hukuki, çevresel) önerilen teknik çözümlere entegre edebilme / Kişisel beceriler / Davranışlar (Bağımsız çalışma, Özerklik, İyilik hali, Stres yönetimi, Analitik beceriler, Zaman yönetimi, Kültürler arası, açık fikirlilik, farklı ülkelerde / iş ortamında çalışabilme / Yönetim becerileri (İş zekâsı, Liderlik / karar verme, Etkileme / müzakere becerileri)

Kaynak: Guglieri vd., 2017:212-3

¹¹⁵ İlk toplantısını, 21 Ekim 1998 tarihinde Toulouse (Fransa)'de gerçekleştiren PEGASUS Konseyi, 2007 yılında imzalanan anlaşma ile Vakıf statüsüne kavuşmuştur. Vakfın kayıtlı ofisleri, Delft (Hollanda)'dedir. (bkz. "PEGASUS Foundation" ve "PEGASUS Key Dates and Events", <https://www.pegasus-europe.org>).

¹¹⁶ Pegasus Ağı'nda Rusya'dan 3, Ukrayna'dan 1 üniversite 'iştirakçi' olarak yer almaktadır. Ayrıca Thales Alenia Space (Fransa-İtalya) ve United Technologies Corporation (ABD), Pegasus Ağı'nın sanayi üyeleridir.

Havacılık ve uzay sanayinde istihdama geçilmeden önce, MTE ve havacılık/uzay alanında eğitime yönelik **beş önemli hususun** altı çizilmelidir. Bunlardan ilki, sanayileşmede aşama kaydetmiş ülkelerin hemen hepsinin güçlü bir MTE anlayışına sahip olmasıdır. Bu ülkeler, imalât sanayinin güç kaynağının, nitelikli teknik işgücü olduğuna dair bir farkındalıkla hareket etmektedir. Dolayısıyla bu ülkelerde, MTE'ye yönlendirilen öğrenci sayısı artmakta, böylelikle ülkelerin sanayileşmesini sürekli kılacak nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi sağlanmaktadır.

İkinci önemli husus, havacılık ve uzay sanayine teknik işgücü yetiştirmede, bir ortaklığın kurulmasıdır. Başka bir deyişle, havacılık/uzay alanındaki teknik eğitim anlamında, ülkelerin eğitim sistemlerinde bir birleşme/benzerlik eğilimi gözlenmektedir. Avrupa'da havacılık/uzay eğitimi kapsamında oluşturulan PEGASUS Ağı bunu açıkça göstermektedir. Esasen, temelde bir teknik elemanın sahip olması gereken beceriler aynıdır; bu durum, havacılık ve uzay sanayinin teknisyen, tekniker ve mühendisleri için de geçerlidir. Ülkelere göre farklılaşan, beceriler değil, bu belirli becerilerin nerede, nasıl ve ne düzeyde kazandırılacağıdır. Bu da her bir ülkenin, kendi iç dinamikleriyle şekillenmektedir.

Üçüncü önemli husus ise hemen her başarılı ülkede, havacılık/uzay alanındaki eğitimin organizasyonunda, çalışma yaşamının aktörlerinin birlikteliğine dayanan yapıların işleridir. Havacılık ve uzay sanayinin bilim-tabanlı olması, **eğitime** ve **araştırmaya**; havacılık ve uzay sanayinde istihdam için deneyimin önemli olması, **işyerine** entegre bir eğitim modelinin varlığını zorunlu kılmaktadır. Dikkat çekilmesi gereken dördüncü husus, MTE'nin ortaöğretim seviyesiyle sınırlandırılmayarak, lisans ve hatta lisansüstü seviyelerin tamamını içerecek şekilde ele alınmasıdır. Bu anlayış, MTE'nin yükseköğretimde karşılığını bulması anlamına da gelmektedir. Başka bir deyişle, MTE'nin temel eğitimden ve yükseköğretimden kopuk veya bağımsız olmadığı, bir ülkenin genel eğitim sisteminin önemli bir parçası olduğu anlayışı kabul görmektedir. Bu anlayışın benimsenmesi, ülkelerin ihtiyaç duydukları nitelikli teknik işgücünü yetiştirmelerini sağlamada önemli görülmektedir. Bu başlıkta da yer verilen ülkelerin, genel eğitim ile MTE'yi bütünleştirme eğiliminde olması bunu doğrulamaktadır. Bu birlikteliği sağlama konusunda da FeTeMM Eğitimi'ne yönelimin artması göze çarpmaktadır. Özellikle Avrupa'nın fen ve teknolojinin bütünleşmesini ve bu konudaki iyi örneklerin yaygınlaştırılmasını amaçlayan “*Scientix Projesi*” gibi ortak programlar yoluyla bir araya gelmesi bu yönelimi açıkça göstermektedir.

Beşinci ve son husus ise MTE'nin esnek bir yapıda organize edilmesi gerekliliğidir. Çünkü hem işgücü piyasasında hem de sanayide meydana gelen hızlı değişmelere, aynı hızda adapte olabilecek bir eğitim yapılanması, 21. yüzyıl için bir zorunluluk olarak belirmektedir. UNEVOC tarafından yapılan çalışmalarda da bu esneklik öne çıkarılarak, hızla değişen işgücü taleplerine ayak uydurmaya çalışmak yerine “*zaman testine dayanabilecek*” bir müfredat ihtiyacına yönelik öneriler sunulmaktadır. Bu da MTE'yi hem yaşam boyu öğrenme hem de modüler eğitim tasarımı konularına yaklaştırmaktadır (Cockrill ve Scott, 1997:344; UNEVOC, 2019:8).

2.2.2. Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayinde İstihdam

Havacılık ve uzay sanayindeki ana işler, yüksek nitelikli mühendisler ve teknisyenler tarafından yapılmaktadır (OECD, 2017; Valdés vd., 2017). Dolayısıyla küresel ölçekte, bu ana işlerde istihdam edilen teknik işgücünün sayısal durumu ile ülkelere göre dağılımı merak uyandırmaktadır.

Küresel havacılık ve uzay sanayinde öne çıkan ülkelerdeki istihdamın incelenmesinde, 1980'li yıllara kadar geri gidilmesi faydalı olacaktır. Çünkü bu yıllarda, gerek havacılık ve uzay sanayinde gerekse uluslararası siyaset ve ekonomide büyük değişimler yaşanmıştır.

Özellikle 1980'li yılların sonu ve 1990'lı yıllar süresince, hatta 2000'li yılların başına kadar geçen zamanda, havacılık ve uzay sanayinde istihdamın, neredeyse —bu alanda faaliyet gösteren— ülkelerin tamamında, belirgin biçimde azaldığı kaydedilmektedir. Örneğin ABD'de havacılık ve uzay imalât sanayinde istihdam, 1989 ile 1996 yılları arasında %39 azalarak, 1.314.000'den 796.000'e düşmüştür.^{117,118} Bu eğilimin nedenleri; savunma harcamalarında azalma, ticari hava aracı talebinde daralma ve yönetsel hatalı tahminler olarak sıralanmaktadır. Ayrıca 1997 yılında yaşanan Asya Krizi nedeniyle, Asya ülkelerinin uçak siparişlerini ertelemeleri ve/veya iptal etmelerinin de istihdamdaki bu azalmada etkisi olduğu ifade edilmektedir (Seidl ve Kleiner, 1999:547). ABD gibi İngiltere Havacılık ve Uzay Sanayi'nde de 1980 yılında 241.997 olan istihdam, 2000 yılına gelindiğinde 150.651'e, 2002'de 117.256'ya düşmüştür (Braddorn and Hartley, 2007:716).

¹¹⁷ Aynı dönemde ABD'de imalât sanayindeki toplam istihdamın da %40'lık bir azalma ile 432.000'den 260.000'e düştüğüne yer verilmektedir (Seidl ve Kleiner, 1999).

¹¹⁸ İşgücü verileri, ABD İşgücü İstatistikleri Bürosu (Bureau of Labor Statistics) rakamlarıdır (Seidl ve Kleiner, 1999:546-7).

Tablo-15 Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayinde İstihdam (2000 yılı itibariyle)					
Barrett vd., 2004		Niosi ve Zhegu, 2005		Braddorn ve Hartley, 2007	
<i>Ülke</i>	<i>İstihdam</i>	<i>Ülke</i>	<i>İstihdam</i>	<i>Ülke</i>	<i>İstihdam</i>
ABD	791.000	ABD	597.800	ABD	595.000
AB	429.107	AB	427.000	AB	429.100
Japonya	32.148	Japonya	32.940	Japonya	33.000
Kanada	91.500	Kanada	91.500	Kanada	91.500
Brezilya	14.000	Diğer Ülkeler	69.540	Diğer ülkeler	70.000
<i>Toplam</i>	1.357.775	<i>Toplam</i>	1.220.000	<i>Toplam</i>	1.219.500

İlgili literatür incelendiğinde, havacılık ve uzay sanayinde istihdama ilişkin rakamların, birbirine yakın olduğu ancak aynı olmadığı görülmüştür. Örneğin, Niosi ve Zhegu (2005:5), 2000 yılında dünya genelinde 1.220.000 havacılık ve uzay sanayi çalışanı olduğu ve bunların %49'unun ABD'de, %35'inin AB'de, %7,5'inin Kanada'da, %2,7'sinin Japonya'da ve kalan %5,7'sinin diğer ülkelerde olduğuna yer vermektedir.¹¹⁹ Yine AECMA¹²⁰,ya göre (akt. Braddorn ve Hartley, 2007:717), 2000 yılında havacılık ve uzay sanayinde toplam 1.219.500 kişi istihdam edilmektedir. Bu sayının ülkeler arasındaki dağılımına bakıldığında, istihdamın 595.900'ü ABD, 429.100'ü AB'de, 33.000'i Japonya'da, 91.500'ü Kanada'da, 70.000'i diğer ülkelerde¹²¹ gerçekleşmektedir. Barrett vd. (2004:14) ise küresel havacılık ve uzay sanayi işgücü üzerine yaptıkları çalışmada, 2000 yılının toplam istihdamını yukarıdaki çalışmalardan yaklaşık 130.000 kişi fazla hesaplayarak, sanayide küresel ölçekte toplam 1.357.775 kişinin istihdam edildiğini göstermektedir. İstihdamın dağılımı incelendiğinde, ABD'de 791.000, AB'de 429.107, Kanada'da 91.500, Japonya'da 32.148 ve Brezilya'da 14.000 kişinin istihdam edildiği görülmektedir.¹²²

1990'lı yıllardan 2000'li yıllara doğru havacılık ve uzay sanayindeki istihdamda gözlenen azalma eğilimi, 2000'li yılların başında da devam etmektedir. Örneğin 2002 yılına

¹¹⁹ 1990'lı yıllarda Uluslararası Uzay İstasyonu'nun yapımını üstlenen beş aktör, 2000 yılına gelindiğinde, işgücünün de neredeyse tamamını barındırmaktadır.

¹²⁰ European Association of Aerospace Industries'in kısaltmasıdır; 2005 yılından itibaren, ASD olarak anılmaktadır.

¹²¹ Çin ve CIS (The Commonwealth of Independent States) ülkeleri hariç

¹²² Niosi ve Zhegu, çalışmasında yer alan işgücü istatistiklerine dair herhangi bir referans ya da kaynak bilgisi paylaşmamıştır. Ancak Barrett vd. "dikkate değer boşluklar olmakla birlikte", yirmi sekiz ülke ve AB için doğrulanabilir işgücü rakamlarına sahip olduklarına yer vermektedirler. Ayrıca yazarlar, ülkeler arasında farklılık gösteren istatistiksel yöntemlerin, eşdeğer zaman dilimlerinde hesaplanmayan sayıların ve karşılaştırılabilir kategorilere dönüştürülmesi gereken verilerin bulunduğu dikkat çekmişlerdir.

gelindiğinde, havacılık ve uzay sanayi istihdamında yaşanan azalma, ABD’de 595.900’den 531.900’e, AB’de 429.100’den 407.800’e, Japonya’da 33.000’den 31.000’e Kanada’da 91.500’den 78.800’e şeklinde kaydedilmektedir. Bu azalmada, Soğuk Savaş sonrasındaki silahsızlanmanın askeri ve sivil piyasalara etkisi işaret edilmektedir (Breddorn and Hartley, 2007:716-7).

Ülke / Bölge	İstihdam	Toplam İstihdam İçindeki Oranı (%)	Ciro (milyar €)	Toplam Ciro İçindeki Oranı (%)	GSYH (milyar €)	Havacılık ve Uzay Sanayi % GSYİH
Kanada	170.000	9	31	8	2340.2	1,32
ABD	631.000	35	162.7	45	20151.8	0,81
Brezilya	23.360	1	5.6	2	2894.2	0,19
Avrupa*	533.900	30	138	38	21371.2	0,65
Rusya	406.000	23	13.7	4	2588.5	0,53
Japonya	32.000	2	12	3	7657.0	0,16

* 2012 yılı Avrupa (ASD ülkeleri) raporu, 17’si AB üyesi ve 3 ülke (Norveç, İsviçre, Türkiye) olmak üzere toplam 20 ülkeye ilişkin bilgileri içermektedir. Dâhil olan AB ülkeleri, Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çekya, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Almanya, Yunanistan, İrlanda, İtalya, Hollanda, Polonya, Portekiz, İspanya, İsveç, İngiltere’dir.

Kaynak: ASD, 2012.

Havacılık ve uzay sanayinde istihdamın günümüzdeki görünümüne gelindiğinde, Avrupa Havacılık ve Savunma Sanayileri Birliği (ASD)’nin kapsamlı çalışması faydalı olmaktadır. ASD, her ne kadar Avrupa havacılık ve uzay sanayini kapsıyor olsa da yayınladığı yıllık raporlarda, küresel havacılık ve uzay sanayinin durumuna ilişkin önemli bilgilere (ör. ülkelerin GSYH’si, GSYH’den havacılık ve uzay sanayi kapsamında Ar-Ge faaliyetlerine ayrılan pay) de yer vermektedir (bkz. Tablo-16).¹²³

ASD’nin 2012 yılı raporunda, dünyada havacılık ve uzay sanayinde toplam istihdam, 1.796.026 olarak paylaşılmaktadır. 2000 yılı verileriyle kıyaslandığında, sanayideki istihdamın, yaklaşık 600.000 kişi arttığı fark edilmektedir. İstihdamdaki bu sınırlı artışa rağmen, aradaki zaman diliminde, havacılık ve uzay sanayinde köklü değişimler yaşanmış; sanayi, hem imalât ve teknoloji kabiliyeti/kapasitesi hem de yürütülen faaliyetler açısından çeşitlenmiştir. Buna karşın, işgücünde büyük bir sayısal artış gözlenmemektedir. Buradan hareketle, havacılık ve uzay sanayinde işgücünün yapısına ilişkin bir diğer özellik olan

¹²³ ASD tarafından hazırlanan yıllık raporlarda, Çin ile ilgili bilgilere yer verilmemesi dikkat çekmektedir. Ancak buna dair herhangi bir açıklama bulunamamıştır.

‘sanayide istihdam açısından dönemsel dalgalanmalar söz konusu olsa da istihdamın durağan bir görünüm sergilemesi’ belirmektedir.

Bu verilerin yanı sıra erişilen en son veriler, OECD’nin 2019 yılında yayınladığı Rapor’da —sadece uzay çalışmalarına katılan işgücüyle sınırlı olmak üzere— yer almaktadır. Buna göre, 2017 yılında küresel uzay sanayinde, dünya çapında yaklaşık 1 milyon kişi istihdam edilmektedir.¹²⁴ Bu işgücünün 350.000’i ABD’de, 200.000’i Rusya’da, yaklaşık 60.000’i Avrupa’da tam zamanlı aktif çalışan olarak kaydedilmiştir.¹²⁵ Raporda, dünyanın en büyük uzay programına sahip ülkelerden biri olan Çin’in istihdam verilerine kolayca erişilemeyecek olsa da, Çin Ulusal İstatistik Bürosu’na göre, 2016 yılında Çin’deki kamu işletmelerinde, uzay imalâtı alanında yaklaşık 26.000 kişi istihdam edildiği ifade edilmektedir (OECD, 2019b:62).

Havacılık ve uzay sanayinde ülkelerin istihdam kapasitesini değerlendirirken göz önünde bulundurulması gereken hususlar bulunmaktadır. Bunlardan **ilki**, yukarıdaki rakamsal farklılıklardan da anlaşılacağı gibi, havacılık ve uzay sanayinde istihdam edilen işgücü bilgilerinin ülkeler tarafından net bir şekilde paylaşılmamasıdır. Bu eğilim; sanayinin, ulusal güvenlik ve savunma konularındaki stratejik önemine dayandırılabilir. **İkinci** husus, gerek uluslararası işbirliği (ör. tedarik zinciri, lisans altında üretim/orijinal parça imalâtçısı [OEM] zinciri) gerekse ülkelerin yasal mevzuatları gereği, bir ülke menşeli firmanın, başka bir ülkede varlık sahibi olabilmesi ve kaynak ülke dışında da istihdam kapasitesi barındırmasıdır. Başka bir deyişle, havacılık ve uzay sanayinin önemli özelliklerinden biri de ülkelerin kendi yerli firmalarının, başka ülkelerde de imalât ve teknoloji geliştirme varlıklarına sahip olmalarıdır. Örneğin, 2002 yılında ABD’deki istihdamın yaklaşık 26.000’inin İngiliz Havacılık ve Uzay Sanayi varlıklarında olduğuna dikkat çekilmektedir (Braddorn ve Hartley, 2007:716). **Üçüncü** ve son husus, yıllar içerisinde havacılık ve uzay sanayi işgücünde, dönemsel artış ve azalışlar yaşamaktaysa da işgücünün niceliğinde belirgin değişikliklerin söz konusu olmamasıdır. İşgücünün bu neredeyse durağan niceliği sorgulandığında, havacılık ve uzay sanayindeki konsolidasyon eğiliminin, istihdam üzerindeki etkisi bir cevap olarak belirmektedir. Buna göre, sanayideki işbirliği (ulusal ve uluslararası), uzmanlaşmayı beraberinde getirmekte ve her firma/ülke uzmanlaştığı konuda,

¹²⁴ Raporda, bunların sadece tahmin olduğu, çünkü ayrıntılı resmi istatistiklerin her ülke için bulunmadığı belirtilmiştir.

¹²⁵ Uzayla ilgili istihdam tahminine, üniversiteler veya askeri personel gibi uzay programlarında doğrudan veya dolaylı rol oynayan diğer önemli aktörler dahil değildir.

ulusal ve uluslararası işbirliğine katılmaktadır. Bu eğilim beraberinde ‘daha az sayıda’ ve ‘daha büyük ölçekli’ firmadan oluşan bir yapıyı getirmektedir. Havacılık ve uzay sanayindeki firmaların birleşme eğilimi de işgücünün sayısını etkilemektedir (Seidl ve Kleiner, 1999).

Yaşanan işgücü dalgalanmalarına karşın, sanayide imalâtın giderek çeşitlenmesi, hava aracı/uzay aracı programlarının artması ile erişilen teknoloji sınırının sürekli ileriye taşınması, başta çelişkili görünse de mevcut işgücünün yüksek niteliklere sahip olmasıyla açıklanabilir. Buradan hareketle, havacılık ve uzay sanayideki ilerlemenin işgücünün niceliğine değil, sahip olduğu yüksek nitelik ve deneyime bağlı olduğu sonucuna ulaşmak mümkündür. Başka bir deyişle, sanayinin başarısında belirleyici olan **nitelikli, uzmanlaşmış ve deneyimli işgücüne sahip olmaktır.**

Özetle, havacılık ve uzay sanayinin bu yüksek nitelikli teknik işgücünün sahip olduğu becerileri nasıl kazandığı ve kendisinden sahip olması beklenen becerileri nasıl kazanacağı soruları, 21. yüzyılın dinamizmiyle birlikte daha da önem kazanmaktadır (Godshall ve Frederick, 2019:2-5). Başarılı ülke örneklerinden anlaşıldığı gibi, bu soruların cevaplanmasında, iki kavram öne çıkmaktadır: disiplinlerarasılık ve işbirliği.

2.3. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)’nde Teknik İşgücü: Eğitim ve İstihdam

Bu bölümde yukarıdaki dizge takip edilerek, ilk alt başlıkta, THUS’un ihtiyaç duyduğu işgücünün yetiştirildiği eğitim-öğretim organizasyonu tarihsel bir yaklaşımla değerlendirilmekte; ikinci alt başlıkta, THUS’un istihdam görünümü ortaya konulmaktadır.

2.3.1. Türkiye’de Havacılık ve Uzay Sanayine Yönelik Eğitim

Burada THUS’a nitelikli teknik işgücü yetiştiren MTE’nin ve arka planının açığa çıkarılması amaçlanmaktadır.¹²⁶ Türkiye’deki havacılık ve uzay odaklı eğitimin anlaşılmasında, MTE’nin bütünüyle ve tarihsel bir yaklaşımla incelenmesi önemli görülmüştür. Dolayısıyla bu alt başlıkta ilk olarak, Türkiye’nin Osmanlı İmparatorluğu’ndan devraldığı ve Cumhuriyet döneminde sürdürdüğü havacılık ve uzay (astronomi) eğitim organizasyonu, ekosistem anlayışı sürdürülerek, ele alınmaktadır. Ardından Türkiye’nin güncel MTE sistemi irdelenmekte, bu kapsamda teknik işgücünün

¹²⁶ Türkiye millî eğitim sistemi için bkz. EK-3

mesleki sınıflandırmasına dair bilgilerin üzerine, havacılık ve uzay odaklı teknik eğitim kurumlarına, orta ve yükseköğrenimi kapsayacak şekilde yer verilmektedir.

Osmanlı İmparatorluğu'nun kuruluş yıllarından itibaren, padişahların BT gelişmelerine duyarlı oldukları, İmparatorluğa dönemin ün salmış bilim insanı ve âlimlerini davet ederek, onların bilgi ve deneyimlerinden yararlandıkları dönemlerden geçilmiştir. Özellikle demir ve çeliğin işlenmesinin sanayileşmede taşıdığı önem doğrultusunda, haddehâneler¹²⁷, top döküm atölyeleri ve tersanelerin yeniden organize edildiği, yapılacak üretimde Batılı ülkelerde gelişen tekniklerden yararlanıldığı, dışarıdan uzmanlar getirildiği bilinmektedir. Selahattin Şanbaşıoğlu¹²⁸ Osmanlı İmparatorluğu'nda çelik imalâtının başladığı tarihe ilişkin kesin bir bilgiye rastlanmadığına ancak ilk kütle halinde çelik üretiminin Sultan Abdülaziz döneminde (1861-1876) kurulan “*Camialtı Tersanesi*” ile başladığına değinmektedir (Kiper, 2009:38). Buna karşın, Batılı ülkelerde Bilimsel Devrim'e giden süreçte meydana gelen gelişmeleri dikkate almayan bir devlet erkânı zihniyeti nedeniyle, İmparatorluğa matbaanın girişi dahi yaklaşık 200 yıl gecikmiş, BT konularına meraklı ve girişimci âlimler ve mucitler de ne yazık ki bu zihniyetin kurbanı olmuştur. Tez konumuzla ilgili olması bakımından bu girişimlerden ikisi, kardeş olan Hezarfen Ahmed Çelebi ile Lagâri Hasan Çelebi'den gelmiştir (1632). İnsana has bir özellik olmaması bakımından uçma fikrinin zaten akıl dışı kabul edildiği bir dönemde, iki kardeşin çalışmalarının ve çizimlerinin dönemin zihniyet yapısı da düşünüldüğünde kabul görmeyeceği anlaşılır bir durumdur. Hezarfen Ahmed'in kendi kanatlarını kullanarak uçma ve Lagâri Hasan'ın roket fırlatma girişimleri, Osmanlı İmparatorluğu'ndaki teknoloji seviyesinin yansımalarıdır ve günümüzde havacılık konusunda uyanan merakı özendirilen figürler olarak tarihte yerini almışlardır (Tantekin-Ersolmaz vd., 2004), hatta Hezarfen Ahmed'in adı İstanbul'da bir havaalanına verilmiştir. Bu örneklerden biri olan Nuri Demirağ'ın Cumhuriyetin ilk yıllarındaki teşebbüsleri, ihtiyaç duyduğu destekten yoksun kalmışsa da, sonrasında ismi Sivas Havaalanı'na verilmiştir. Ancak yaptıkları önemli işler yeterince kabul görmemiş ya da önleri kesilmiş olan nice girişimin mucidinden sonraki yıllarda özür dilenmiş olması, ne yazık ki kaybedilen bilgi ve deneyimi geriye getirmemektedir.

İmparatorluğun gerileme döneminde BT'de geç kalındığının ağır yenilgilerle fark edilmesiyle birlikte, Batılılaşma/modernleşme yoluna gidilmiştir. Orduda teknik kabiliyetin

¹²⁷ Haddehâne: Büyük yassı levhaların eritildiği, merdanelerden geçirildiği yer.

¹²⁸ Türkiye'nin ilk yüksek metalürji mühendisi

artırılması çok önemli görüldüğünden, ilk teknik eğitim veren okulların bu alana yönelik açılması çok şartırtıcı değildir. İmparatorlukta teknik eğitimi kurumlaştırma yönündeki çalışmalar, denizcilik alanında eğitilmiş kişilere duyulan ihtiyaçtan doğmuş ve ilk mühendislik okulu, 1775 yılında Mühendishâne-i Bahrî-i Hümâyûn adıyla İstanbul'da kurulmuştur(MEB, 2019a:32).¹²⁹ Böylelikle, Türkiye'nin devraldığı teknik eğitim geleneğinin, 18. yüzyılda başladığı görülmektedir.

Osmanlı İmparatorluğu'nun yenileşme hareketi kapsamında, ordunun modernizasyonu merkezinde ihtiyaç duyulan eğitim kurumları açılmaya devam etmişse de, bu okullardan istenilen düzeyde başarı elde edilememiştir. Çünkü İmparatorlukta, bu askeri yüksek okullara öğrenci hazırlayacak ilk ve orta dereceli okullar bulunmamakta, öğrenciler temel bilgileri edinmeden yüksek eğitim kurumlarına gitmektedir. Zaman içinde yüksek teknik eğitim-öğretim için temel eğitimin şart olduğunun fark edilmesiyle, 19. yüzyılın ilk yarısında temel eğitim-öğretime önem verilmeye başlanmış, bu farkındalıkla, Rüşdiyye adı verilen orta dereceli okulların açılması kararı alınmıştır.¹³⁰ 1845 yılında "Meclis-i Maarif-i Muvakkat (Geçici Maarif Meclisi) kurulmuş, *eğitim sistemi ilk, orta ve yüksek olmak üzere üç kademeye ayrılmış, ilköğretimi veren sıbyan okullarının ıslâh edilmesi, rüşdiyye okullarının fazlalaştırılması ve yüksek okul olarak Dârü'l Fünûnunun açılması kararlaştırılmıştır* (İçke, 2018:20-3).¹³¹

Havacılık ve uzay konularındaki eğitimin bir ihtiyaç haline gelerek kurumlaşması ise 20. Yüzyılın ilk yıllarına kadar geriye götürülmektedir. 1910'lu yıllara denk gelen bu dönemdeki askeri okulların kökeni, Yeşilköy Tayyare Mektebi/İstasyonu (YTB)'na dayanmaktadır. Osmanlı Devleti'nin ve Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk havacılık okulu olan YTB'nin kurulması düşüncesi, Trablusgarp Savaşı'nda¹³² hava kuvvetinin öneminin

¹²⁹ Her ne kadar MEB tarafından hazırlanan kitapta bu bilgiye yer verilse de, Acar vd. (2016) Osmanlı İmparatorluğu'nun ilk askerî mühendislik eğitim kurumununun 29 Nisan 1775 tarihinde Tersâne-i Âmire'de açıldığını ve adının 'Mühendishâne-i Bahrî-i Hümâyûn' değil 'Hendese Odası' olduğunu, bu okulun, 1806 yılındaki Mühendishâne Kanunu ile 'Mühendishâne-i Bahrî-i Hümâyûn' olarak adlandırıldığını ifade etmektedir.

¹³⁰ 1808-1839 yılları arasındaki dönem, Osmanlı İmparatorluğu'nun yenileşme hareketleri arasında ayrı bir yer tutmaktadır. Bu dönem, ilk kez devlet tarafından eğitim amaçlı yurt dışına öğrenci gönderilmeye başlanan dönem olarak dikkat çekmektedir. "Gerek Batı tarzında açılan okulların istenen düzeyde mezun verememesi gerekse bu okullarda ihtiyaç duyulan Batılı bilgiye sahip öğretim elemanı ihtiyacı dolayısıyla ilk kez 1830 yılında yurt dışına öğrenci gönderilmeye başlanmıştır (İçke, 2018:21)".

¹³¹ Deniz ve kara kuvvetlerinde yapılan ıslahatlarla başlayan düzenlemeler, ülkedeki insanların bilgi, görgü, deneyim ve zihniyet bakımından yetersizliği nedeniyle yaygınlaşmamıştır (Savcı, 2011).

¹³² Trablusgarp Savaşı, tarihte uçağın kullanıldığı ilk savaştır.

görülmesiyle belirmiştir. Balkan Savaşları sırasında yapımı sürdürülen YTB Projesi, Süreyya Bey (İlmen) başkanlığında devam etmiş ve 1912 yılında tamamlanmıştır (Akpınar, 2017:204; Yusufoglu ve Kara Pilehvarian, 2017:250; MEB, 2019a:119). Havacılıkta okullaşma eğilimi, I. Dünya Savaşı sırasında uçakların etkin kullanılması ve ne denli etkili olduklarının görülmesiyle birlikte başlamış ve daha sonra Hava Kuvvetleri'nin¹³³ hızla gelişmesine paralel artmıştır.

Yurt dışına havacılık alanında eğitim almak üzere öğrenci gönderilmesi de aynı döneme denk gelmektedir. 1911 yılında, Süvari Yüzbaşısı Fesa Bey ve İstihkâm Teğmeni Yusuf Kenan Bey, hem eğitim alma hem de havacılık alanındaki gelişmeleri Osmanlı Devleti'ne taşıma amacıyla Fransa'daki Bleriot Hava Okulu'na gönderilmiştir. Aynı eğilim, Cumhuriyet döneminde de sergilenmiş, 1923 yılında bir grup subay "*Tayyarecilik*" tahsili için İsviçre'ye, 1924 yılında da 10 subay Fransa'daki Eyster Tayyare Mektebi'ne gönderilmiştir (İçke, 2018:51).¹³⁴ Ayrıca bu dönemde, Almanya'yla da işbirliğine gidilerek, Kayseri Uçak Fabrikası'nda çalışan teknisyenlerin, Junkers firmasının Dessau'daki ana fabrikasında eğitim almaları sağlanmaktadır (Bocutoğlu ve Dinçaslan, 2014:161; Akpınar, 2017:204; Williams, 2019). Bu bilgiler, Türkiye'nin havacılık konusundaki bilgi birikiminin, ağırlıklı Avrupa ülkelerinden elde edildiğini ve Cumhuriyetin ilk yıllarında havacılık ve uzay alanının 'istihdam-eğitim-işgücü' konularının, bir ekosistem anlayışıyla işlediğini göstermektedir.

Bu dönemde eğitimi yakından etkileyen iki önemli karar bulunmaktadır. Bunlardan ilki, Cumhuriyet Aydınlanması'nın Türk öğrencilerin eğitim alma ve uzmanlaşma amacıyla yurt dışına (özellikle Avrupa ülkelerine) gönderilmesi yönündeki uygulamayı 'kendine özgü karakteriyle' sürdürmesidir. Bu uygulamayla öğrenciler, yurt dışındaki eğitimleri sırasında, çağdaş bilgi ve görgüyle donanmakta ve eğitimlerini tamamlayıp geri dönerek, edindikleri bilgi ve tecrübeyi Türkiye'ye taşımaktadır. Bu konudaki en çarpıcı örneklerden biri, Kayseri Uçak Fabrikası bünyesindeki çıraklık okulunun açılışıdır. Almanya'da metalürji ve uçak mühendisliği eğitimi aldıktan sonra 1930 yılında Kayseri'ye dönen Alaettin Bergman, fabrikada çalışmaya başladığında, işgücü açığı olduğunu gözlemleyerek, 1931 yılında bir

¹³³ Osmanlı Hava Kuvvetleri, 1911 yılında kurulmuştur.

¹³⁴ 1923-1930 yılları arasında 16 öğrenci "Tayyare Mühendisliği", 13 öğrenci "Tayyarecilik", 2 öğrenci "Tayyare ve Makine Mühendisliği" eğitimi için yurt dışına gönderilmiştir (İçke, 2018:126-7).

çıraklık okulu açılmasına öncülük etmiştir.¹³⁵ Bu okulda, ilkokul mezunu çocukların, işçi olarak yetiştirilmeleri sağlanmıştır (Akpınar, 2017:227). Okulun, yalnızca fabrikanın işleyişinde değil, “*Kayseri’de büyük bir değişimi beraberinde getirdiğine, öteden beri tüccar olarak bilinen Kayseri halkının sanayiye yöneldiğine, Kayseri’nin en büyük sanayicilerinin bu çırak okulundan yetiştiğine*” de dikkat çekilmektedir (Kal, [?]:85). Yine 1934 yılında Fransa’daki eğitimini tamamlayarak Türkiye’ye dönen Nüzhet Toydemir Gökdoğan, aynı yıl E.F. Freundlich yönetimindeki İstanbul Üniversitesi Astronomi Enstitüsü’nde ilk Türk kadın astronom olarak göreve başlamıştır. Gökdoğan, “*Türk Astronomi Derneği*”ni kurmuş, derneğin başkanlığını yürüttüğü sırada, Türkiye’nin, Uluslararası Astronomi Birliği (IAU)’ne katılmasını da sağlamıştır (İçke, 2018:292). Görüldüğü gibi, devlet tarafından yurtdışına eğitim alma amacıyla gönderilen öğrenciler, köklü bir aydınlanmanın sembolü olmuşlardır.

İkinci önemli karar ise, Türkiye’ye yabancı uzman, araştırmacı ve akademisyenlerin davet edilmesi ve Türkiye’nin II. Dünya Savaşı öncesi ve sırasındaki baskı ortamından kaçan akademisyenlere, bilim insanlarına kapısını açmasıdır. Böylelikle, hem uzmanlar tarafından hazırlanan raporlar (ör. Prof. Dewey, Prof. Kühne’nin hazırladığı raporlar¹³⁶) hem de bilim insanları tarafından üniversitelerde kurulan kürsüler ve araştırma merkezleri yoluyla ulusal eğitim/bilim sisteminin gelişmesine katkı sağlanmıştır. Örneğin, İstanbul Üniversitesi Astronomi Enstitüsü’nde 1933-1958 yılları arasında dört yabancı astronomun direktörlük görevini üstlendiği görülmektedir (bkz. Tablo-17).

Adı-Soyadı	Görev Süresi	Uyruğu	İstanbul’da İkamet Süresi	Türkiye’den Önce Çalıştığı Yerler
Erwin Finlay Freundlich	1933-1937	Almanya	4 yıl	Potsdam Astrofizik Enstitüsü
Hans Rosenberg	1938-1940	Almanya	2 yıl	Berlin Gözlemevi Chicago Üniversitesi Yerkes Gözlemevi
Thomas Royds	1942-1947	İngiltere	5 yıl	Kodaikanal Gözlemevi
Wolfgang Gleissberg	1941 (vekâleten) ve 1948-58	Almanya	25 yıl	Breslau Üniversitesi Gözlemevi

Kaynak: Günergun ve Kadioğlu, 2011:44.

¹³⁵ Şahin, Mehmet, (?), Kayseride İlk Büyük Adım: Tayyare Fabrikası, <https://havacilik.erciyes.edu.tr/fakultemiz/TAYYARE-FABRIKASI/HAVACILIKFAK-Fakultesi/185/229>, (13.03.2020).

¹³⁶ Cumhuriyet döneminde eğitimin modernleşmesi konusunda detaylı anlatım için bkz. İçkin, 2018.

Alanında öne çıkan, yaptıkları çalışmalarla dünya çapında bilinen bilim insanlarının gelmesi, Türkiye’deki astronomik gözlem ve araştırmalara öncülük ettiği gibi, bağımsız astronomi lisans programını başlatacak ve sürdürecektir kadroların yetişmesini de sağlamıştır. Özellikle 1930’lu yıllarla birlikte, Türkiye’de astronomi alanında yapılan yayınların artması (bkz. Tablo-18) dikkat çekmektedir (Unat, 2004:131).

Tablo-18 Türkiye’de Yıllara Göre Astronomi Alanında Yapılan Yayınlar						
Yıllar	Kitap		Makale		Toplam	
	Adet	Yüzde	Adet	Yüzde	Adet	Yüzde
1910-1919	3	6	2	0.5	5	1.2
1920-1929	-	-	1	2.6	1	0.5
1930-1939	1	2	14	3.8	15	3.6
1940-1949	1	2	16	4.4	17	4
1950-1959	1	2	20	5.4	21	5
1960-1969	5	10	35	9.5	40	9.6
1970-1979	11	22	58	15.7	69	16.5
1980-1989	11	22	66	18	77	18.4
1990-1999	9	18	136	34.4	145	34.2

Kaynak: Unat, 2004:129.

Astronomi alanındaki bilimsel faaliyetlerin sürdürülmesinde kritik önem taşıyan altyapı da, bu bilim insanlarının öncülüğünde kurulmuştur. Bu kapsamda, 1935 yılında Kandilli Rasathanesi dürbün binası; 1936 yılında İstanbul Üniversitesi Gözlemevi açılmıştır. Bu iki gözlemevi, çalışma alanları yönünden birbirinden ayrılmaktadır. Kandilli Rasathanesi, astronomik ve sismografik gözlem, kayıt ve bilimsel yayınlar üzerine odaklanırken, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi Enstitüsü’nde bunlara ilave olarak astronomi alanında lisans ve lisansüstü eğitim de verilmektedir (Günergun ve Kadioğlu, 2011:43).¹³⁷

Havacılık ve uzay mühendisliği alanında da, eğitim altyapısının oluşmasında ve eğitimin sürdürülmesinde, yabancı işgücünün ve bilim insanlarının katkıları dikkat çekmektedir. Örneğin, yukarıda ele alınan EUF’un kuruluş döneminde Türkiye’ye gelen mühendisler, İstanbul Üniversitesi’nde Uçak Mühendisliği eğitiminin başlamasında ve sürdürülmesinde aktif rol üstlenmişlerdir:

“1941 sonbaharında İstanbul Teknik Üniversitesi’nde uçak inşaatı ihtisas dalı harekete geçirildi. İki haftada bir birkaç günlüğüne Ankara’dan İstanbul’a giden Mühendis St. Rogalski ve Mühendis J. Teisseyre tasarım ve uçak oluşturma derslerini; Mühendis J. Belkowski ise uçak motorları teorisi ve inşası dersini Fransızca veriyorlardı. Havacılık tasarımları dayanıklılık ders notları Fransızca olarak Mühendis F. Janik ve Mühendis L. Duleba tarafından yazıldı. Bunlar Türkçe’ye tercüme edilmişti ve dersler sıkı sıkıya bunlara göre teknik üniversitenin bir Türk hocası tarafından veriliyordu. Ders notlarının müellifi olan Polonyalılar sınavlarda asistanlık yapıyorlardı. Bu havacılık kursunun mezunu

¹³⁷ Bu durum, İstanbul ile sınırlı değildir. 1950’li yıllarda Ankara Üniversitesi Astronomi Enstitüsü de Prof.Dr. Egbert Adriaan Kreiken’in çabalarıyla canlanmıştır. bkz. Omay, C. Güner, (2011), Ankara Üniversitesi Gözlemevi’nin Kurucusu ve Eğitim Gönüllüsü Prof.Dr. Egbert Adriaan Kreiken, Ankara: Bilimsel ve Teknik Araştırma Vakfı.

birçok genç Türk mühendis, önce Türk Hava Kurumu Uçak Fabrikası'nın tasarım ofisinde kısa bir staj gördüler, akabinde 1945'te KA Birleşik Devletler Boeing Uçak Fabrikası'na staja gönderildiler. Bir sene sonra THK Uçak Fabrikası'nda çalışmak üzere döndüler (Baş, 2014:36-41)".

Türkiye yükseköğrenimine ve bilim dünyasına BT konusundaki birikimleriyle gelen bu bilim insanlarının başlattıkları değişimin etkili olsa da sürdürülebilir olmadığı ve bu insanların ihtiyaç duyduğu BT ortamının, Türkiye'de bilim odaklı zihniyet ve kültürün zayıf olması nedeniyle ne yazık ki oluşturulamayacağı anlaşılmıştır (Günergun ve Kadioğlu, 2011:47). Sonuç olarak, bu konuk araştırmacılar BT ortamının Ar-Ge faaliyetlerine olanak sağladığı ülkelere gitmişlerdir. Her ne kadar bu bilim insanlarının başlattığı hareket Türkiye yükseköğrenim ekosistemi için ivme kazandırıcı olmuşsa da, zamanla oluşan bilim ortamı da korunamamış, üniversitelerin Ar-Ge ve yenilik çalışmaları sekteye uğramıştır.

Kuşkusuz kurulan bu eğitim altyapısı, teknik işgücü oluşturma çabası anlamında da gelmektedir. Osmanlı İmparatorluğu'nun ve Cumhuriyet'in askeri fabrikalarında ve havacılık sanayinde, eğitim ve istihdam konularının birlikteliğine ilişkin farkındalıkla hareket ettiği göze çarpmaktadır. Ancak bilim ortamının zamanla yitirilmesine benzer şekilde bu birliktelik de kesintiye uğramış, 1950'li yıllarda askeri fabrikaların ve havacılık sanayinin tasfiyesi, eğitim ve istihdam arasındaki bu ilişkiyi de olumsuz etkilemiştir.

1960'lı yıllar, Türkiye'nin plânlı bir kalkınmaya geçtiği dönemdir. "*Uçak İmalât ve Onarım Sanayi*", ilk kez, İkinci Beş Yıllık Kalkınma Plâni'nda yer almıştır. Ancak plânda, bu sanayideki eğitim ve istihdam konuları hakkında bilgi bulunmamakta, sanayi, diğer ekonomik göstergeler (ör. ihracat-ithalat durumu) açısından incelenmektedir.

Yıllar içerisinde, Türkiye yükseköğrenim ve bilim ekosisteminin üretkenliğinin desteklenmesi gerektiği birçok plânda, programda ve/veya raporda vurgulanmaktadır. Özellikle hazırlanan "Beş Yıllık Kalkınma Plânları'nın hemen hepsinde işgücünün niteliğinin artırılması, yükseköğrenimin kalitesinin yükseltilmesi, bilimsel üretimin geliştirilmesi konuları öne çıkarılmaktadır. Ancak THUS'un yukarıda ifade edilen tasfiye sürecini takiben, özgün tasarım ve imalât rolünü bırakarak, bakım, onarım, revizyon ile sınırlı faaliyetlerini sürdürdüğü göz önünde bulundurulduğunda, bu çabaların ve THUS'a yönelik eğitim organizasyonunda bir karşılığı olduğunu söylemek güçtür. THUS ekosistemi, bu dönemde gerçekleşen üretim konularındaki yenilikçi adımlarını (ör. Mavi Işık Projesi [1978]), bünyesindeki ilerici nitelikli teknik kadroların çabalarıyla atmış ve

ilgili bölümde detaylarıyla aktarıldığı gibi, bu bireysel çabalara süreklilik kazandırılmamıştır.

Günümüze kadar gelen dönemde, THUS'un nitelikli işgücü ihtiyacını karşılamada atılan en önemli adımlardan biri, fen liselerinin kurulmasıdır. İkinci Beş Yıllık Kalkınma Plânı'nda "1964 yılı itibariyle, Türkiye'de Ar-Ge çalışanlarının toplam nüfusa oranının, %0,012 civarında olduğu"na dikkat çekilmekte ve bu alandaki ihtiyaç vurgulanmaktadır. 1963 yılında TÜBİTAK'ın kurulmasıyla bilim ekosisteminin oluşturulmasının ilk adımı atılmakta ayrıca 1964 yılında, Türkiye'deki ilk fen lisesi olan Ankara Fen Lisesi eğitime başlamaktadır.¹³⁸

1970'li yıllarda, MTE'nin sanayi ile entegrasyonunun sağlanmasının hedeflendiği ve 1978 yılında, Ankara Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Araştırmaları Merkezi (EFAM) ile Millî Eğitim Bakanlığı'nın birlikte sürdürdüğü "Okul Sanayi Ortaklaşa (OSANOR) Eğitimi"nin bu anlayışı yansıttığı görülmektedir (Doğan, 1983:174-7). Benzer bir adım, 1980'li yılların sonunda uluslararası işbirliği şeklinde atılmaktadır. 1988 yılında, Türkiye'nin Almanya ile işbirliği yaparak başlattığı "İkili Meslek Eğitiminin Teşviki Projesi" ile "motor ve endüstriyel elektronik meslek alanlarında, örnek kalifiye teknik eleman, ustabaşı ve usta öğreticilerin, ikili (dual) meslek eğitimi ile yetiştirilmesini sağlamak" amaçlanmıştır (MEB, 2019a:274).

THUS'un ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi ile THUS'u besleyecek bir akademi-bilim ekosistemi oluşturulmasında önemli bir fırsat da, 1990'lı yıllarda Sovyetler Birliği'nin dağılma döneminde doğmuştur. 1993 yılındaki BTYK kararında, TÜBİTAK tarafından yürütülen "Eski Sovyetler Birliği Cumhuriyetleri ve Doğu Avrupa Ülkelerinden Bilim Adamı Getirilmesi Programı"¹³⁹ kapsamında Türkiye'ye gelen ve 5 Mayıs 1993 tarihi itibariyle görevde olan 48 akademisyen bulunduğu yer verilmektedir (bkz. EK-7). Karara göre bu bilim insanlarının bazıları, temel bilimler alanında verimli çalışmalarda bulunmuşlardır. Ancak uzun vadede bakıldığında, bu bilim insanlarının kısa sürelerle Türkiye'ye geldiği, amaçlanan iki taraflı projelerin gerçekleştirilemediği görülmektedir.

¹³⁸ Ankara Fen Lisesi, uzun yıllar süresince, ülkedeki tek fen lisesidir. Türkiye'nin ikinci fen lisesi olan İstanbul Atatürk Fen Lisesi, 1982 yılında eğitime başlamıştır.

¹³⁹ Bu program, Maliye ve Gümrük Bakanlığı tarafından sağlanan kaynak ile sürdürülmüştür.

1990'lı ve özellikle 2000'li yılların başının önemli özelliği, AB'ye uyum sürecinde MTE'de yapılan düzenlemelerdir. Bu yıllarda, Türkiye'nin Gümrük Birliği'ne üyeliğin takibinde, AB üyeliğine de hazırlandığı ve bu yöndeki uyumlanmanın öne çıkarıldığı görülmektedir. MTE de bu uyumlanmada önemli bir alanı teşkil etmektedir. Türkiye'deki MTE üzerinde AB üyelik sürecinin etkisi, 2000 yılında imzalanan “*Türkiye'deki Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP)*” ile Mesleki Yeterlilik Kurumu yapılanmasıyla açıkça görülmektedir.

Görüldüğü gibi, THUS, ekosistem olarak, iç ve dış siyasetten etkilenmekte, bu açıdan, alınan dönemseller kararlarla şekil alan bir yap-boz-yap dizgesinin içerisinde işlemektedir. Tarih boyunca, THUS'un ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesinde önemli adımlar atılmışsa da bunlara süreklilik kazandırılmamıştır. Bununla birlikte, hazırlanan kalkınma planlarının tamamında Türkiye'nin nitelikli teknik işgücüne ve bir bilim ekosistemi yaratmaya olan ihtiyacı ile mevcut nitelikli teknik işgücünün göç yoluyla kaybedilmesi konularının yer aldığı dikkat çekmektedir. Bu durum, Türkiye'de bir plân dâhilinde, tespit edilen sorunların çözümüne yönelik hareket etme konusunda yol alınmadığını da desteklemektedir.

Bu tarihsel arka planın üzerine, güncel MTE sisteminin işleyişi ile günümüzde teknisyen, tekniker, mühendis ve uzmanların yetiştirildiği eğitime yakından bakılması gereği doğmaktadır. Hiç kuşku yok ki bir ülkede işgücünün yetiştirilmesinde MTE'nin yeri sorgulanırken, ülkenin insan kaynağı planlamasını ve genel eğitim sistemini göz önünde bulundurmamak gerekmektedir.

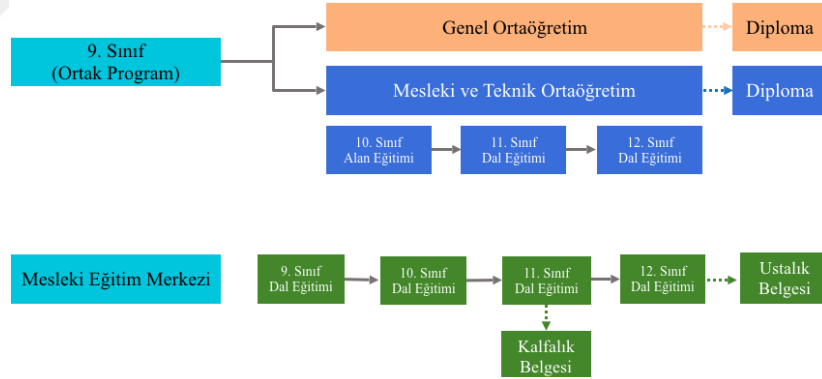
Tablo-19 Türkiye'de Mesleki ve Teknik Eğitim Okulları				
Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Çok Programlı Anadolu Lisesi	Mesleki Eğitim Merkezleri	Güzel Sanatlar Liseleri	Spor Liseleri
Anadolu Meslek Programı (AMP)	Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Ustalık Programı		
Anadolu Teknik Program* (ATP)	Anadolu Lisesi			
Ustalık Programı	Anadolu-İmam Hatip Lisesi			
	Ustalık Programı			

* 2018 yılında yapılan bir değişiklik ile Anadolu Teknik Programı uygulanan liselerde, çekirdekten mühendis yetiştirilmesi amacıyla fen liselerinde olduğu gibi fen bilimlerine ilişkin dersler yoğun olacak şekilde bir müfredat düzenlemesine gidilmiştir.

Kaynak: MEB, 2018:23.

Türkiye’de ortaöğretim seviyesinde MTE, örgün ve yaygın olmak üzere iki başlıkta incelenmektedir. Örgün MTE; mesleki ve teknik anadolu lisesi, çok programlı anadolu lisesi, mesleki eğitim merkezleri, güzel sanatlar liseleri ve spor liseleri olmak üzere 5 çatıda sürdürülmektedir (bkz. Tablo-19). Yaygın MTE okulları ise mesleki açık öğretim liseleri (MAÖL) ve mesleki eğitim merkezleri (MEM)’dir. Devlet okullarının yanı sıra özel eğitim kurumlarında da mesleki ve teknik ortaöğretim faaliyetleri sürdürülmektedir.

Mesleki ve teknik anadolu liselerinde 55 alan ve 203 dalda¹⁴⁰; mesleki eğitim merkezlerinde ise 27 alan ve 142 dalda öğretim programı uygulanmaktadır (MEB, 2019a:279). Mesleki ve teknik ortaöğretim kurumlarında 9. sınıfta **ortak öğretim programı** uygulanmakta, 10. sınıfta ise **temel ve ortak yeterlilikler**den oluşan alan eğitimi verilmektedir (bkz. Şekil-9). 11 ve 12. sınıfta verilen dal eğitiminin tamamlanmasıyla birlikte öğrenciler “ortaöğretim diploması” almaktadır. Mesleki açık öğretim liseleri, yalnızca yapı ve işleyiş bakımından örgün eğitim veren liselerden farklılaşmaktadır. Program içerikleri birbirine eşdeğerdir. Mesleki açık öğretim liselerinde eğitim süresi dört yıldır. Dört yıl süresince **dal eğitimi** alan öğrenciler, bu sürenin sonunda “ustalık belgesi” almaktadır.



Şekil-9 Türkiye’de Örgün Ortaöğretim MTE Sisteminin İşleyişi
Kaynak: Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü (MTEGM)

Türkiye’de MTE’nin önemine dair farkındalığın artmasıyla birlikte, düzenleme ve iyileştirmeler yapılmış, böylelikle MTE sistemindeki hem okul hem öğrenci sayısı artmıştır. Türkiye’deki ortaöğretim MTE okul, öğretmen, öğrenci ve mezun sayılarının yıllara göre değişimi aşağıdaki tabloda (bkz. Tablo-20) sunulmaktadır.

MTE’nin yanı sıra üniversitelerin temel bilimler ve mühendislik alanlarına öğrenci sağlayan ve bilim insanı yetiştirme amacıyla kurulan fen liselerinin güncel durumu da

¹⁴⁰ “55 Alan 203 Dal Listesi”, http://www.megep.meb.gov.tr/dokumanlar/Diger/55_ALAN_203_DAL.pdf.

önemli görülmektedir. Türkiye’de 2018-2019 Eğitim-Öğretim Yılı itibariyle, Ortaöğretim Genel Müdürlüğü’ne bağlı 310 genel fen lisesi, Özel Öğretim Kurumları Genel Müdürlüğü’ne bağlı 509 özel fen lisesi ve 52 özel fen ve teknoloji lisesi bulunmaktadır. Bu okullarda, toplam 163.984 öğrenci eğitim almakta, 17.383 öğretmen eğitim vermektedir.¹⁴¹

Tablo-20 MTE Kurumlarının Okul/Birim, Öğretmen, Öğrenci ve Mezun Sayısı, 1923-2019					
Okul Türü	Öğretim Yılı	Okul/Birim	Öğretmen	Öğrenci	Mezun
Mesleki ve Teknik Ortaokul ve Lise	1923-24	64	583	6 547	-
	1940-41	103	1 355	20 264	2 995
	1960-61	530	8 333	108 221	23 507
	1980-81	1 864	33 969	520 332	101 240
	2004-05	3 877	74 405	1 102 394	211 323
Mesleki ve Teknik Ortaöğretim	2005-06	4 029	82 736	1 182 637	235 219
	2006-07	4 244	84 276	1 244 499	263 726
	2007-08	4 450	84 771	1 264 870	108 235
	2008-09	4 622	88 924	1 565 264	182 450
	2009-10	4 846	94 966	1 819 448	263 416
	2010-11	5 179	104 327	2 972 487	314 448
	2011-12	5 501	113 098	2 090 220	332 154
	2012-13	6 204	135 502	2 269 651	339 270
	2013-14	7 211	161 288	2 513 887	426 866
	2014-15	5 106	175 218	2 788 117	471 885
	2015-16	5 239	184 232	2 760 140	515 465
	2016-17*	5 851	185 988	2 713 530	505 261
	2017-18	6 066	188 390	2 614 785	495 658
	2018-19	6 264	195 959	2 399 260	-

* 2016-2017 yılı verileri 1. Dönem ve 2. Dönem olarak ayrı ayrı sunulmaktadır. Tabloda 2. Dönem verileri kullanılmıştır.

Kaynak: MEB, 2019b.

MTE’nin merkezi koordinasyonu, Millî Eğitim Bakanlığı (MEB)’nin sorumluluğunda olmakla birlikte, işgücü piyasasında beceri arz ve talebi arasındaki uyumsuzlıkla mücadele için çalışan diğer kurul/kurumlar da bulunmaktadır. Örneğin, Türkiye Yükseköğretim Yeterlilikler Çerçevesi (TYYÇ) çalışması, Yükseköğretim Kurulu (YÖK)’nun; mesleki

¹⁴¹ Burada öğrenci ile öğretmen sayılarının dağılımı dikkat çekmektedir. Genel fen liselerindeki 122.352 öğrenci ve 8.095 öğretmene karşın, özel fen liselerinde 38.811 öğrenci ve 8.593 öğretmen bulunmaktadır. Bu dağılım, özel fen liselerinin, öğretmen başına öğrenci sayısındaki üstünlüğünü ortaya koyduğu gibi, özel ve genel fen liseleri arasındaki eşitsizliği de resmetmektedir. bkz. Millî Eğitim İstatistikleri, Örgün Eğitim 2018/2019, s.129

http://sgb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2019_09/30102730_meb_istatistikleri_organ_egitim_2018_2019.pdf.

yeterliliklere yönelik çalışmalar, Mesleki Yeterlilikler Kurumu (MYK)'nın sorumluluk alanında sürdürülmektedir. Aşağıdaki tabloda (bkz. Tablo-21), bu kuruluşların sorumlu olduğu mesleki yeterlilik seviyeleri izlenmektedir.

Tablo-21 Türkiye’de Mesleki Yeterlilik Seviyeleri ve Sorumlu Kuruluşlar		
Seviye	Yeterlilik Türü	Sorumlu Kurum/Kuruluş
1	Okul Öncesi Katılım Belgesi	MEB
2	İlkokul Öğrenim Belgesi	MEB
	2. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi	MYK
3	Ortaokul Öğrenim Belgesi	MEB
	Kalfalık Belgesi	MEB
	3. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi	MYK
4	Ustalık Belgesi	MEB
	Mesleki ve Teknik Eğitim Lise Diploması	MEB
	Lise Diploması	MEB
	4. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi	MYK
5	Ön Lisans Diploması (Akademik)	YÖK
	Ön Lisans Diploması (Mesleki)	YÖK
	5. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi	MYK
6	Lisans Diploması	YÖK
	6. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi	MYK
7	Yüksek Lisans Diploması (Tezli)	YÖK
	Yüksek Lisans Diploması (Tezsiz)	YÖK
	7. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi	MYK
8	Doktora Diploması	YÖK
	8. Seviye Mesleki Yeterlilik Belgesi	MYK

Kaynak: MYK, TYÇ Bilgilendirme Etkinliği

Bu işleyiş ve yapı içerisinde havacılık ve uzay odaklı teknik eğitimin görünümü incelendiğinde, ortaöğretim ve yükseköğretim olmak üzere ikili bir görünüm belirmektedir. Yukarıda açıklandığı gibi Türkiye’de MTE, ortaöğretim seviyesinde başlamaktadır. Türkiye’de **ortaöğretim düzeyinde** MTE havacılık/uzay alanı açısından incelendiğinde, toplam 55 teknik alandan yalnızca 1 tanesinde (**Uçak Bakım Alanı**) doğrudan havacılık/uzay teknolojileriyle ilgili eğitim verilmekte olduğu görülmektedir.¹⁴² Uçak Bakım Alanı, kendi içinde, “Uçak Gövde-Motor” ve “Uçak Elektroniği” olmak üzere iki dala ayrılmaktadır. Türkiye’de uçak bakım alanında eğitim veren, 13 lise bulunmaktadır.

¹⁴² Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Anadolu Meslek Programı Uçak Bakım Alanı Haftalık Ders Çizelgesi için bkz. EK-5

Bu okullarda toplam 3.042 öğrenci ve 1.172 öğretmen bulunmaktadır. Bu sayıya, havacılık ile ilgili dersleri veren öğretmenler dışındakiler de dâhildir (bkz. EK-6).

THUS'a nitelikli teknik işgücü yetiştiren eğitim sistemi **yükseköğretim düzeyinde** incelendiğinde, toplam 48 üniversitede; 3 önlisans, 13 lisans ve 21 lisansüstü programda eğitim verildiği görülmektedir (bkz. Tablo-22).^{143,144}

- **Önlisans programları**, Uçak Teknolojisi, Hava Lojistiği ve Silah Sanayi Teknikerliği;
- **Lisans programları**, Astronomi ve Uzay Bilimleri, Astronomi ve Astrofizik, Havacılık ve Uzay Mühendisliği, Meteoroloji Mühendisliği, Uçak ve Uzay Mühendisliği, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri, Uzay Mühendisliği, Uçak Mühendisliği, Uçak Bakım ve Onarım, Uçak Elektrik-Elektronik (Fakülte ve Yüksekokul), Havacılık Elektroniği, Havacılık Elektrik ve Elektroniği (Fakülte ve Yüksekokul), Uçak Gövde-Motor Bakım (Fakülte ve Yüksekokul);
- **Lisansüstü programları**, Astronomi ve Uzay Bilimleri, Askeri Elektronik Sistemler Mühendisliği, Astronomi ve Astrofizik, Savunma Teknolojileri, Savunma Platformları, Savunma Elektroniği ve Yazılımı, Genel Astronomi, Astrofizik, Uçak Mühendisliği, Havacılık Elektrik-Elektronik, Uçak Gövde-Motor Bakım, Havacılık Bilimi ve Teknolojileri, Havacılık ve Uzay Mühendisliği, Havacılık Mühendisliği, Uçak ve Uzay Bilimleri Mühendisliği, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri, Havacılık Teknolojileri, Savunma Teknolojileri, Uçak ve Uzay Mühendisliği, Makine ve Uçak Mühendisliği, Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama'dır.

¹⁴³ Sıralanan programlardaki kontenjan ve toplam öğrenci sayısı bilgileri için bkz. EK-6.

¹⁴⁴ Bu üniversitelerin içinde Millî Savunma Üniversitesi (MSÜ), statü itibarıyla, diğerlerinden ayrılmaktadır. MSÜ, 'Bakanlık Bağlantılı Yükseköğretim Kurumları' arasında yer almaktadır. Üniversitenin öğrenci alımı, ÖSYM tarafından düzenlenen 'Millî Savunma Üniversitesi Askeri Öğrenci Aday Belirleme Sınavı' yoluyla gerçekleştirilmektedir. Üniversite bünyesindeki bölüm ve programların kontenjanı bulunmamakta, düzenlenen merkezi sınav ile mülakatlarda başarılı olan öğrenciler eğitime hak kazanmaktadır. Harp okulları MSÜ içerisinde formüle edildiği düşünülmektedir.

Tablo-22 Türkiye’de Havacılık Alanında Eğitim Veren Üniversite ve Eğitim Programı Bilgileri			
Üniversite Adı	Kuruluş Yılı	Program Adı/Türü	Öğrenci Sayısı (2020)
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi	2011	Havacılık ve Uzay Mühendisliği (Lisans)	123
		Havacılık ve Uzay Mühendisliği (YL)	20
Akdeniz Üniversitesi	1982	Uzay Bilimleri ve Teknolojileri (Lisans)	223
		Uzay Bilimleri ve Teknolojileri (YL)	20
		Uzay Bilimleri ve Teknolojileri (Doktora)	15
Ankara Üniversitesi	1946	Astronomi ve Uzay Bilimleri (Lisans)	412
		Astronomi ve Uzay Bilimleri (YL)	21
		Astronomi ve Uzay Bilimleri (Doktora)	17
		Askeri Elektronik Sistemler Mühendisliği (YL)	5
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi (AYBÜ)	2010	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	103
		Havacılık ve Uzay Mühendisliği (Lisans)	41
		Savunma Teknolojileri (YL)	30
		Havacılık ve Uzay Mühendisliği (YL)	15
Atatürk Üniversitesi	1957	Astronomi ve Astrofizik (Lisans)	31
		Astronomi ve Astrofizik (YL)	13
		Astronomi ve Astrofizik (Doktora)	10
Atılım Üniversitesi	1996	Uçak Elektrik-Elektronik (Yüksekokul-Lisans)	131
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Yüksekokul-Lisans)	139
Başkent Üniversitesi	1994	Savunma Teknolojileri (Doktora)	12
		Savunma Platformları (YL)	22
		Savunma Elektronik ve Yazılımı (YL)	22
Beykoz Üniversitesi	2016	Hava Lojistiği (Önlisans)	27
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	1992	Uzay Bilimleri ve Teknolojileri (Lisans)	64
		Uzay Bilimleri ve Teknolojileri (YL)	5
Ege Üniversitesi	1955	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	138
		Astronomi ve Uzay Bilimleri (Lisans)	272
		Genel Astronomi (YL)	7
		Astrofizik (YL)	9
		Genel Astronomi (Doktora)	10
		Astrofizik (Doktora)	10
Erciyes Üniversitesi	1978	Astronomi ve Uzay Bilimleri (Lisans)	141
		Uçak Mühendisliği (Lisans)	181
		Uçak Elektrik-Elektronik (Fakülte-Lisans)	535
		Uçak Elektrik-Elektronik (Yüksekokul-Lisans)	20
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Fakülte-Lisans)	510
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Yüksekokul-Lisans)	23
		Astronomi ve Uzay Bilimleri (YL)	24
		Uçak Mühendisliği (YL)	22
		Astronomi ve Uzay Bilimleri (Doktora)	7
		Uçak Mühendisliği (Doktora)	5
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi	2006	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	200
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	1970	Havacılık Bilimi ve Teknolojileri (YL)	63

Tablo-22 (devamı)			
Üniversite Adı	Kuruluş Yılı	Program Adı/Türü	Öğrenci Sayısı (2020)
Eskişehir Teknik Üniversitesi (ESTÜ)	2018	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	17
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Fakülte-Lisans)	314
		Havacılık Elektrik ve Elektronik (Fakülte-Lisans)	204
		Havacılık Elektrik ve Elektronik (YL)	29
		Uçak Gövde-Motor Bakım (YL)	30
		Havacılık Elektrik ve Elektronik (Doktora)	26
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Doktora)	31
Fırat Üniversitesi	1975	Uçak Elektrik-Elektronik (Yüksekokul-Lisans)	157
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Yüksekokul-Lisans)	93
		Savunma Teknolojileri (YL)	22
Gazi Üniversitesi	1926	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	634
Gaziantep Üniversitesi	1987	Uçak ve Uzay Mühendisliği (Lisans)	240
		Uçak ve Uzay Bilimleri Mühendisliği (YL)	34
		Uçak ve Uzay Bilimleri Mühendisliği (Doktora)	5
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi	2018	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	69
İstanbul Arel Üniversitesi	2007	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	142
İstanbul Aydın Üniversitesi	2003	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	147
İstanbul Aynansaray Üniversitesi	2016	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	111
		Hava Lojistiği (Önlisans)	7
İstanbul Bilgi Üniversitesi	1996	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	67
İstanbul Gedik Üniversitesi	2010	Savunma Teknolojileri (YL)	15
		Savunma Teknolojileri (Doktora)	11
İstanbul Gelişim Üniversitesi	2008	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	226
		Hava Lojistiği (Önlisans)	123
		Uçak Mühendisliği (Lisans)	80
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Yüksekokul-Lisans)	189
İstanbul Kültür Üniversitesi	1997	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	138
		Hava Lojistiği (Önlisans)	109
İstanbul Okan Üniversitesi	1999	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	84
İstanbul Rumeli Üniversitesi	2015	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	70
İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ)	1773	Meteoroloji Mühendisliği (Lisans)	387
		Uzay Mühendisliği (Lisans)	506
		Uçak Mühendisliği (Lisans)	529
		Hava Aracı Yapıları ve Malzemeleri (YL)	22
		Savunma Teknolojileri (YL)	117
		Uçak ve Uzay Mühendisliği (YL)	235
		Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama (YL)	97
		Uçak ve Uzay Mühendisliği (Doktora)	128
		Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama (Doktora)	32
İstanbul Ticaret Üniversitesi	2001	Hava Lojistiği (Önlisans)	12

Tablo-22 (devamı)			
Üniversite Adı	Kuruluş Yılı	Program Adı/Türü	Öğrenci Sayısı (2020)
İstanbul Üniversitesi	1453	Astronomi ve Uzay Bilimleri (Lisans)	558
		Astronomi ve Uzay Bilimleri (YL)	26
		Astronomi ve Uzay Bilimleri (Doktora)	22
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa	1453	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	134
İstinye Üniversitesi	2015	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	110
İzmir Ekonomi Üniversitesi	2001	Havacılık ve Uzay Mühendisliği (Lisans)	127
Kapadokya Üniversitesi	2005	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	284
		Uçak Elektrik-Elektronik (Yüksekokul-Lisans)	32
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Yüksekokul-Lisans)	68
Kırıkkale Üniversitesi	1992	Savunma Teknolojileri (YL)	60
		Savunma Teknolojileri (Doktora)	2
Kocaeli Üniversitesi	1992	Uçak Elektrik-Elektronik (Fakülte-Lisans)	317
		Uçak Elektrik-Elektronik (Yüksekokul-Lisans)	23
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Fakülte-Lisans)	327
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Yüksekokul-Lisans)	25
		Havacılık Bilimi ve Teknolojileri (YL)	53
Maltepe Üniversitesi	1997	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	123
Millî Savunma Üniversitesi (MSÜ)	2016	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	n
		Havacılık ve Uzay Mühendisliği (Lisans)	n
		Havacılık Mühendisliği (YL)	n
		Havacılık Mühendisliği (Doktora)	n
Necmettin Erbakan Üniversitesi	2010	Uçak Mühendisliği (Lisans)	325
Nişantaşı Üniversitesi	2009	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	184
		Havacılık Elektrik ve Elektronik (Yüksekokul-Lisans)	146
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Yüksekokul-Lisans)	166
Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ)	1956	Havacılık ve Uzay Mühendisliği (Lisans)	633
		Havacılık Mühendisliği (YL)	147
		Havacılık Mühendisliği (Doktora)	99
ODTÜ-Kuzey Kıbrıs Kampüsü	2003	Havacılık ve Uzay Mühendisliği (Lisans)	257
Samsun Üniversitesi	2018	Meteoroloji Mühendisliği (Lisans)	183
		Uçak ve Uzay Mühendisliği (Lisans)	308
		Uçak Bakım ve Onarım (Lisans)	41
Selçuk Üniversitesi	1975	Silah Sanayi Teknikerliği (Önlisans)	99
		Uçak Gövde-Motor Bakım (Yüksekokul-Lisans)	106
		Havacılık Teknolojileri (YL)	20
		Savunma Teknolojileri (YL)	24
Tarsus Üniversitesi	1992	Havacılık ve Uzay Mühendisliği (Lisans)	43
Trakya Üniversitesi	1973	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	107
Türk Hava Kurumu Üniversitesi (THKÜ)	2011	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	211
		Uçak Mühendisliği (Lisans)	262
		Uzay Mühendisliği (Lisans)	148
		Makina ve Uçak Mühendisliği (Doktora)	9

Tablo-22 (devamı)			
Üniversite Adı	Kuruluş Yılı	Program Adı/Türü	Öğrenci Sayısı (2020)
Uşak Üniversitesi	2006	Uçak Teknolojisi (Önlisans)	151
Yıldız Teknik Üniversitesi	1911	Havacılık Elektroniği (Lisans)	52

YL: Yüksek Lisans

Kaynak: YÖK Önlisans Atlası, <https://yokatlas.yok.gov.tr/onlisans-anasayfa.php>; YÖK Lisans Atlası, <https://yokatlas.yok.gov.tr/lisans-anasayfa.php>; YÖK, 2019-2020 Öğretim Yılı Yükseköğretim İstatistikleri, Öğrenci Sayıları, <https://istatistik.yok.gov.tr>.

Her seviyede yükseköğrenim programının bulunması, THUS ekosisteminde önemli bir aşamadır. Bununla birlikte, söz konusu programların var olması kadar önemli olan bir diğer durum da bu programlarda sürdürülen eğitimin içeriği ve kalitesidir. Yukarıdaki üniversiteler, THUS işgücünün niceliğinin ve niteliğinin doğrudan belirleyicisi olduğundan, bünyelerindeki programların kontenjan sayısı, eğitim olanakları ile programlardaki eğitmenlerin yeterliliği sorgulanmalıdır. Özellikle tekniker yetiştiren bazı önlisans programlarında eğitimin, henüz yerleşik bir öğrenim kültürüne sahip olmayan üniversitelerde, belirgin bir ortam sorunu içinde sürdürüldüğü açıktır. Bu okullar, gerek teknik altyapı gerek eğitmen konusunda teknik liselerden destek almakta, bu durum ekosistem içerisindeki aktörler arasındaki etkileşim açısından olumlu değerlendirilebilse de, üniversite eğitiminin, lise eğitimi takviyesiyle sürdürülmesi sorun teşkil etmektedir.

Türkiye’de THUS’a nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesinde dikkat çeken hususların başında, hem aktörlerin kendi içlerinde hem de birbirleriyle entegrasyona önem vermeleri gelmektedir. İTÜ, MSÜ, Sabancı Üniversitesi, HAVELSAN ve KOBİ’lerin işbirliğiyle geliştirilen BeEagleSat Projesi, öğrencilere deneysel öğrenme başka bir deyişle, doğrudan deneyim kazanma olanağı sağlamakta ve aktörlerin bilgilerinin karşılıklı transferini sağlamada önemli görülmektedir. Bununla birlikte; San-Tez, aday mühendislik, stajyer mühendislik gibi uygulamalar ve üniversiteler bünyesindeki teknopark firmalarıyla kurulan etkileşim yoluyla, THUS ekosistemine ve ulusal teknolojik yenilik üretme kapasitesine katkı sağlanmaktadır. Örneğin, SSB’nin helikopter sanayinin geliştirilmesi hedefi kapsamında, yüksek lisans ve doktora öğrencileri için uygulamalı tezlerle Türk Helikopter Sanayi mühendis altyapısı oluşturulması (SSB, 2017:36) yönündeki hedefi önemli bir işbirliğidir.

Havacılık/uzay çalışmaları yürüten eğitim, araştırma kurumları ile sanayi arasında işbirliğinin olması, üretken bir iklim yaratılmasında önem taşımaktadır. Bu anlamda henüz

çok yeni olsa da 2019 yılı içerisinde gerçekleşen protokollerle kurulan işbirlikleri ve yapılan etkinlikler önemli görülmektedir. Örneğin, 2019 yılı Şubat ayında MEB ile SSB arasında imzalanan, “*Mesleki ve Teknik Eğitimi Geliştirme İşbirliği Protokolü*”, THUS’un ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün sağlanmasında, ortaöğretim düzeyinde bir farkındalık ve planlamayı hedeflemektedir:

“İş birliği protokolü; büyük veri, yapay zekâ, siber güvenlik, uçak teknolojisi, aviyonik sistemler, bilişim teknolojisi, elektrik elektronik teknolojisi, endüstriyel otomasyon teknolojisi, gemi yapımı, makine teknolojisi, metal teknolojisi, motorlu araçlar teknolojisi, tasarım teknolojisi, uçak bakım, yenilenebilir enerji teknolojisi alanlarını kapsıyor. Söz konusu alanlarda görev yapan atölye ve laboratuvar öğretmenlerine, güncel teknolojiye uygun olarak, mesleki bilgi ve becerilerini artırmak üzere SSB tarafından teorik ve uygulamalı mesleki eğitim verilecek. Protokol kapsamında, SSB tarafından mesleki ve teknik eğitimin geliştirilmesi için toplantı, seminer, konferans, yarışma gibi farkındalık faaliyetlerinin koordine edilmesine, alan öğretmenlerine düzenlenecek olan hizmet içi eğitim faaliyetlerine de destek verilecek. Bu ana protokolden sonra Millî Eğitim Bakanlığının savunma sanayisi kuruluşlarıyla imzalayacağı alt protokollerin koordinasyonu yine SSB tarafından sağlanacak. Öğretmenlerin eğitimiyle, ortaöğretim düzeyindeki öğrencilere ulaşılması, sözü edilen alanlarda uzmanların yetiştirilmesi ve savunma sanayisine dair farkındalığın artırılması amaçlanıyor. İş birliği sayesinde, savunma sanayisinin ihtiyaç duyduğu nitelikli insan gücü açığının ve teknik eğitime yönelik mesleki faaliyetler alanındaki eksiğin giderilmesi plânlanıyor (Öğretmenlere Savunma Sanayi Eğitimi, <https://mtegm.meb.gov.tr/www/ogretmenlere-savunma-sanayi-egitimi/icerik/2313>)”.

MTE kapsamında önem taşıyan bir diğer adım da ASELSAN ile MEB arasında imzalanan protokol neticesinde kurulan, ASELSAN Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi’dir. Lise, “*Türkiye’de savunma sanayi yönünden çok önemli hamleler yapılmasına rağmen, bu alanda nitelikli eleman ihtiyacını karşılayacak MTE’ye yeterli yer verilmediğinin görülmesi*” üzerine kurulmuştur (Özer, 2019:7). 2019-2020 Eğitim-Öğretim Yılı’nda “*Savunma Elektronik Sistemleri*” ve “*Savunma Mekanik Sistemleri*” olmak üzere iki programında eğitime başlayan lisenin, 120 öğrencisi bulunmaktadır. Bu ve benzeri liselerinin çoğalması, THUS’un nitelikli teknik işgücü ihtiyacının karşılanmasında önemli gelişmelerdir.¹⁴⁵

Görüldüğü gibi Türkiye’de, havacılık ve uzay sanayine nitelikli teknik işgücü yetiştirecek bir eğitim organizasyonu bulunmakta ve işlemektedir. Hem literatür incelemesi hem de alana ilişkin gözlemler ışığında, Türkiye’deki sistemin, biri havacılık/uzay odaklı eğitime diğeri tüm MTE sistemine dair olmak üzere iki önemli sorunu olduğu tespit edilmiştir.¹⁴⁶

Bu sorunlar; ‘Türkiye’nin ulusal vizyonu ile MTE yapısının uyuşmaması’, ‘sahip olunan

¹⁴⁵ ASELSAN Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi bünyesindeki programlar, ‘Elektrik-Elektronik Teknolojisi’ ve ‘Makine Teknolojisi’ alanında eğitim vermektedir.

bkz. <http://mtegm.meb.gov.tr/kurumlar/?s= kurumDetay&d= kurum.alanogrenci&kk=765999>.

¹⁴⁶ Gerek MEB tarafından yapılan çalışmalarda gerekse ilgili literatürde, Türkiye’de MTE sisteminin birçok sorunu olduğuna yer verilmektedir. Ancak, burada, sistemin bilinen ve/veya süregelen sorunlarına ek olarak, tez araştırmasında benimsenen yaklaşım doğrultusunda öne çıkan iki sorun ele alınmaktadır.

bilginin, bilgi birikimine dönüştürüleceği bir işleyişin sağlanamaması' olmak üzere sıralanabilir.

Türkiye'deki MTE havacılık ve uzay sanayi ekosistemi açısından incelendiğinde, 55 alan içerisinde, bu sanayiye **doğrudan** nitelikli teknisyen yetiştirmeye odaklanan **tek** alanın, “*Uçak Bakım Alanı*” olduğu görülmektedir. Bu durum, Türkiye'nin havacılık ve uzay sanayinde **kendine biçtiği rol** ile çelişmektedir. Bu rol, *Mesleki ve Teknik Eğitimde Güçlü Yarınlar İçin 2023 Vizyonu* kapsamında tanımlanan 7 hedeften¹⁴⁷ sonuncusu olan “*Yerli ve Millî Savunma Sanayinin İhtiyaç Duyduğu Nitelikli İnsan Gücü Yetiştirilmesi*” hedefi ile ortaya konulmaktadır. Ancak hedef ile mevcut durum arasındaki uyumsuzluk dikkat çekmektedir. Yerli ve millî bir THUS, yenilikçi/özgün düşünceden, tasarım kabiliyetinden ve Ar-Ge odaklı anlayıştan doğacaktır. Bakım-onarım ile sınırlı bir eğitim organizasyonu bu düşünce, kabiliyet ve anlayışı sağlamada yetersiz kalacaktır. Bunun yanı sıra bir de mezunların mezuniyet alanında çalışma istatistiğine bakıldığında, Uçak Bakım Alanı mezunlarının %39,52'lik **alan dışında istihdam** ile tüm mesleki eğitim mezunları içerisinde üçüncü sırada olduğu görülmektedir. Uçak Bakım Alanı mezunlarının sadece %17,91'i mezuniyet alanında istihdam edilmektedir (MEB, 2018:59). Bu durum, sanayide yaşanmakta olan teknisyen işgücü açığını açıklamaktadır. Görüleceği gibi THUS'un **kritik teknik işgücü** denilerek vurgulanan teknisyen ihtiyacı —bu yapı esas alındığında— devam edecektir.

Türkiye'de MTE, teknolojik görünümü yönünden de işaret edilen hedefe yönelmede yetersiz bir görünüm sergilemektedir. Teknik okullarda laboratuvar, uygulama alanı ve derslerindeki eksikliklerin giderilmesi, sıklıkla MEB tarafından da işaret edilmektedir. Çünkü teknik işgücünün, işin gereklerine uygun niteliklerle donanarak yetiştirilmesinde teknolojik gelişmelerin yakından takibi ile bu gelişmelerin, eğitim-öğretim ortamına hızla yansıtılmasını sağlayacak işbirlikleri önem taşımaktadır. Bu takip ve uyumlanma, ekosistem anlayışıyla mümkündür ancak buna yönelik adımlar henüz yerleşik bir anlayışa/kültüre dönüşmemiştir. Başka bir deyişle, öğrenim sürecinin güncel teknolojik

¹⁴⁷ Hedef 1 Mesleki ve Teknik Eğitime Atfedilen Değerin Artması Sağlanacak

Hedef 2 Mesleki ve Teknik Eğitimde Rehberlik, Erişim İmkanları Artırılacak

Hedef 3 Yeni Nesil Müfredatlar Geliştirilecek

Hedef 4 Eğitim Ortamları ve İnsan Kaynakları Geliştirilecek

Hedef 5 Yurt Dışında Yatırım Yapan İş İnsanlarının İhtiyaç Duyduğu Meslek Elemanları Yetiştirilecek

Hedef 6 Mesleki ve Teknik Eğitimde Eğitim-İstihdam-Üretim İlişkisi Güçlendirilecek

Hedef 7 Yerli ve Millî Savunma Sanayinin İhtiyaç Duyduğu Nitelikli İnsan Gücü Yetiştirilecek

gelişmelere uyumlanması konusunda THUS aktörleri bir farkındalığa sahip olsa da, birlikte hareket etme konusu henüz çok yenidir. Üstelik burada bu gelişmelerin eğitim ortamına yansıtılması kadar, onları hızla öğrenerek, öğrencilere aktarabilecek olan eğitimcilerin, özellikle fen bilimleri alanındaki öğretmenlerin, yaz kamplarına, projelere ve programlara katılarak güncel gelişmeleri takip etmesi ve bunları öğrencilerine aktarmaları önemli bir gündem oluşturmaktadır.

İkinci olarak, *Araştırmanın Bulguları* bölümünde de görüleceği gibi, Türkiye’de bilginin, bilgi birikimine dönüştürülmesi sorunu yaşanmaktadır. Bu sorun, yapılan çalışmalar sırasında üretilen başarı ve başarısızlığa ilişkin bilgilerin, bunları yaratan koşulların kaydedilememesi ve aktarılamamasından doğmaktadır. Özellikle MTE’de deneyime dayanan bilgilerin, işgücü piyasasındaki beceri arz ve talebi arasındaki uyumsuzluğun ortadan kaldırılmasında yadsınamaz bir önemi bulunmaktadır. Buna karşın, Türkiye’de MTE’nin, alanın kendine özgü öğrenme deneyiminden yeterince beslenmediği görülmektedir. Başka bir deyişle, Türkiye hem veriyi hem de bilgiyi, ulusal/endüstriyel bir birikime dönüştürememektedir. Meza’nın (2017) *“Dünyadaki tüm bilgiye sahip olabilirsiniz, üstelik günümüzde bu, daha önce hiç olmadığı kolaydır. Ancak eğer bunu uygulanabilir bilgi birikimine (actionable knowledge) dönüştüremiyorsanız, hiçbir şey yapamazsınız”* sözleriyle vurguladığı gibi, güç bilginin kendisinden değil, onun birikimli yapısından ve hatta bu birikimin **uygulanabilirliğinden** doğmaktadır.

Bununla birlikte, Türkiye’de son yıllarda, sıralanan iki sorunla mücadele anlamında bir farkındalık geliştirilmiştir. Türkiye’de ortaöğretimde yeni nesil öğrenme tekniklerinin içerisinde (ör. MEB, Dene-Yap Atölyeleri) havacılık/uzay konulu proje, ödev ve araştırmalara yer verilerek, çocuk ve gençlerin havacılığa olan ilgisinin pekiştirilmesi ve desteklenmesi yönünde çalışmalar sürdürülmektedir. MEB “işgücü piyasasının talep ve beklentileri doğrultusunda işgücü yetiştirmek”, “MTE’yi katılımcı bir yaklaşımla yönetmek”, “MTE mezunlarının uluslararası istihdam edilebilirliğini sağlamak”, “MTE’yi sürekli geliştirmek ve kalitesini iyileştirmek”, “işgücü piyasasının ihtiyaçlarına göre modüler öğretim programları hazırlamak”, “MTE’nin sosyal ve sektörel entegrasyonunu oluşturmak”, “öğrencilere mesleki bilgi, becerinin yanı sıra değişime uyum sağlaması için ihtiyaç duyacağı nitelikleri kazandırmak” konularının taşıdığı önceliğe işaret ederek, MTE’de güncelliğin sağlanmasındaki farkındalığını ortaya koymaktadır (UNEVOC, 2013:6; MTEGM, 2018:21-2).

Ayrıca Türkiye’de ortaöğretim düzeyindeki öğrencilerin fen bilimleri ve matematik konularına olan ilgilerinin artırılması ve bu alanlara özendirilmeleri amacıyla, bilim dünyasında uluslararası tanınırlığı olan Türk akademisyenlerin okulları ziyaret ederek, öğrencilerle buluşmaları sağlanmaktadır. Bu kapsamda, örneğin Fizik profesörü Prof.Dr. M.Bilge DEMİRKÖZ, Nobel ödüllü kimya profesörü Prof.Dr. Aziz SANCAR, okullarda düzenlenen söyleşilere, konferanslara katılarak, çalışmalarını ve kariyerlerini öğrencilerle paylaşmışlardır.

Fen bilimleri öğretmenlerinin bilgi ve deneyimlerinin güncellenmesi ve geliştirilmesi amacıyla da temel bilim araştırmalarını merkeze alan uluslararası kuruluşlara gönderilmeleri gibi yollara başvurulmaktadır. Örneğin temel bilim alanındaki en kritik deney ve çalışmaların yapıldığı CERN bünyesinde, üye ya da üyeliğe aday her bir ülke için resmî olarak hazırlanan öğretmen eğitim programları bulunmakta, bunlar arasında yer alan Türk Öğretmenler Çalıştayı (TÖÇ), Türkiye’deki ortaöğretim fen bilimleri ve matematik öğretmenlerinin temel ve güncel konularda bilgi sahibi olmalarını sağlama konusunda öne çıkmaktadır. Bu program kapsamındaki dersler, Türkçe olarak CERN’deki Türk akademisyenler tarafından yürütülmektedir. 2020 yılında onuncusu düzenlenen TÖÇ’e bu yıla kadar Türkiye’nin 64 ilinden toplam 337 öğretmen katılmıştır.¹⁴⁸

Bu umut verici faaliyetler ve programların takibinde, öğretmenler ve öğrenciler üzerindeki etkisini ve/veya yarattığı değişimi ölçmeye yönelik bir değerlendirme mekanizmasının olmayışı, bir eksiklik olarak göze çarpsa da, örneğin TÖÇ’ün program çıktıları arasında öğretmenlerden bir “*bilim elçisi*” olarak, öğrendiklerini Türkiye’de yaymalarının beklendiğine yer verilmektedir.¹⁴⁹

Türkiye’nin MTE konusundaki eğilimlerine bakıldığında, MEB’in 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılması vurgusuyla, FeTeMM Eğitimi’ni de bir gereklilik olarak öne çıkardığı görülmektedir. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEGİTEK) Türkiye’de FeTeMM Eğitimi’ne geçilmesine dair önerilerini 2016 yılında yayınlanan “*STEM Eğitimi Raporu*”nda açıkça ortaya koymuştur. Buna göre, öğretim programlarının ve ortamının gerekli düzenlemeler yapılarak bu anlayışla güncellenmesi vurgulanmakta, bunun da MEB

¹⁴⁸ bkz. CERN Türk Öğretmenler Çalıştayı, <https://indico.cern.ch/event/853526/timetable/>

¹⁴⁹ Bu girişimlerin gerek öğretmenlerin gerekse öğrencilerin bilimsel tutum ve davranışlarına ne düzeyde yansıdığı konusunda herhangi bir geri bildirimle erişilememiştir. Bu sonuç da, yapılan girişimlerin sürdürülebilir olmasının önünde hâlâ engeller bulunduğunu göstermektedir.

ve üniversitelerin koordinasyonu ile gerçekleştirileceği bir yapı önerilmektedir (MEB, 2016:32). MEB'in eşgüdümü tanımlayan hedefleri, THUS açısından olumlu değerlendirilmekte ve tezde önerilen entegre eğitim işbirliği modelinin şekillendirilmesinde göz önünde bulundurulmaktadır. Özellikle teknolojinin yüksek maliyeti, bu alandaki gelişmelerin güncelliğinin yakalanmasını da içerdiğinde, çok daha yükselmekte ve bu maliyetler, çoğu zaman bir tek aktörün katlanabileceğinin üzerine çıkmaktadır. Bu durumda, aktörler arasında işbirliği kaçınılmaz hale gelmektedir. Görülmektedir ki, Türkiye'nin genelinde eşgüdüm ve entegrasyondan doğacak sinerjinin önemi fark edilmiş, kurumlar yaptıkları çalışmalarda bu farkındalığı ortaya koymuştur. Bu noktada yapılması gereken; ilgili aktörlerin birlikte düşünmesinin sağlanacağı ortamların oluşturulmasıdır.

THUS'da teknik işgücünün durumuna ilişkin açıklamalardan sonra aşağıda bu işgücünün istihdam durumuna yönelik veriler ve değerlendirilmeler ele alınmaktadır.

2.3.2. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)'nde İstihdam

Bu başlıkta, THUS'un istihdam görünümü, sanayinin kuruluş döneminden devraldığı iki özellik üzerinden ortaya konulmaktadır. Burada kullanılan güncel istihdam verileri, Savunma ve Havacılık Sanayi İmalatçılar Derneği (SASAD) tarafından yapılan çalışmalara dayanmaktadır. Alt başlıkta son olarak, THUS'daki mesleklere ilişkin bilgilere yer verilmektedir.

THUS'un tarihine bakıldığında, istihdam konusunda belirgin iki özelliği taşıdığı görülmektedir. Bunlardan ilki, yabancı işgücü istihdamıdır. Cumhuriyetin ilk yıllarında izlenen teknoloji transfer stratejisi kapsamında, havacılık teknolojilerine sahip olan ülkelerle yapılan anlaşmalar yoluyla hem teknolojik gelişmeler izlenmekte hem de deneyimli ve nitelikli insan kaynağı transfer edilmektedir. Bu süreçte, II. Dünya Savaşı'nın baskı ortamında Türkiye'ye gelen yabancı teknik uzmanların ve bilim insanlarının istihdam edilmesi, sanayinin gelişmesinde itici bir güç olmuştur. Alman ve Polonyalı uçak mühendisi ve teknisyenler, Kayseri Uçak Fabrikası ve EUF'da proje aşamasından itibaren yer almışlardır. Örneğin Kayseri Uçak Fabrikası'nın üretim hangarlarının inşaatı için, Almanya'dan beş mühendis ve 120 kadar usta gelmiş; ayrıca yaklaşık 240 Türk işçisi ile nitelikli işgücü sağlanmıştır (Bayrak, 1994; TMMOB, 2015). Ayrıca bu yıllarda, EUF'da başta Müdür V. Vedrychovvski olmak üzere çok sayıda Polonyalı mühendis ve teknisyen görev almıştır. Hatta EUF'un "*Türkiye'deki Leh Fabrikası*" olarak adlandırılmasına

varacak kadar çok sayıda Polonyalı mühendisi barındırdığına dikkat çekilmektedir (Baş, 2014:37).

THUS'un istihdam görünümünde dikkat çeken ikinci özellik, kuruluşundan günümüze az sayıda bir teknik işgücüne sahip olmasıdır. EUF, 1942 yılında faaliyete başladığında fabrikada, 113 mühendis ve 221 teknisyen ve işçi istihdam edilmektedir (Yavuz, 2013:33; Er, 1987). EUF'a benzer şekilde THK Gazi Uçak Motor Fabrikasının açılışındaki kadrosunda da 9 yüksek mühendis, 11 ressam, 12 ustabaşı, 66 işçi olmak üzere toplam 98 teknik personelin bulunduğu görülmektedir (Kılıç, 2008:15-6).

THUS'un bu iki özelliği kuruluş yıllarıyla sınırlı kalmamış, karakteristiği haline gelmiştir. Burada önemle belirtilmesi gereken husus, THUS'da bugün yabancı işgücü istihdamının, askeri havacılık ve uzay faaliyetleri nedeniyle sınırlanmasıdır. Bununla birlikte savunma sanayi firmalarında, proje ortaklıkları yoluyla yabancı teknik işgücünün çalıştığı bilinmektedir. Örneğin 2017 yılında TUSAŞ ile BAE Systems (İngiltere) arasında, Millî Muharip Uçak (MMU) Projesi'nin geliştirilmesi için anlaşma yapılmıştır.¹⁵⁰ Bu kapsamda, hem teknoloji hem de nitelikli işgücü konularında iki ülke arasında karşılıklı etkileşim sürmektedir.

Tablo-23 THUS'da İstihdam ve Sanayiye İlişkin Genel Bilgiler					
Yıl	Ciro (milyon \$)	İhracat (milyon \$)	Ürün ve Teknoloji Geliştirme Harcamaları (milyon \$)	İstihdam	İthalat (milyon \$)
2012	4,756	1,262	772	33,491	1,409
2013	5,076	1,569	926	32,368	1,326
2014	5,101	1,855	887	31,242	1,351
2015	4,908	1,929	904	31,375	1,067
2016	5,968	1,953	1,254	35,502	1,289
2017	6,693	1,824	1,237	44,740	1,544
2018	8,761	2,188	1,448	67,239	2,449
2019	10,884	3,068	1,672	73,771	3,088

Kaynak: SASAD Savunma ve Havacılık Sanayi Performans Raporları 'ndan derlenmiştir.

İstihdam kapasitesi açısından ise THUS'un görünümü neredeyse hiç değişmemiştir. Günümüzde de sanayide az sayıda işgücü istihdam edilmekte, istihdamda yıllara göre küçük değişimler gözlenmektedir. THUS'un istihdam kapasitesine ilişkin yapılan en kapsamlı çalışma, SASAD'ın 2012 yılından itibaren yıllık olarak hazırladığı "Savunma ve Havacılık Sanayi Performans Raporu"dur. Yukarıda, dünyada havacılık ve uzay sanayindeki istihdam konusunda ASD'nin çalışmalarına başvurulduğu gibi burada da THUS için SASAD çalışmaları esas alınmıştır.

¹⁵⁰ "Millî Muharip Uçak", <https://www.tusas.com/urun/milli-muharip-ucak>.

THUS'un genelinde istihdam açısından dönemsel artış ve azalışlar olmakla birlikte çok belirgin bir yükseliş ya da düşüş yaşanmamaktadır. Bununla birlikte tabloda, 2017-2018 yılları arasındaki istihdam artışı dikkat çekmektedir. Bu artışın, 2018 yılında, ilk kez Askeri Fabrikalar Genel Müdürlüğü ve THY Teknik A.Ş.'deki istihdam sayısının net olarak girilmiş olmasından kaynaklandığına yer verilmektedir.

Bu verilerin üzerine, bu işgücünün mesleki dağılımına bakılarak, THUS'da mevcut mesleklerin dolayısıyla da sanayinin işgücü arzı ile talebinin konu edildiği alanlar ortaya konulmaktadır (bkz. Tablo-24).

Tablo-24 THUS'da Meslekler ve Meslek Kodları	
Meslek Kodu	Meslek Adı
2111.01	Astronom
2112.01	Meteorolog
2112.02	Meteoroloji Mühendisi
2144.04	Havacılık Mühendisi
2144.13	Uçak Mühendisi
2144.14	Havacılık ve Uzay Mühendisi
2144.20	Uzay Mühendisi
2144.21	Uçak Gövde Motor Bakım Teknik Uzmanı
2144.24	Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Uzmanı
2144.26	Uçuş Mühendisi
2149.15	Uçak Elektrik Elektronik Uzmanı
2149.20	Havacılık Sertifikasyon Uzmanı
2149.21	Havacılık Simülasyon Uzmanı
3114.01	Uçak Elektrik ve Elektronik Teknikeri
3114.13	Uçak Elektroniği Teknisyeni
3115.01	Uçak Gövde Motorcusu
3115.05	Makina Teknisyeni-Havacılık
3115.29	Uçak Bakım Teknisyeni Gövde Motor
3115.32	Uçak Motorları Bakım, Onarım Teknisyeni
3115.54	Uçak Gövde Motor Teknisyeni
3115.56	Uçak Teknolojisi/Motor/Gövde/Elektrik/Elektronik Teknikeri
3119.27	Uçak Kimyasal ve Mekanik Temizlemecisi

Kaynak: İŞKUR, Meslekler ve Meslek Kodları, <https://esube.iskur.gov.tr/Meslek/meslek.aspx>, (02.02.2020).

İŞKUR tarafından yapılan meslekler ve meslek kodları çalışması, ILO'nun, *Uluslararası Meslek Sınıflandırması Standardı (ISCO-08)*'na dayanmaktadır. Sınıflandırma yer alan 10 ana grup arasında, Profesyonel Meslekler (Grup 2) ile Teknisyenler ve Bağlı Profesyonel Meslekler (Grup 3) içinde havacılık ve uzay sanayinde istihdam edilmekte olan teknik işgücü yer almaktadır. Türkiye'de yapılan Meslek Sınıflandırması'nda da bu sınıflandırma takip edilmekte, havacılık/uzay alanındaki mühendislikler/uzmanlıklar 2144 kodu altında sınıflandırılmaktadır. 2149 bölüm kodu ise başka yerde sınıflandırılmamış mühendislikleri içermektedir. Görüldüğü gibi Türkiye'de, mühendislik eğitiminin tamamlanmasıyla, yalnızca mühendis unvanı değil **uzman** unvanı da kazanılmaktadır. Teknisyen

sınıflandırması da mühendislik sınıflandırmasına benzer şekilde, 3114 elektrik mühendisliği teknisyenlerini, 3115 makina mühendisliği teknisyenlerini, 3119 ise başka yerde sınıflandırılmamış teknisyenleri içermektedir (ILO, 2012:72-5).¹⁵¹

Meslekler ve kodlarına ilişkin kapsamlı bir çalışma yapılmışsa da, Mesleki Yeterlilikler Kurumu (MYK) tarafından yapılan ulusal yeterlilikler çalışması kapsamında, henüz yukarıda sıralanan meslek gruplarına dair yeterliliklerin **belirlenmemiş** olması dikkat çekmektedir. Bu durum, havacılık ve uzay alanının politika belgelerinde taşıdığı önceliğin, mesleki unvanlara henüz yansımadığı yönünde bir yorumu mümkün kılmaktadır. Yeterliliklerin henüz belirlenmediği mesleki vasıf düzeyini sağlayacak eğitim ve öğretimin içeriğinin nasıl saptanabildiği ve eğitmenlerin bu yeterliğe sahip olup olmadıkları da ayrı bir sorun alanını işaret etmektedir.

Son olarak, THUS'da nitelikli işgücünün istihdamında tespit edilen sorun alanlarına yer verilmesi gerekli görülmüştür. THUS'un, nitelikli teknik işgücünün temininde ve nitelikli teknik işgücünün istihdamında sürekliliğin sağlanmasında yaşanan güçlükler olmak üzere **iki** önemli sorunu bulunmaktadır. Bu iki sorun, havacılık ve uzay sanayinin gelişimindeki en önemli unsur olan Ar-Ge faaliyetlerine ket vurması açısından önemlidir (Özelçi Eceral, 2017:101).

THUS ekosisteminin, nitelikli teknik işgücü temininde belirli engellere takıldığı tespit edilmiştir. 2014 yılında SSM, ODTÜ Teknokent ve SASAD işbirliği ile düzenlenen “Savunma, Havacılık/Uzay Alanında Yüksek Nitelikli İnsan Kaynağını Nasıl Artırırız?” başlıklı çalıştay, THUS'un işgücü talebinin olduğu ancak istenen nicelik ve nitelikte işgücü arzının söz konusu olmadığı düşüncesini desteklemektedir. Bu çalıştayda, THUS'un nitelikli teknik işgücü temin etmesinin önündeki makro düzeydeki engeller, sanayiye ilginin az olması ve Ankara'nın daha az tercih edilmesidir.¹⁵² Mikro düzeyde ise firma içi tecrübeli ve yetkin eğitmen eksikliği, sosyal imkânların yetersizliği ve uzun vadeli bir insan kaynağı planlamasının olmamasına işaret edilmektedir.

¹⁵¹ ISCO sınıflandırmasında bir diğer dikkat çeken husus, havacılık ve uzay konulu mühendislik ve uzmanlıklar için kullanılan 2144 bölüm kodunun “Makina Mühendisi” başlığını taşımasıdır. Havacılık mühendisi (aeronautical engineer), bu başlık altında makina mühendisliği örnekleri arasında bulunmaktadır (ILO, 2012:118).

¹⁵² THUS'un savunma sanayi merkezli yapısı, savunma sanayinin de tarihsel olarak Ankara'da kümelenmesi, bu alandaki istihdamın büyük ölçüde Ankara'da yoğunlaşmasını beraberinde getirmektedir.

Vizyon 2023'ün Eğitim ve İnsan Kaynakları çalışmasında da bu ve diğer engellerin alışmasına yönelik öneriler sıralanmaktadır. Belgede, savunma ve uzay alanına ilişkin eğitim ve istihdam önerileri, “*deneyim, süreklilik ve işbirliği*”ne odaklanmaktadır:

- Savunma sistemlerinin ihtiyaç tespitinden başlayarak tasarım, üretim, tedarik ve idame aşamalarında görev alacak tüm personel özel olarak yetiştirilmeli, uzmanlaştırılmalı ve uzmanlık alanlarındaki görev süreklilikleri sağlanmalıdır.
- Tedarik kadrolarında çalışacak personel örgün ve görev başında sistemli bir eğitime tabi tutulmalıdır (TÜBİTAK, 2005:43).

Havacılık ve uzay sanayinde deneyimin önemi ile birlikte düşünüldüğünde, bu alanda verilecek olan her düzeydeki eğitimin, uygulama içermesi gerektiği muhakkaktır. Daha önce de vurgulandığı gibi, havacılık ve uzay sanayinin bilim tabanlı yanı, sanayinin eğitime; deneyime odaklı yapısı da eğitimin sanayiye mecbur olduğunu ortaya koymaktadır. THUS'da nitelikli işgücü temininde karşılaşılan en önemli engel de bu alandaki eğitim süresince, öğrencilere yeterince uygulama olanağının sağlanmamasıdır. Bu eksiklik beraberinde, teknik işgücünün sahip olduğu nitelikleri daha çok iş başında ve yaparak öğrenme yoluyla kazanılmasını getirmektedir.¹⁵³

Bir diğer sorun, zaten sınırlı sayıda olan deneyimli ve nitelikli teknik işgücünün beyin göçü, beyin dolaşımı, beyin taşması gibi yollarla kaybedilmesiyle, THUS'da istihdamın kesintiye uğramasıdır. ASELSAN Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Prof.Dr. Haluk GÖRGÜN de 2019 yılında yaptığı “*Millî ve Yerli Teknoloji ASELSAN'ın Yolculuğu*” adlı konuşmasında, bu kaybın yalnızca ASELSAN değil ekosistemdeki diğer firmalar için de söz konusu olduğunu dile getirmiştir.¹⁵⁴ Bu kesinti durumunun yaşanmaması için birbirini takip eden projelerin varlığının önemi katılımcılar tarafından da vurgulanmıştır. Ayrıca yukarıda da anıldığı gibi, TÜBİTAK'ın “*2232 Uluslararası Lider Araştırmacılar Programı*” gibi kaybedilen nitelikli işgücünün ülkeye geri dönmesinin hedeflendiği, tersine beyin göçünü teşvik eden programlar da bu açıdan önemli

¹⁵³ Bu da dolaylı yoldan, işyerini ‘ulusal teknik öğrenme ağı’na dahil etmek anlamını taşımaktadır. Tezde bu dolaylı yapı yerine, aktörlerin eş güdümüne dayanan bir MTE sistemi yoluyla sanayinin talep ettiği becerilerin, potansiyel işgücü olan öğrencilere eğitim sürecinde kazandırılacağı bir sistem önerilmektedir.

¹⁵⁴ Prof.Dr. Görgün, konuşmasında giden tüm personelleri ile görüştiklerini neden gittiklerini, gidişlerinin arkasındaki motivasyonu anlamayı hedeflediklerini dile getirmiştir. Ayrılan birkaç yüz kişi olduğunu ifade ederken, ASELSAN'dan ayrılmaların sadece yurtdışına doğru olmadığını, THUS ekosistemi içinde de firma değişiklikleri yaşandığına değinmiştir. Prof.Dr. Görgün, adı geçen konuşmasını “Hacettepe Konferansları” kapsamında 17.01.2019 tarihinde gerçekleştirmiştir (bkz. Hacettepe Konferansları 11 “Millî ve Yerli Teknoloji ASELSAN'ın Yolculuğu”, <https://www.youtube.com/watch?v=dOFJFZ8RIU>).

görülmektedir. İstihdam kesintiye uğramış olsa dahi havacılık ve uzay sanayinin gelişmesinde deneyimli işgücünün önemi düşünüldüğünde, yurt dışında deneyim kazanmış işgücünün ülkeye geri dönmesi önemli bir kazanımdır.

Tezde sıklıkla vurgulandığı gibi, bir ülkedeki —yalnızca havacılık ve uzay sanayi değil— tüm imalât sanayinin güç kaynağı, nitelikli teknik işgücüdür. Bu güç kaynağından faydalanabilmek için, eğitim ve istihdam politikalarında tutarlılığın sağlanması gerekmektedir. Bunun da yolu, aktörler arasındaki etkileşime dayanan bir ekosistem oluşturmaktır. THUS için bu ekosistemin nasıl oluşturulacağı, tez araştırması süresince aranan temel yanıt olmuştur.

Sonuç itibarıyla, Türkiye sahip olduğu kesintili tarihe rağmen günümüzde, havacılık ve uzay konularını stratejik öncelikli görmekte ve bu alanlarda önemli hedefler belirlemektedir. Türkiye’de özellikle askeri amaçlı projelere ağırlık verildiği görülmektedir. Güncel gelişmeler, yerli imalâta verilen önem bunu doğrulamaktadır. Burada önemli olan, gelişmelerin arka plan gereksinimlerinin farkında olunması ve sürdürülebilir bir verimliliğin anahtarı olan, nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi konusuna gereken önemin verilmesidir. Nitelikli teknik işgücünün temininde, gerekli olması halinde, ülkenin cazibe merkezi haline gelmesi sağlanarak, yabancı nitelikli teknik işgücünün bilgi ve deneyiminin transfer edilmesi de önemli bir seçenek olarak belirmektedir. Verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi oluşturmuş tüm ülkelerin yabancı nitelikli teknik işgücü göçüne yönelik yaptığı çalışmalar, deneyimli ve nitelikli teknik işgücünün havacılık ve uzay sanayi için önemini açıkça göstermektedir.

3. BÖLÜM: ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu bölümde, araştırmanın problemine, tasarımına ve araştırma sürecine ilişkin bilgiler yer almaktadır. Tasarımın nasıl oluşturulduğu, araştırmanın hangi yöntemle gerçekleştirildiği, veri toplama tekniklerinin kullanım gerekçeleri açıklanmakta aynı zamanda, güvenilirlik ve geçerlik konusunda bilgi verilmektedir.

3.1. Araştırmanın Problemi ve Amacı

İmalat sanayinde en yüksek teknoloji seviyesini kullanan ve üreten havacılık ve uzay sanayi, bir ülkeye uluslararası alanda teknolojik ve ekonomik açıdan rekabet üstünlüğü kazandırırken, ülkenin politik gücünü de artırmaktadır. Bu tür bir üstünlüğe sahip olmanın ön koşullarının başında, BT konularında yüksek nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi gelmektedir. Buradan yola çıkarak tezde öncelikle THUS ekosisteminin genel özelliklerinin belirlenmesi, ardından bu ekosistemi besleyip geliştirecek teknik işgücünün, 21. yüzyıl becerileri ile sanayiye etkisi altına alan köklü teknolojik değişimler bağlamında değerlendirilmesi ve yetiştirildiği eğitime ilişkin öneriler getirilmesi amaçlanmıştır.

Küresel ölçekte imalât sanayinin tüm alt dallarını etkisi altına alan ve hızla yayılan Endüstri 4.0 ve/veya Dördüncü Sanayi Devrimi olarak adlandırılan ‘dijital dönüşüm’, havacılık ve uzay sanayinin geleceğinin şekillenmesinde önem taşımaktadır. THUS'u da etkileyeceği muhakkak olan bu eğilimin, THUS’un imalât ve işgücü yapısı üzerindeki ‘biçimlendirici rolü’ temel araştırma merakını oluşturmuştur. Belirli dönemlerde kesintilere uğrasa da günümüzde THUS’un teknoloji kapasitesinin artırılarak güçlendirilmesine ve THUS’a verimli bir ekosistem niteliği kazandırılmasına odaklanıldığı görülmektedir. Bu odak noktası, yaşanan büyük çaplı teknolojik dönüşüm ile yakından ilişkilidir. Dolayısıyla Endüstri 4.0’ın THUS’a nasıl bir etkisi olacağı cevaplanması gereken bir soru olarak tespit edilmektedir.¹⁵⁵

Anlatılanlar ışığında tezin **temel problemi**, THUS’un dünden bugüne geldiği teknoloji düzeyi, kurumsal yapısı ve nitelikli işgücü kapasitesi dâhil mevcut durumunun belirlenmesi, verimli bir THUS ekosistemine sürdürülebilirlik kazandırılması için yapılması

¹⁵⁵ Kuşkusuz ki havacılık/uzay çalışmalarını ve/veya konularını dönüştüren tek faktör teknoloji değildir. Küresel ölçekte havacılık/uzay alanında faaliyet gösteren aktörlerin artması, süregelen ikili ve çoklu ilişkilerin değişmesi ve çeşitlenmesi, küreselleşme, teknolojinin ve bilgisayarın yayılması bu alanı köklü bir dönüşüme uğratmaktadır. Bununla birlikte teknolojik dönüşüm, yukarıda sıralanan hemen her değişikliğin de merkezinde yer almaktadır ve bu merkezi konumu göz önünde bulundurulmuştur.

gereklerin nitelikli teknik işgücü yetiştirilmesi bağlamında irdelenmesi ve sanayiye özgü bir eğitim işbirliği model önerisi geliştirilip geliştirilemeyeceğinin saptanması şeklinde tanımlanmıştır. Daha geniş bir ifadeyle THUS'da tasarım ve imalât süreçlerinde kullanılan teknolojilere ve Dördüncü Sanayi Devrimi'yle yaşanan teknolojik dönüşüme uyum sağlayacak; sanayinin tasarım, test ve imalât kabiliyetini artıracak nitelikli teknik işgücünün nasıl yetiştirileceği sorusuna yanıt aranmaktadır. 21. yüzyılın dinamizminin, THUS'a nitelikli işgücü yetiştiren eğitimde ve bu eğitilmiş işgücünün istihdamında **karşılığını bulması** önemli görülmektedir. Çünkü verimli bir THUS ekosistemine sürdürülebilirlik kazandırmak için sadece yaşanan teknolojik dönüşüme uyum sağlayacak bir işgücünün yetiştirilmesi değil, BT'nin ilerlemeye dayanan birikimli yapısının farkında ve bu dinamik yapıya uyum sağlayabilecek olan teknik işgücünün nasıl yetiştirileceğinin düşünülmesi gerekmektedir.

Çünkü ülkelere uluslararası ölçekte ekonomik ve siyasal prestij ve güç kazandıran bu ayrıcalıklı sanayinin gelişeceği 'iklimi' oluşturmak her ülke için giderek daha fazla önem kazanmaktadır ve bu iklimin yaratılmasının yolu, bir ülkenin nitelikli emeğe sahip olmasından geçmektedir.¹⁵⁶ Bu nitelikli emeğin sahip olduğu temel, akademik, teknik ve mesleki bilgi/becerilerin her kademedeki 'örgün ve yaygın eğitim kurumunda' kazanılması doğrultusunda, ulusal eğitim sisteminin bütününde uyumun ve birlikteliğin sağlanması önem taşımaktadır. Ayrıca, nitelikli ve sayıca yeterli bir teknik işgücüne sahip olunması, istihdam ile eğitim alanlarının kesişiminde yer almaktadır. Bu doğrultuda araştırmanın temelinde, işgücü ve eğitim plânlamalarının birlikte yapılmasının önemi vurgulanmaktadır. Türkiye'de, özellikle son dönemlerde, belirli bir mesleğe dönük eğitime odaklanan 'tematik liseler' ile 'aday mühendislik, stajyer mühendislik, San-Tez' gibi uygulama ve düzenlemeler yoluyla eğitim ve istihdam konularının bir arada ele alınmasına ağırlık verildiği görülmektedir. Tezde öne çıkarılan ise bu konuların sürdürülebilir bir şekilde plânlanması ve bunun, sanayinin aktörleri arasında eşgüdümünden doğan bir 'uzlaşma'ya dayandırılmasıdır. Bu **amaçla** tezde öncelikle Türkiye'nin dünya havacılık ve uzay sanayiindeki yeri belirlenmeye çalışılmış, THUS'un geçmişi ve bugünkü durumundan hareketle

¹⁵⁶ Teknoloji geliştirme bir ülkenin büyüme ve kalkınmasında önemli rol oynamaktadır. Teknoloji geliştiremeyen ve/veya bir teknoloji edinim yöntemi olan teknoloji transferini 'doğru yol ve şekilde' yapamayan ülkelerin, teknoloji yoksulluğu döngüsünden kurtulamayacağı öne sürülmektedir. Teknoloji yoksulluğu çıkmazı ile ilgili bkz. Tiryakioğlu, 2011.

geleceğine yönelik öngörülerin THUS ekosistemi aktörlerinin görüşleri aracılığıyla ve keşifsel bir alan araştırması yoluyla ortaya konulması hedeflenmiştir.

3.2. Araştırmanın Tasarımı

THUS'un hem yaşanan teknolojik değişimlerden hem de küresel havacılık ve uzay sanayi aktörlerinin izledikleri politikalar ve uygulamalardan nasıl ve hangi düzeyde etkileneceği sorusundan hareketle, araştırma tasarımının ilk adımı olan temel araştırma sorusu oluşmuştur: 'THUS'un teknolojik dönüşümün (Endüstri 4.0) gerektirdiği değişime uyum sağlayabilmesi ve gelişebilmesi için ihtiyaç duyacağı işgücünün yetiştirilmesinde izlenmesi gereken politikalar, eğitim plânları ve uygulamalar nelerdir?'

Temel araştırma sorusunu yanıtlayabilmek amacıyla 4 alt soru belirmiş, bu alt sorulardan da yarı yapılandırılmış görüşme formunda kullanılacak sorularının oluşturulmasında yararlanılmıştır. Alt sorular aşağıda sunulmaktadır:

- THUS'un donanım, yazılım ve teknik işgücü bakımından mevcut durumu, ulusal birikim düzeyi, uluslararası işbölümündeki rolü ve yeri nedir?
- THUS'da teknolojik dönüşümün yönü ve THUS'un teknolojik dönüşüme uyum potansiyeli nedir?
- THUS'da teknik işgücünün 'teknolojik dönüşüme uyumlanması' ve 'özgün teknoloji üretebilmesi' için nasıl bir eğitim izlenmelidir? Bu işgücünün ihtiyaç duyduğu ve duyacağı nitelikler/beceriler nelerdir; nerede ve nasıl kazanılır?
- Bu soruların yanıtları, THUS'un ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi amacıyla oluşturulacak bir model tasarımına kaynaklık edebilir mi? Türkiye'nin kendi özgün modelinin kurulması konusunda nelere dikkat edilmeli, ana aktörlerin rolleri ne olmalıdır? Bu modelin başarılı olması için mutlaka sağlanması gereken koşullar nelerdir; buna yönelik öneriler ve alınması gereken önlemler nelerdir?

Tezde, araştırmadan elde edilen bulgular ışığında, verimli bir THUS ekosistemi için ihtiyaç duyulan teknik işgücünün yetiştirilmesinde bir model önerisi geliştirmek amaçlanmıştır. Bu amaç, zaman zaman araştırmayı destekleyici görüşmeler yapılmasını zorunlu kılmıştır. Özellikle, görüşmeler esnasında katılımcıların teknik eğitimin yanı sıra ortaokul, ilkokul ve hatta anaokulu düzeyinde teknoloji ve fen alanında yarışma ve proje-tabanlı eğitime ilişkin değerlendirmeler yapmaları, araştırmacının fen ve teknoloji liselerinin yöneticileriyle

görüşmeler yapmasını beraberinde getirmiştir. Model tasarımı üzerine çalışılırken bu görüşmelerden elde edilen bilgi ve belgeler, önemli ölçüde yararlı olmuştur.

Tezde nitel araştırma yöntem ve teknikleri izlenmiş; bu kapsamda, literatür taraması ile gözlem ve yarı-yapılandırılmış görüşme formları veri toplama araçları olarak benimsenmiştir. Nitel araştırma, katılımcılardan elde edilen verilerin deşifre edilmesi, kodlanarak kategorilere dönüştürülmesi sonucunda bulguların ortaya çıkarılmasına dayanan bir yöntemle yapılmaktadır. Bu yöntem ve teknik aracılığıyla, dil ile ifade edilen duygu ve düşünceler veri olarak yorumlanmakta, araştırmacı katılımcılardan almış olduğu yanıtları —ihtiyaç durumunda— derinlemesine sorgulayabilmektedir (Creswell, 2018:100). Nitel araştırmalar, durumların benzersizliğini vurgulamakta, böylece tekrarlardan ziyade deneyimlerdeki farklılıkları aramaktadır (Krefting, 1991:216). Bu doğrultuda, nitel araştırmaların başarılarında sapan örneklerden (divergent data) gelen veriler önem taşımaktadır. ‘Sapan örnek’ ifadesi, çarpıcı ve/veya herkesten farklı cevaplar vererek dikkat çeken örnekler için kullanılmaktadır. Bu örneklerden elde edilen görüşler, verilerin daha açıklayıcı, betimleyici olmasını sağlamaktadır. Bu ilke doğrultusunda, verilerin analizinde, sapan örnekler dikkate alınarak araştırmanın güvenilirlik ve geçerliği desteklenmektedir.

Başarıyı abartmak ve başarısızlığı yok saymak gibi popülist yaklaşımların ötesinde kalarak THUS’un durumunu, bizzat sanayinin içinde olan kişilerin kendi ifadeleriyle sunmak ve ihtiyaçlarını saptamak ile verimli bir THUS ekosisteminin sürdürülebilirliğini ve dinamizmini sağlayacak nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi için model önerisi geliştirmek ilgili literatüre de katkı sağlayacağı için tezin önemini artırmaktadır.

3.3. Örneklem Seçimi

Tezde, THUS’un geçmişten gelen birikimiyle birlikte, bu sanayinin aktörleri tarafından yaşanan teknolojik dönüşümün nasıl değerlendirildiğinin ortaya konulmasıyla, sanayinin durumu betimlenmekte ve gelişimine ilişkin öneriler sunulmaktadır. Böylelikle THUS’da istihdam edilmekte olan teknik işgücü ile (eğitimdeki) potansiyel işgücünün sahip olması gereken becerilerin neler olduğunun belirlenmesi ve bu becerilerin kazandırılacağı ortamın şekillendirilmesi hedeflenmektedir. Burada ulaşılan sonuçlardan hareketle, THUS’un mevcut durumu ve hedefleriyle uyumlu bir entegre eğitim işbirliği modeli önerisi geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bu doğrultuda, araştırmanın örnekleme, araştırmanın yapısı ve amacına en uygun örnekleme yöntemi olarak görülen, **amaçlı örnekleme tekniği** ile

seçilmiş katılımcılardan oluşmaktadır. Amaçlı örnekleme (purposive/purposeful sampling), çalışmanın amacına bağlı bir şekilde, bilgi açısından zengin durumların (information-rich cases) seçilerek derinlemesine araştırma yapılmasına olanak tanımakta ve belli ölçütleri karşılayan veya belli özelliklere sahip olan bir veya birden fazla özel durumda çalışılmak istendiğinde tercih edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2014:90). Bu doğrultuda, araştırmada amaçlı örnekleme ve kartopu örnekleme tekniği kullanılmıştır.

Araştırmanın örnekleminde, —ulusal yenilik sisteminin de aktörleri olan— üniversite (akademisyenler, araştırmacılar), sanayi/özel sektör, kamu kurum kuruluşu çalışanları (alan uzmanları, politika yapıcılar) ve STK temsilcileri yer almaktadır. Örneklem bu gruplarla sınırlı bırakılmış; araştırma kapsamında, anadolu meslek ve/veya teknik lise öğretmenleri ve okul müdürleriyle görüşme yapılmamıştır. Örneklemin daha fazla genişlememesi için bu yol tercih edilmişse de teknik okul düzeyinde yapılacak bir araştırma, bu tezin devamı niteliğinde ayrı bir araştırma olarak planlanmaktadır.

Örneklem; üniversitelerde havacılık ve uzay bilimleri konularında çalışan akademisyenler, havacılık ve uzay sanayinde çalışmakta olan ve/veya THUS içindeki bir firmadan emekli olmuş kişiler, kendisine ait işletmesi bulunan özel sektör girişimcileri ve havacılık ve uzay ile ilgili kamu kurum/kuruluşlarında görev yapan kişilerden oluşmaktadır. Akademisyenler AKD1-2-3... (12 katılımcı), sanayi katılımcıları END1-2-3.. (12 katılımcı) ve kamu grubundaki katılımcılar da KMU1-2-3.. (10 katılımcı) şeklinde kodlanmıştır. Katılımcılara ilişkin bilgiler aşağıdaki tabloda (bkz. Tablo-25) sunulmuştur.

Akademisyen katılımcıların seçiminde; mühendislik ve/veya temel bilimler akademik alanlarında uzman olma, alanına ilişkin çalışmalara katılma, proje deneyimine sahip olma öne çıkan kriterler olmuştur. Araştırmaya sadece uçak ve uzay mühendisliği değil bilgisayar, makina ve endüstri mühendisliği alanından doktora derecesine sahip olan akademisyenler de dâhil edilmiştir.

Tablo-25 Katılımcılara İlişkin Bilgiler				
Katılımcı Kodu	Çalıştığı Yer	Uzmanlık Alanı	Meslekte Deneyim Süresi (Yıl)	Görevi
KMU1	SSB	Savunma	12	Uzman
KMU2	HUTGM	Havacılık Teknolojileri	6	Yönetici
KMU3	TÜBİTAK UZAY	Uzay Sistemleri	8	Uzman Araştırmacı
KMU4	TÜBİTAK UZAY	Elektrik-Elektronik	21	Yönetici
KMU5	TÜBİTAK	Bilimsel Programlar	5	Uzman
KMU6	SSB	Askeri Havacılık Projeleri/Proje-Sözleşme Yönetimi	18	Mühendis
KMU7	TÜBİTAK SAGE	Proje Yönetimi	20	Yönetici
KMU8	SSB	Proje Yönetimi/Savunma Teknolojileri	5	Uzman
KMU9	STB	Dijital Dönüşüm, Askeri Haberleşme	27	Proje Katılımcısı
KMU10	TÜBİTAK UZAY	Haberleşme Uyduları	21	Yönetici
AKD1	İTÜ	Uzay Bilimleri	25	Tam Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD2	Sabancı Üniversitesi	Endüstri Mühendisliği	5	Tam Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD3	İTÜ	Havacılık Mühendisliği	28	Tam Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD4	THKÜ	Uzay Mühendisliği	10	Tam Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD5	Leibniz Universität Hannover (LUH)	Makina Mühendisliği	2	Kısmi Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD6	AYBÜ	Makina Mühendisliği	15	Tam Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD7	Politecnico di Milano (PM)	Havacılık ve Uzay Mühendisliği	11	Kısmi Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD8	THKÜ	Uzay Mühendisliği	16	Tam Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD9	THKÜ	Uçak Mühendisliği	13	Tam Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD10	ODTÜ	Bilgisayar Mühendisliği	7	Tam Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD11	ESTÜ	Havacılık Mühendisliği	34	Kısmi Zamanlı Öğretim Üyesi
AKD12	ODTÜ	Fizik	13	Tam Zamanlı Öğretim Üyesi
END1	ROKETSAN	Yapısal Dinamik	21	Öncü Mühendis
END2	Kale Havacılık	Teknoloji	35	Yönetici
END3	OSTİM	İş Plânlama ve Geliştirme	10	Yönetici
END4	TUSAŞ	Sistem Mühendisi, Uçuş Emniyeti	15	Yönetici
END5	TTGV	Mühendislik Yönetimi, Ar-Ge ve Teknoloji Yönetimi	2	Yönetici
END6	ASELSAN	Haberleşme, Havacılık Elektroniği	37	Yönetici
END7	TUSAŞ	İmalat	29	Yönetici
END8	TUSAŞ	Tasarım	29	Yönetici
END9	NUMAŞ	Mekanik Tasarım	3	Yönetici
END10	Delta Havacılık	Havacılık Mühendisliği	34	Yönetici
END11	ASELSAN	Dijital Dönüşüm, Askeri Haberleşme	27	Lider Mühendis
END12	ROKETSAN	Malzeme Mühendisliği	12	Yönetici Mühendis

Örneklemedeki bir diğer grup, havacılık ve uzay sanayinde faaliyet göstermekte olan firmaların orta ve üst düzey yöneticileri/çalışanları ile sanayiye yönelik çalışmalar gerçekleştiren STK temsilcilerinden oluşmaktadır. Katılımcılar, hem TSKGV şirketleri hem de ulusal ve uluslararası ortaklıklar yürüten firmalarda çalışma, havacılık/uzay teknolojilerindeki gelişme ve dönüşüm konularına hâkim olma ve söz konusu alanlarda karar verici olma gibi özellikleriyle örnekleme yer almışlardır.

Kamu örneklem grubunda, Türkiye’de havacılık ve uzay konularında faaliyet gösteren sınırlı sayıda uzman kurum/kuruluşun olması, katılımcıların belirlenmesini kolaylaştırmıştır. HUTGM, TÜBİTAK SAGE, TÜBİTAK UZAY ve SSB olmak üzere bu dört kamu kurumundan üst ve orta düzey karar vericiler ile mülakat gerçekleştirilmiştir. Kamu kurum ve kuruluşları, özellikle ulusal yenilik sisteminin kurulması ve yönetilmesine ilişkin benimsenen ana düşünceyi ortaya koymaları açısından önemli görülmektedir.

Akademisyen katılımcıların eğitim durumları incelendiğinde, 10’unun mühendislik, 1’inin fizik alanında lisans derecesine, 1 katılımcının da mühendislik ve fizik alanında çift lisans derecesine sahip olduğu görülmektedir. Akademisyenlerin tamamı (12/12) doktora seviyesinde eğitim almıştır. Katılımcıların, eğitim aldıkları mühendislik branşları havacılık ve uzay (5), makina (4), bilgisayar mühendisliği (1) ve kontrol sistemleri (1) şeklinde sıralanmaktadır. Tabloda (bkz. Tablo-26) katılımcıların kodu, kimliklerinin korunması amacıyla eklenmemiştir.

Akademisyenlerin 8’inin lisans, lisansüstü ve/veya doktora sonrası akademik kariyerleri sürecinde, yurtdışı üniversite deneyimine sahip olduğu görülmektedir. Katılımcıların eğitim alma ve/veya ders verme etkinliğine katıldıkları yurtdışı üniversiteler, von Karman Institute (Belçika), Politecnico di Milano (İtalya), Ecole Nationale Supérieure de l’Aeronautique et de l’Espace (Fransa), Oxford University (ABD), Brandenburg University of Technology (Almanya), University of Stuttgart (Almanya), University of Pittsburgh (Almanya), Rensselaer Polytechnic Institute (ABD) ve Massachusetts Institute of Technology (ABD)’dir.

Akademisyenlere ilişkin dikkat çeken iki konu bulunmaktadır. Bunlardan ilki, havacılık/uzay alanında akademik kariyerin projelerle birlikte sürdürülmesidir. Hemen her katılımcının dâhil olduğu bir ulusal ve/veya uluslararası projenin bulunması, araştırma bulguları arasında da yer alan, havacılık ve uzay bilimleri eğitiminin projelerle

desteklenerek sürdürülmesi (proje-tabanlı eğitim) gereğinin gerçek hayatta karşılığı olduğunu göstermesi bakımından önemli görülmektedir. İkincisi ise katılımcıların birden fazla kimliğe sahip olmasıdır. Katılımcılar, akademik kimliklerinin yanı sıra sanayide, kamu kurum/kuruluşlarında ve STK'larda akademik/ıdari görevler (ör. danışmanlık, yöneticilik, üyelik) üstlenmektedir.

Kamu katılımcılarının eğitim bilgilerine bakıldığında da lisansüstü eğitim almış 7 katılımcı olduğu görülmektedir. Katılımcıların tamamı mühendislik alanında eğitim almışlardır ve 4'ü doktora, 3'ü yüksek lisans, 3'ü lisans derecesine sahiptir. Eğitim alınan mühendislik alanları; elektrik (5), havacılık (2), makina (1), endüstri (1), malzeme ve metalürji mühendisliği (1) şeklinde sıralanmaktadır. Ayrıca 2 katılımcının lisansüstü eğitimini yurtdışında tamamladığı görülmüştür.

Endüstri katılımcılarının ise 7'si yüksek lisans, 4'ü lisans, 1'i doktora düzeyinde eğitime sahiptir. Kamu katılımcıları ile benzer şekilde endüstri katılımcılarının da tamamının lisans eğitimi mühendislik alanındadır. Eğitim alınan mühendislik alanları makina (5), havacılık (3), elektrik (3), malzeme ve metalürji mühendisliği (1)'dir.

Tablo-26 Katılımcıların Eğitim Bilgileri									
	Akademi (AKD)			Endüstri (END)			Kamu (KMU)		
	<i>Lisans</i> <i>**</i>	<i>Yüksek</i> <i>Lisans</i>	<i>Doktora</i>	<i>Lisans</i>	<i>Yüksek</i> <i>Lisans</i>	<i>Doktora</i>	<i>Lisans</i>	<i>Yüksek</i> <i>Lisans</i>	<i>Doktora</i>
Makina Mühendisliği	4	3	2	5	2		1	1	
Havacılık Mühendisliği*	5	5	5	3	1	1	2	2	1
Kontrol Sistemleri	1								
Bilgisayar Mühendisliği	1	1	1						
Endüstri Mühendisliği		1	2				1		
Fizik	2	1	2						
Mühendislik Bilimi		1							
Elektrik-Elektronik Mühendisliği				3	3		5	3	2
Metalürji ve Malzeme Mühendisliği				1	1		1	1	1
İşletme					1			1	

* Uzay mühendisliği, uçak mühendisliği, uzay bilimi ve teknoloji, havacılık ve uzay mühendisliği ile uçak ve uzay mühendisliği bölümlerini içerir.

** 1 katılımcı çift lisans derecesine sahiptir.

34 kişilik örneklem grubunda, iki katılımcının (END5 ve KMU6) işletme yüksek lisans (MBA) eğitimi aldığı görülmektedir. Bununla birlikte araştırmanın katılımcıları arasında, ulusal ve uluslararası düzeyde faaliyet gösteren STK'larda yönetici ve/veya üyelik düzeyinde görev alan 5 katılımcı (KMU3, END2, END5, AKD3, AKD5) bulunmaktadır. Bu katılımcılardan END5'e yalnızca ve doğrudan STK yöneticisi kimliği üzerinden sorular yöneltilmiş; KMU3, END2, AKD3 ve AKD5 diğer nitelikleriyle araştırmaya dâhil olmuşlardır.

3.4. Verilerin Toplanması

Araştırmada veriler, alan araştırması yoluyla elde edilmiştir. Bu çerçevede, araştırmanın temel veri kaynağı, gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşmelerdir. Yarı yapılandırılmış görüşme formları açık uçlu sorulardan oluşmaktaysa da gerektiğinde derinlemesine veri elde etme amacıyla ek sorular sorulmasına olanak sağlayacak biçimde yapılandırılmıştır. Akademik araştırmalarda, alan araştırması için hazırlanan soruların bilimsel araştırma etiğine uygunluğunun tespiti süreci bulunmaktadır. Bu kapsamda, tez çalışmasında kullanılan görüşme formları¹⁵⁷, Ankara Üniversitesi Etik Kurulu'nun onayına sunulmuş ve alan araştırmasına, Ankara Üniversitesi Etik Kurulu'ndan alınan 08 Ocak 2018 tarihli ve 01 sayılı onay yazısını takiben başlanmıştır. Araştırma; örnekleme yer alan üç farklı gruptan 32 katılımcı ile toplam 34 görüşme yapılarak, 28 Mayıs 2019 tarihinde sonlandırılmıştır. İki katılımcıya, sahip oldukları iki farklı kimliğe istinaden, iki ayrı görüşme formu uygulanmıştır. Görüşmeler, Ankara ve İstanbul'da gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler esnasında kayıt cihazı kullanılmış (27 görüşme); katılımcının onaylamadığı durumlarda da araştırmacı tarafından not kaydı alınmıştır. Görüşmeler 35 dakika ile 1,5 saat arasında sürmüş, kayıtlar daha sonra deşifre edilerek kodlanmış ve kategorize edilmiştir.

Alan araştırmasında **kamu katılımcılarıyla yapılan görüşmeler** kapsamında SSB dört kez, HUTGM, TÜBİTAK SAGE ve TÜBİTAK UZAY birer kez ziyaret edilmiştir.

Endüstri katılımcılarıyla yapılan görüşmeler kapsamında ASELSAN, TUSAŞ ve ROKETSAN kampüsleri birer kez ziyaret edilmiş, ROKETSAN'ın Lalahan'da bulunan kampüs alanında, üretim aşamasındaki mühimmatlar ile bazı imalât ve test altyapısı yerinde görülmüştür. Kale Havacılık görüşmesi, İstanbul Maslak'taki Kale Grubu binasında, OSTİM görüşmesi, OSTİM Ankara Kampüsü İdari Binası'nda, TTGV görüşmesi, Vakıf'ın

¹⁵⁷ Mülakat soruları için bkz. EK-4.

Bilkent Cyberpark içerisinde bulunan merkez binasında gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında, Sincan Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan Numaş A.Ş. bir kez ziyaret edilmiş ve Hürkuş'un montajının gerçekleştirildiği alan, titreşim test odası, entegre üretim bantları ve temiz odaların da içerisinde yer aldığı üretim tesisi yerinde görülmüştür.

Akademisyen katılımcılarla yapılan görüşmeler için ODTÜ ve İTÜ Ayazağa Kampüsü ikişer; İstanbul Teknopark içerisinde bulunan Sabancı Üniversitesi-CordSa Kompozit Teknolojileri Mükemmeliyet Merkezi ile AYBÜ Merkez Kampüsü birer kez ziyaret edilmiştir. Kompozit Teknolojileri Mükemmeliyet Merkezi'nin laboratuvar, üretim ve test altyapısının yerinde görülmüş olması, özellikle tez araştırmasının odak noktası olan nitelikli teknik işgücünün, çalışma ortamının araştırmacı tarafından yakından incelenmesini sağladığından önemli bir deneyim olmuştur. Bu ortamın bilinmesinin, uygulanabilir ve gerçekçi bir modelin ortaya konulmasında önemli bir katkısı olacağı düşünülmektedir.

THUS'da çok fazla sayıda aktör bulunmaktadır. Bu nedenle, belirlenen üç katılımcı grubuyla yapılan görüşmelere ek olarak THUS ekosisteminin aktörleri tarafından düzenlenen etkinlikler (ör. zirve, çalıştay) takip edilmiş ve bu aktörler tarafından yapılan çalışmalar (ör. faaliyet raporları) incelenmiştir.

Tez kapsamında sıklıkla hem teorik açıklamalarda hem de verilerin analizi ile bulguların yorumlanmasında kullanma amacıyla OECD veri tabanı dışında, ilgili literatürde yayınlanan verilere de başvurulmuştur. Ayrıca firma, üniversite ve kamu kurum/kuruluşlarının kamuya açık paylaştıkları bilgi ve veriler de gerekli kısımlarda kullanılmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Veri analizi, araştırma verilerinde örüntü arama anlamına gelmektedir. Aranılan örüntü(ler) belirdiğinde, bir toplumsal kuram veya içinde gerçekleştiği ortam açısından yorumlanmaktadır. Bu da nitel araştırmacının, tarihsel bir olayın veya toplumsal bir ortamın betimlenmesinden daha genel bir yoruma doğru ilerlemesine olanak vermektedir (Neuman, 2014b: 673).

Neuman (2014), nitel analiz sırasında birtakım karışıklıklar yaşanabildiğini, bunların nedenlerinden birinin de nitel araştırmanın çeşitli aşamalarında verilerin birden çok biçim alması olduğunu ifade etmektedir. Örneğin, alan araştırması verileri, bir araştırmacının

deneyimlediği kaba anlamda verileri, alan notlarında kaydedilen verileri ve nihai raporda yer alan seçilmiş veya işlenmiş verileri içermektedir. Nitel veri analizi, ham ve kaydedilmiş verileri gözden geçirmenin yanı sıra kodlanmış verileri inceleme, sınıflandırma, kategorilere ayırma, değerlendirme, karşılaştırma, sentezleme ve onlar üzerinde düşünmeyi gerektirmektedir.

Veri toplama sürecinin sona ermesiyle, üç katılımcı grubundan elde edilen veriler çözümlenmiştir. Analiz aşaması öncesinde, her bir gruba ait verilerin öncelikle kendi içerisinde kodlanarak, genel grup eğilimlerinin ve gruptan farklılaşmaların tespit edilmesi, ardından grup verilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi plânlanmış olsa da, verilerinin kodlanması aşamasında, katılımcıların değerlendirmelerinin birbirini tamamlayan yapıda olduğu görülmüştür. Buradan hareketle, tekrara düşülmemesi ve araştırma örüntüsünün desteklenmesi amacıyla, elde edilen bulgular birleştirilerek yorumlanmıştır. Sonrasında elde edilen bulgulara ilişkin tartışma ve değerlendirmeler yapılarak raporlama sonlandırılmıştır.

3.6. Araştırmanın Güvenirlik ve Geçerliliği

McMillan (akt. Büyüköztürk vd., 2014:251), nitel araştırmaların değerlendirilmesinde kullanılan en önemli ölçütün elde edilen verilerin analizinin ve sonuçlarının inanılır ve güvenilir olması olduğunu ifade etmektedir. Büyüköztürk de McMillan'ın açıklamalarından yola çıkarak, nitel araştırmalarda güvenirlilik ve geçerliliğin sağlanmasını şu şekilde açıklamaktadır:

“Nitel araştırmalardaki güvenirlilik tanımı nicel araştırmalardan biraz daha farklıdır. Nitel araştırmalarda araştırmacılar davranıştaki tutarlılığa bakmak yerine daha çok yaptıkları gözlemin doğruluğuna bakarlar. Bu nedenle güvenirlilik çalışılan ortamda meydana gelen her şeyi veri olarak kaydetmektir. Nitel bir çalışmada detaylı alan kayıtlarının alınması, araştırma ekibi tarafından doğru ve kapsamlı bilgi sağlanması, doğruluk için alınan notların katılımcılar tarafından incelenmesi, ses ve görüntü kayıtlarının tutulması, resimlerin çekilmesi, katılımcılardan alıntılarının yapılması ve alıntılarının ekleme yapılmadan olduğu gibi verilmesi güvenirliliği artırmaktadır.”

Bir nitel araştırmacının güven oluşturmasının en önemli yolu, kanıtları sunma biçimidir. Nitel bir araştırmacı, ayrıntılı notlarının tümünü bir raporda sunmak yerine, yeterli ayrıntı sağlayarak birbirine kenetlenen ayrıntılardan bir ağ örür ve böylece güvenirliliği sağlar. Nitel araştırmalarda güvenirliliğin artırılmasının çeşitli yolları bulunmaktaysa da en kullanışlı yöntemin üye kontrolü (member checking) olduğu ifade edilmektedir. Bu yöntemle, araştırmacılar notlarını katılımcılara verirler ve katılımcılar da kayıtların yanlışsız ve eksiksiz olduğunu doğrular. Bununla birlikte bir diğer güvenirlilik artırma yolu da,

araştırmanın her bir aşamasının ve izlenen yolun detaylı olarak tanımlanmasıdır (Neuman, 2014a: 228).

Nitel araştırmacılar, farklı araştırmacıların ya da alternatif ölçüler kullanan araştırmacıların farklı sonuçlar elde edeceğini kabul ederler. Bunun nedeni, veri toplamanın belirli araştırmacıların evrilen bir ortamda çalıştığı etkileşimli bir süreç olması ve ortamın bağlamın tekrarlanamayan benzersiz bir ölçüler karışımı kullanmayı zorunlu kılmasıdır (a.g.e.:286). Dolayısıyla nitel araştırmaların güvenilirliğinin sağlanmasında, farklı araştırmacılar tarafından elde edilen veriler ile ulaşılabilen her durum, düşünce ve olay önem taşımaktadır.

Geçerlik ise özgünlük ile açıklanabilmektedir. Nitel araştırmacı, her araştırmacı tarafından yapıldığında aynı sonucun alınmasına değil, yaptığı araştırmanın ve araştırmanın konu edindiği kişi ve/veya grupların düşünce ve yaşantılarının aktarılmasına odaklanmaktadır. Neuman (2014a) bu durumu **otantiklik** kavramı ile açıklamaktadır. Ona göre, nitel araştırmacılar bir tek doğru düşüncesinden çok otantiklikle ilgilenir. Otantiklik, toplumsal yaşamın, onu her gün yaşayan birinin bakış açısından adil, dürüst ve dengeli bir anlatımını sunmak anlamına gelmektedir. Nitel araştırmacılar, geçerlik temel ilkesine bağlıdır ve toplumsal dünyayla ilgili anlayış, düşünce ve açıklamalarıyla gerçekten orada gerçekleşmekte olan arasında sıkı bir uyum oluşturmaya çalışmaktadır.

3.7. Araştırmada Karşılaşılan Sorunlar

Alan araştırması, kamu kurumlarının çalışanlarına ulaşmada yaşanan zorluklar nedeniyle plânlanandan uzun sürmüştür. Bu kısıt, amaçlı örneklem yöntemindeki kartopu örnekleme tekniği yoluyla aşılmış, bu çerçevede katılımcılardan, araştırmaya katılabilecek görüşmeci önerileri (varsa) alınmıştır. Böylelikle, hedeflenen veri çeşitliliğinin sağlandığı görüşmeci sayısına ulaşılmış ve alan araştırması sonlandırılmıştır.

Araştırmada karşılaşılan bir diğer sorun, Endüstri 4.0 kavramının anlaşılabilirliğinde yaşanmıştır. Katılımcılar Endüstri 4.0 kavramına, temkinli hatta eleştirel yaklaşmışlar, kavramın neyi içerdiğinin kesinleştirilmesinin önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte, veri toplama sürecinin geneli ve analiz sonuçları göz önüne alınarak düşünüldüğünde, katılımcıların kavrama ilişkin çekince ve eleştirilerinin büyük bir çoğunlukla, esas anlamı ve içeriği özümsemeden birçok etkinlik ve dokümanda adının

geçmesinden kaynaklandığı, bu yöndeki durumların faydadan çok zarar getireceği yönündeki düşünceleri olduğu görülmüştür.

Araştırmacının karşılaştığı önemli bir sorun da istatistiksel verilerin güncel olmaması ve güvenilirliğinin düşük olmasıdır. Bu durum, elde edilen verilerin doğruluğu konusunda zaman zaman çelişkili bir durum yarattığından, özellikle havacılık ve uzay sanayinin hacmi, Ar-Ge harcamaları gibi konularda yapılan ülke karşılaştırmalarında kullanılan veriler için, OECD tarafından yayınlanan istatistikler esas alınmıştır.



4. BÖLÜM: ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Araştırmanın bulgular bölümü dört başlıktan oluşmaktadır. İlk olarak, katılımcıların Endüstri 4.0 ya da Dördüncü Sanayi Devrimi adıyla anılan teknolojik dönüşüm ve bu dönüşümün havacılık ve uzay sanayi üzerindeki etkileri hakkındaki değerlendirmelerine yer verilmiştir. Bu kısa değerlendirmenin ardından dünyada havacılık ve uzay sanayinde başarılı ülkelerin teknolojik dönüşüme verdikleri önem, politikaları, yatırımları ve uygulamaları konusunda bir çerçeve sunulmaktadır. Üçüncü başlıkta, Türkiye imalat sanayinin özelliklerine yer verilmektedir. Bu özelliklere, katılımcı cevapları takip edilerek ulaşılmıştır ve bunların arasında THUS ekosisteminin, —imalât sanayi ekosisteminin bir alt sistemi olarak— devraldığı özellikler olduğundan özelliklerin her biri önemle işaret edilmektedir. Son başlıkta ise katılımcıların THUS'a yönelik değerlendirmeleri yer almakta, birinci başlıkta yer verilen tartışmalardan yola çıkarak, THUS ekosisteminin ele alınmasında karşılaştırmalı bir analiz fırsatı yakalamak amaçlanmaktadır. Bu başlık aynı zamanda, THUS'daki mevcut ve potansiyel teknik işgücünün nasıl yetiştirildiği, istihdamı ve geleceği bakımından yapılması gerekenlerin de katılımcılar tarafından değerlendirildiği başlık olarak *Araştırma Bulgularının* en geniş kısmını oluşturmaktadır.

Bulgular, yukarıda sıralanan alt başlıklarda ele alınırken, katılımcıların görüşleri gerekli yerlerde maddeler oluşturularak sunulmuştur. Daha önce de ifade edildiği gibi bu araştırmayla, THUS'un kendine özgü bir modeli olup olmadığı, varsa bu modelin özelliklerinin belirlenmesi, bir model yoksa ya da varsa ancak yetersizse, modelin nasıl olması gerektiğiyle ilgili önerilerin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Böyle bir modelin, nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi, istihdamdaki teknik işgücünün becerilerinin geliştirilmesi ve uygun pozisyonlarda kullanımı bakımından önemli bir temel oluşturabileceği düşüncesinden hareket edilmiştir. Bu nedenle katılımcıların değerlendirmeleri, THUS'daki teknik işgücünün yetiştirilmesinde araştırmacı tarafından geliştirilmek istenen model önerisi için en önemli veri kaynağı olmuştur.

Aşağıda katılımcıların Endüstri 4.0 ya da Dördüncü Sanayi Devrimi tanımları ile bunların havacılık ve uzay sanayindeki rolüne dair değerlendirmeleri yer almaktadır. Bunu takiben, havacılık ve uzay sanayindeki başarısıyla öne çıkan ülkelere ilişkin katılımcı yanıtları tartışılmaktadır. Daha önce de ifade edildiği üzere katılımcıların Endüstri 4.0, Dördüncü Sanayi Devrimi, dijital dönüşüm ve teknolojik dönüşüm gibi kavramları genellikle

birbirinin yerine kullanmış olmaları bir tercih kabul edilmiş ve bu kavramlar, *Araştırmanın Bulguları* bölümünde aynı doğrultuda kullanılmıştır.

4.1. Katılımcıların Dördüncü Sanayi Devrimi'ne Yönelik Kavramlaştırmaları ile Havacılık ve Uzay Sanayinde Bu Teknolojik Dönüşümün Rolüne İlişkin Değerlendirmeleri

Dünyada yaşanan ve hemen her alanda değişimi beraberinde getiren teknolojik dönüşüm ile bu dönüşümün tanımlayıcı teknolojileri *Giriş* kısmında sıralanmıştır. Bu bölümde, yukarıdaki bölümlerde ele alınan konulara, katılımcıların deneyim ve değerlendirmelerine konu edildiği haliyle yer verilmektedir. Katılımcılar yaşanan bu büyük ölçekli dönüşümü özellikleri bakımından değerlendirmişler, daha sonra da havacılık ve uzay sanayinin yaşanan bu teknolojik dönüşümden nasıl etkileneceği, imalat ve tasarım süreçlerinde hangi düzeyde bir dönüşüm yaşanacağı ve bu dönüşümün havacılık ve uzay sanayi ekosistemini oluşturan aktörler ile aktörler arasındaki ilişkiler üzerindeki etkisine odaklanmışlardır. Bölümde THUS ekosistemi, doğadan analogi yapılarak, bir incelemeye tabi tutulmuştur.

Katılımcılar Endüstri 4.0'ı teknolojik dönüşümün günümüzdeki karşılığı olarak ele almışlardır. Ancak katılımcıların görüşleri incelendiğinde, bu görüşlerin, kavramın anlamı konusunda birtakım farklılıklar içerdiği gözlenmektedir. Öncelikle terimin katılımcılar tarafından (17/34) 'robotik işlemler' ve 'yapay zekâ' kavramlarına vurgu yapılarak kullanıldığı saptanmıştır. Katılımcıların tanımlarında ayrıca 'prosedürler', 'tekrarlı işlerin öğrenen makinalara devredilmesi', 'ağ ve entegrasyon', 'verilerin toplanması, işlenmesi ve denetlenmesi' ile 'üretimle ilişkin yeni kavramlar' öne çıkmaktadır:

"... [Endüstri] 4.0'dan benim anladığım prosedürleri, standartlaşmış şeyleri, algoritmik yapıya düşen her şeyi robotlar, yapay zekâ yapacak. ... İnsanın yapabileceği yaratım süreçlerini de robotlar ve yapay zekâ yapacak zaten, eninde sonunda yapacak. Ama insanın yapabileceği şeyler ne? [Mesela] derinlemesine kavrayabilir, kavradıktan sonra bilgilerden sentez yapıp yeni bir şeye varabilir, erebilir. Karşısına tasarım problemi çıkarsa ... çözebilir. Onun haricinde prosedür uygulama da robota, yapay zekâyâ geçecek bana soracak olursanız." AKD4-THKÜ

"... Endüstri 4.0'ı tanımlarsak, örnek vereyim TAI bir tedarikçi sistemi kuruyor ve diyor ki 'benim uçak tasarımı budur, bütün bilgilerim budur, siz bana parça üretmek istiyorsanız veya tasarım yapmak istiyorsanız veyahutta üniversitede çalışıp ödev yapmak istiyorsanız benim dijital sistemim budur, bu sisteme entegre olun.' Burada güvenlikten tutun teknik teknolojik birikime kadar her şeyin standardize olduğu bir veri akışı var iki tarafla. ... Sadece malzemeyi ekonomiyi değil, o işi tasarlayacak kişinin sertifikalarını bile yönlendiren bir sistem. Bir bakıma, yapay zekâyla projenin gelişmesi için gereken bilgi birikimini de dürtükleyen bir sistem." AKD11-ESTÜ

"Endüstri 4.0 dediğimizde işin büyük bir kısmı iletişim ve onun dışında da veri toplamakla ilgili olan algılayıcılar, duyarğalar. ... Endüstri 4.0 dediğimizde, her şeyin akıllı hale gelmesi, işte akıllı tarım, akıllı şehirler, akıllı evler, akıllı arabalar birçok şeyin kendi kendini otomatik olarak yürütmesi,

kesintisiz haberleşmeye [bağlı]. Bir, sensörler doğru okuyup doğru bilgi verecekler, ikincisi aradaki haberleşmeyi sürekli ve kesintisiz sağlayacak.” AKD3-İTÜ

“Endüstri 4.0 veya sanayide dijitalleşme dendiğinde, ordaki amaç aslında, imalât aşamasında ve tasarım aşamasında bütün süreçlerin takip edilebilmesi. ... bunu kaçırmamak gerekiyor.” AKD2-Sabancı Ü.

Endüstri 4.0’ı ‘üretim ilişkin yeni kavramlar’ üzerinden tanımlayan katılımcıların bu terimi, seri üretim, imalât sayıları, işgücünün azaltılması ve dijitalleşmeye bağlı verimlilik artışıyla ilişkilendirerek kavramlaştırdığı görülmektedir:

“Endüstri 4.0 dediğinizde aslında seri üretimi aklınıza getirmeniz lazım. Yani butik üretimler Endüstri 4.0’a çok uymuyor. ... Endüstri 4.0’ın mantığında ..., makinaların birbiri arasında haberleşmesi, yapılacak üretimin daha az insanla daha yüksek kalitede ve daha uygun maliyetlerle çıkması gibi hedefler var.” KMU1-SSB

“Aslında Endüstri 4.0 ... daha çok makinalaşma ve yapay zekânın kullanılması ve ...işgücünün azaltılması temeline dayanıyor.” KMU2-HUTGM

Bununla birlikte katılımcılar tarafından ‘üretim ve tedarik zinciri’ bağlamında açıklamalar da getirilmektedir. END10, Endüstri 4.0’ın “*ülkelerin değil, şirketlerin sistemi*” olduğunu ifade etmektedir:

“Endüstri 4.0 bir tabir olarak aslında bazı şirketlerin kendi üretim ve tedarik zincirlerinin entegrasyonu için aşama aşama oluşmuş bir sistemdir. Bu özellikle otomotivde ve bugün uçak sanayinde çok kullanılır. ... Bazı endüstriyel ülkeler, küçük şirketlerin de büyük bir yatırıma girmeden bunu kullanabilmesi için altyapı hazırlıyorlar. Bir nevi nasıl söyleyeyim—kalkınmanın birinci şartı bir zamanlar bazı şehirlerde telekomünikasyon vardı dolayısıyla şirketler o telefon olan şehirlere taşıyorlardı ... [Şimdi] bu sistemin standardizasyonunda üretilen parça ve bilginin aynı anda, her yerde görülebilmesi, değerlendirilebilmesi için bir bilgi paylaşımı platformunun artık standart hale getirilmesi ve bunun da endüstri ve alt yüklenicilerle entegrasyonu için kullanılmasına Endüstri 4[.0] diyoruz.” END10-Delta Havacılık

Endüstri 4.0’ın dönüştürücü kimliğini öne çıkaran katılımcıların ise bu dönüşümün tüm sisteme etki eden, bütüncül yapısına dikkat çektiği görülmektedir:

“Endüstri 4.0 bir bütün halinde yapılması gereken bir olgu, sadece bir yerin geçmesi değil. Aslında birçok alanın, bir ekosistemin bir bütün halinde geçmesi şeklinde [yaşanıyor].” KMU9-STB

“Endüstri 4.0 şey gibi bir kavram değil, ‘ben bir şey aldım, Endüstri 4.0’a geçtim’ diye bir şey olmuyor. Yani kurumun tüm işleyişine nüfuz edecek bir sistemden bahsediliyor aslında. Onun için ilk önce bunun tam anlamıyla özümseme, [sistemin] her yerine sirayet etmesi lazım.” END12-ROKETSAN

Örnekleme içerisinde, Endüstri 4.0’a eleştirel yaklaşan katılımcılar da olmuştur. Örneğin yaşanan teknolojik dönüşümü kabul etmekle birlikte, Endüstri 4.0’ın otomasyon ve sensör çağından devrim niteliğinde bir kopuş yaratmadığını savunan katılımcılar bulunmaktadır. KMU3 ve AKD12, bunun bir devrimden çok ‘otomasyonun derinleşmesi’ olduğuna şu sözlerle değinmektedir:

“Endüstri 4.0 ... bir devrim değil aslında sadece belli altyapıların değişmesiyle alakalı bir şeyler gibi. ... Belki otomasyon bir devrimdi ama Endüstri 4.0 bunun ... kılcal damarlara inmiş olması gibi ... düşünülebilir.” KMU3-TÜBİTAK Uzay

“Sanayi evrimleşen bir şey. Üçüncü Sanayi Devrimi’nden sonra, ki bu bence 1960’larda transistörlerin keşfedilmesi, ondan sonra bugüne kadar gelen her şey aslında evrimsel bir süreç. IoT de evrimsel bir süreç, internetin keşfi de evrimsel bir süreç. ... Yani dünyada insanların yaptığı her şeyin aslında dijital dünyaya yansımaya Endüstri 3.0 diyoruz ve nasıl insanlar arasında network’ler oluşuyorsa, makinaların arasında network olması da aslında devrimsel bir şey değil. Bunun için bu Endüstri 4.0, Üçüncü Sanayi Devrimi’nin bir devamıdır.” AKD12-ODTÜ

Bir diğer önemli eleştirel değerlendirme de END9’dan gelmiştir. Katılımcı, insanın rolünü içermeyen bir Endüstri 4.0 yerine Endüstri 5.0 olarak nitelediği bir üst aşamayı betimlemektedir:

“Ama bizim nazarımızda, bizim kendi uygulamamızda ise biz Endüstri 5.0’a inanıyoruz. Endüstri 4.0 bizim için bir takip projesidir, yetersiz bir projedir, insanın içinde olmadığı bir projedir; zanaatın içinde olmadığı bir projedir. O yüzden biz mekanikle ve teknolojiyle zanaatın birleştirileceği noktadaki olacak olan Endüstri 5.0’a inanıyoruz. ... Yapay zekâya kurumca inanmıyoruz, adına biz yapay zekâ demiyoruz, predictive computing diyoruz, istatistiksel işlem diyoruz. Çünkü bir şeyi bir şeye benzetebilmek için istatistiki veriler toparlayıp, bu veriler sonucunda ‘bu, bu’ diyen bir sisteme yapay zekâ dendiğini öğrendik; bizim zekâ tanımımız daha farklıydı. Biz olmayan bağların birbirine üçüncü kuşak bağlarla bağlandığı noktada ortaya çıkan şeyin zekâ unsuru olduğuna inanıyoruz. Zaten hali hazırda olan noktaların arasına çizgiler bağlamaya zekâ demiyoruz. Biz buna inanıyoruz.” END9-Numaş

Görüldüğü gibi yaşanan teknolojik dönüşüm katılımcılar tarafından hemen her yönüyle değerlendirilmiştir. İçinde bulunduğumuz dönüşüm, yalnızca iş alanlarımızı, çalışma biçimlerimizi etkilememekte, sosyal yapı ve ilişkilerimizdeki değişimi de beraberinde getirmektedir. Endüstri 4.0’ın kabaca fabrikalarda birbiriyle konuşan makinaların olmasının, üretim süreçlerinin siber fiziksel ortamlarda gerçekleşmesinin çok ötesinde değişimlerin taşıyıcısı olduğunu göz ardı etmemek gerekmektedir. Bu dönüşümü doğru anlamak ve içinde doğru yönde yol almak çağın gerektirdiği konulara erişmede son derece önemlidir. END9’un açıklaması, Japonya’nın Toplum 5.0 (Society 5.0) dediği tüm toplumu etkileyen bir dönüşüme gönderme yapması bakımından da önemli bulunmuştur. Sonuç itibarıyla tüm tanımlar, kavramın anlamına yönelik farklı yaklaşımların ortaya konulması ve kavrama açıklık kazandırılması bakımından değerli bulunmuştur.

Katılımcılar bugün yaşanan teknolojik dönüşümü, robotik işlemler ve yapay zekâ uygulamaları bağlamında havacılık ve uzay sanayi özelinde de değerlendirmişlerdir.

Havacılık ve uzay sanayi açısından bakıldığında END8, havacılık ve uzay sanayini Endüstri 4.0’ın öncüsü olarak görmektedir. Katılımcı tarafından bu öncülük, İHA örneğiyle vurgulanmaktadır:

“Endüstri 4.0’ın öncüsü havacılık ve uzay sanayi zaten, ‘karanlık kokpit’ dediğimiz şey İHA. İHA dediğimiz hava araçlarının üzerinde sat com [satellite communication] var; bulunduğunuz yerden, ofisinizden hava aracını yönetebiliyorsunuz.” END8-TUSAŞ

Bununla birlikte katılımcı, havacılık ve uzay sanayinde, Airbus ve Boeing'in, Endüstri 4.0'a en çok yaklaşan firmalar olduğu ifade edilmiştir:

“Airbus ve Boeing grubu Endüstri 4.0'a çok yaklaşmış durumdadır. Kendisini rapor eden makinalar var bu firmalarda. Makinanın kendisi sitem raporu veriyor, o kadar sofistike hale gelmiş ki birbiriyle konuşan sistemler, makinalar, cihazlar var orada. Kendi bakımıcısına, üreticisine, tamircisine rapor gönderen makinalar üretimde kullanılıyor.” END8-TUSAŞ

Her ne kadar END8, havacılık ve uzay sanayini 'karanlık kokpit' yanıyla tanımladığı İHA'lar üzerinden teknolojik dönüşümde öncü bir rolde görse de Endüstri 4.0'ın karanlık fabrikalar boyutu, bu sanayi için mümkün görülmemektedir. END7, karanlık fabrika tanımlamasından yola çıkarak “... hani karanlık fabrikalar deniyor, işgücünü biraz dışarıda bırakacak bir yapıdan bahsediliyor. Ancak geneline baktığımızda, light-off olması mümkün değil, üretimden tamamen insanın çıkması söz konusu değil. Hele havacılık sektöründe mümkün değil” diyerek havacılık ve uzay sanayinde insansız bir imalât sürecinin mümkün olmayacağını vurgulamaktadır. Aynı şekilde KMU6 da “Havacılıkta şöyle yani bir uçağı tamamen robotlar yapsın, makinalar birbiriyle konuşsun falan çok güç, farklı bir sektör. Belki otomotivde, diğer seri üretim[de] ... bilgisayarlar, beyaz eşyalar vesaire oralarda başarılabilirliğini düşünüyorum ama havacılık kısmında özellikle bu son montaj hattı konularında çok güç görüyorum” sözleriyle, havacılık ve uzay sanayinde imalât sürecinde insansız bir yapıyı olası görmemektedir. Bu ifadeleri, havacılık ve uzay sanayinin talep ettiği teknik işgücünün niteliğinin yüksek olmasıyla açıklamak mümkündür. Çünkü havacılık ve uzay sanayi, her zaman yüksek nitelikli işgücü talep etmekte ve bu işgücünün çok farklı görevleri birlikte yerine getirmesi beklenmektedir. Makinaların da henüz karmaşık, çoklu görevleri insan ayarında gerçekleştiremediği düşünüldüğünde, havacılık ve uzay sanayinde karanlık fabrikaların beklenmemesi anlaşılır olmaktadır. Ayrıca KMU6, tasarımda Endüstri 4.0 teknolojileri kullanılmaya başlanmış olsa da havacılıktaki 'uçuş emniyet gereksinimlerini', 'yüksek maliyetli üretimi' ve 'yüksek kalite kontrol standartlarının öznel değerlendirmeleri zorunlu kılmasını' havacılık ve uzay sanayinde imalâtın otonom hale gelmesinin önündeki engeller olarak işaret etmektedir:

“... tümüyle otomatikleştirip hani bir taraftan küçük alt sistemleri verip de diğer taraftan ürüne dönüşmesi; havacılıkta olmaz bu. Havacılıkta ... her şeyi perdeleyen, uçuş emniyet gereksinimleri var. Uçuş emniyet gereksinimi ve çok yüksek kalite kontrolden dolayı [olmaz]. Bir de sürekli öznel değerlendirme oluyor. ... Çünkü çok farklı pahalı ekipmanlarla uğraşıldığı için üretimde, hatalı ekipmanlar atılmıyor çoğu zaman, tamir ediliyor. ... MRB diyoruz Material Review Board'lar var bu üretim esnasındaki işçilik kazalarını falan belli bir ölçüye kadar onarıyorsunuz. ... Bu aşırı pahalılıktan dolayı, tümüyle otomasyona geçebileceğini ben düşünmüyorum. ... Ancak işte tasarım süreçlerinde ciddi anlamda bunlar vurgulanmaya başlandı, mesela mühendislik tool'ları. ... Bizim arkadaşlar parametreleri değiştirip, bilgisayarları çalıştırıyorlar, uçağın eni boyu değişiyor; işte ağırlığı değişiyor. ... Yani tasarım süreçlerinde bir nevi Endüstri 4.0 uygulanmaya başlandı, ancak işte imalât

süreçlerinde [en] ileri düzey [Endüstri] 3.0'da kalır diye tahmin ediyorum havacılık endüstrisi.”
KMU6-SSB

Her ne kadar havacılıkta tamamen insansızlaşma mümkün görünmüyorsa da Endüstri 4.0'ın havacılık ve uzay sanayinde de bir dönüşümü tetikleyeceği öngörülmektedir. Bu konuda, KMU9'un değerlendirmesi öne çıkmaktadır:

“... dijital dönüşüm her alanda. Doğal olarak havacılık ve uzay alanının da dijital dönüşüme uğraması gerekiyor çünkü baktığımızda aslında özü verilerinizi toplamanız, verilerinizi analiz etmeniz ve akıllı bir karar vermeniz üzerine. Havacılık/uzayda da verilerin, process'lerin değerlendirilmesi, ... sensörlerin yerleştirilip veri alınması gibi bir dönüşüm tartışılıyor.” KMU9-STB

KMU9'un değerlendirmesi havacılık ve uzay sanayinde teknolojik dönüşümün (Endüstri 4.0) ilk ve öncelikli olarak, ağ ve dijitalizasyon üzerinden yaşanacağı yönündeki düşünceleri de doğrulaması açısından dikkat çekici ve önemlidir.

Teknolojik dönüşümle ilgili katılımcı değerlendirmelerini takiben bir sonraki bölümde, havacılık ve uzay sanayinde başarılı ülkeler ile bu ülkelerin başarı kaynakları üzerine olan katılımcı görüşleri veriler eşliğinde sunulmaktadır.

4.2. Dünyada Havacılık ve Uzay Sanayi Ekosistemini Besleyen Koşullara İlişkin Katılımcı Değerlendirmeleri

Bu başlık altında, katılımcıların önce havacılık ve uzay sanayinde yüksek potansiyeli olan ve bu konuda liderliği elinde bulunduran ülkelerin durumu ile başarı nedenleriyle ilgili değerlendirmeleri, ardından da bu ülkelerdeki MTE üzerine açıklamaları yer almaktadır.

Neredeyse hem akademisyenler (12/12) hem de endüstri (11/12) katılımcılarının tamamı, havacılık ve uzay sanayinde başarılı ülkeler arasında, ABD'yi öne çıkarmaktadır. Buna karşın ABD'yi öne çıkaran sadece 2 kamu katılımcısı bulunmaktadır. Kamu katılımcıları (6/10) değerlendirmelerinde bir tek ülke yerine, Avrupa Uzay Ajansı (ESA) üzerinde yoğunlaşmakta ve AB ülkelerinden örnekler vermektedir. 2 kamu ve 1 endüstri olmak üzere toplam üç katılımcı bu konuda değerlendirme yapmamıştır.

Kamu katılımcıları genel olarak Türkiye'nin, küresel ölçekte havacılık ve uzay sanayinde öne çıkan ülkelerle stratejik işbirliği kurup kurmadığı bağlamında değerlendirmeler yapmışlardır. 6 katılımcı, verdiği örneklerde ABD ve/veya AB'yle birlikte Çin, Japonya ve APSCO üzerinden, Asya ve Pasifik ülkelerinin havacılık ve uzay sanayindeki başarısı üzerine değerlendirmelerde bulunmuşlardır. Kamu katılımcılarının değerlendirmelerinin Avrupa ülkeleri üzerinde yoğunlaşması, Türkiye-AB ilişkileri dolayısıyla Avrupa'daki işleyişlere ve süreçlere daha hâkim olmalarıyla açıklanabilir.

Akademisyen katılımcılar, havacılık ve uzay sanayinde elde edilen başarı konusunda ilk sırada yer verdikleri ABD'nin yanı sıra farklı ülkelerin dikkat çeken uygulamalarına da değinmektedir. Burada tekrar sıklığına göre ABD'yi takip eden ülkeler Rusya, Japonya, Çin, Almanya, Fransa, Hindistan, İngiltere, İtalya, Kanada, İspanya, İsrail ve Brezilya şeklinde sıralanmaktadır. Belirtilmesi gereken önemli bir konu, bazı katılımcıların (6/12) tek tek ülke yerine Avrupa'yı; AB ülkeleri, ESA veya Avrupa ifadeleriyle tanımlamış olmalarıdır. Bütüncül bir anlayışla bakan katılımcılar, örneğin AKD4'ün "*ESA altında tabi İngiltere, Almanya, Fransa, İtalya, İspanya gibi Avrupa'daki başat ülkeler var*" ifadesine benzer şekilde, ülke bazında değerlendirmeler de yapmaktadır. 4 katılımcı Avrupa ülkelerini tek başına değerlendirirken, 2 katılımcı (AKD1, AKD8) Avrupa ülkelerine ilişkin herhangi bir değerlendirme yapmamıştır.

Endüstri katılımcılarının gözüyle havacılık/uzay alanında en başarılı ülkenin ABD (11) olduğu ve tekrar sıklığına göre ABD'yi Rusya (8), Çin (7), Japonya (6) Fransa (5), AB (4), İtalya (4)'nın takip ettiği görülmektedir. Almanya, Brezilya ve İngiltere 3'er, Ukrayna ve İsveç de 2'şer kere başarılı ülkeler arasında sıralanırken, Güney Afrika, İsrail ve Güney Kore birer kez başarılı ülkeler arasında yer almıştır. Endüstri katılımcılarından bazıları (4/11) Avrupa'yı; AB ülkeleri, Avrupa veya Airbus (END9) ifadelerini kullanarak birlikte değerlendirirken, bazıları (6/11) ülke bazında değerlendirme yapmıştır. END2 ise Avrupa ülkelerine başarılı ülkeler sıralamasında yer vermemiştir.

Katılımcıların ülkelerin havacılık ve uzay sanayinde elde ettikleri başarıyı birçok etmene bağladıkları görülmektedir. Bilgi ve deneyim başta gelmek üzere, 'Ar-Ge faaliyetlerine kaynak aktarmak' ile 'kesintisiz ve sürekli bir çaba göstermek' başarı için ön koşul olarak ortaya çıksa da katılımcılar, havacılık ve uzay sanayi sisteminin başarısını vurgularken **ekosistem** terimini kullanmaktadır. Bu ekosistem, doğadan analogi yapılarak açıklanabilecek özellikte olup, katılımcı END3 tarafından doğrudan doğada kendiliğinden yetişen mantar örneğine vurgu yapılarak açıklanmıştır (bkz. s.xiii). Ülkelerin mevcut koşulları birbirine göre bazı farklılıklar gösterse de verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi için, bu sistemi besleyecek ve sistemin ihtiyaçlarını karşılayacak bilgi ve becerinin kazandırılmasını sağlayacak iklimin yaratılmasının zorunluluk olduğu anlaşılmaktadır. Katılımcıların havacılık ve uzay sanayi ekosistemini açıklayan ifadelerine iki örnek aşağıda sunulmaktadır:

“Amerika’nın bir **ekosistemi** var. Havacılık çok eskiden başladığı için havacılıkla birlikte bir ekosistem de gelişmiş. Havacılığı çok iyi destekleyen üniversiteler, training centre’ları, okullar, altyapı, ordunun destekleri gibi konular var. Bunlar ABD’yi daha üstün hale getirmiş.” AKD6-AYBÜ

“Amerika’da veya Avrupa’da Airbus veya Rusya, iki yıl içinde sıfır kâğıttan bir uçak çıkartabilir. Ama... 1910’lu yıllardan beri uçak üretmektedir ve o tarihlerden beri havacılık/uzay teknolojileri konusunda bilimsel dergilerde milyonlarca makale yayınlanmıştır. Üniversitelerde çok ciddi çalışmalar yapılmaktadır ve bunların hiçbiri, o uçağın bütçesine girmez; devlet uçağa para vermek yerine uçağın yetiştirildiği **ekosistemi** hazırlar.”AKD11-ESTÜ

Ülkelerin içinde yer aldıkları coğrafyanın özel koşulları ve tarihsel geçmişin niteliği ile sanayi devrimlerini erken deneyimlemiş olmak, uluslararası iktidar arayışlarında rekabet avantajı elde etmek için yarışmak, olumlu koşullar gelişmemişse dahi yılmadan ve sabırla politikalarda ve yatırımlarda ısrar etmek ve partiler üstü politikaları benimsemek bu ekosistem için elzemdir. Bu koşullara bilimsel bilgiye dayalı teknoloji geliştirmek, teknik işgücü yetiştirmek için kaliteli bir teknik eğitim sistemi inşa etmek ve gerekli finansmanı oluşturmak da eklendiğinde ekosistemin dinamiği işler hale gelmektedir. Aşağıda katılımcıların bu konudaki değerlendirmeleri kategorileştirilerek sırayla sunulmaktadır.

4.2.1. Ekosistemin Yeşerdiği Toprak: Aydınlanma, Bilim ve Teknoloji (BT) Deneyimini Doğurma ve/veya Bu Deneyimlerle Erken Dönemlerde Tanışma

Bir ülkenin gerek Aydınlanma ve sanayi devrimleriyle gerekse BT konularıyla bağlantısının kendiliğinden veya sonradan kurulmasının ekosistemin yeşerdiği toprağın oluşmasında önemli olduğu görülmektedir. Burada katılımcıların (8/34) genel olarak ülkeleri, iki grupta değerlendirdikleri anlaşılmaktadır. Birinci grup, bu deneyimleri kendi içsel dinamikleriyle ortaya çıkaran veya bu deneyimlerle erken tanışan ülkelere oluşmaktadır. Örneğin 17. yüzyılda Bilimsel Devrim’i doğuran İngiltere ya da İngiltere’den vakit kaybetmeksizin transfer ettiği teknolojileri tersine mühendislik yoluyla özümseyerek kendi teknolojisini geliştiren Almanya bu ülkelere örnek teşkil etmektedir. Örneğin AKD5 bu durumu hem diğer sanayi devrimleri hem de Aydınlanma ile ilişkilendirerek “*Batılı ülkeler tabii ki önde ama bunların yüz yıllık bir geçmişi var, altyapısı var. Sanayi Devrimi’ni yaşamışlar. Ondan evvel Aydınlanma Çağı’nı yaşamışlar. Zaten 1. Sanayi Devrimi ve Aydınlanma [süresince] her alanda sadece teknik alanda değil, sosyal alanda, beşeri alanda, felsefi alanda, çok yayınlar yapılmış*” sözleriyle ifade etmektedir. Benzer biçimde AKD6, END12 ve AKD8 de ülkelerin günümüzde ulaştığı başarıyı erken başlamış olmalarına ve mali güçlerine bağlamaktadır:

“Amerikalılar neden iyi? Çünkü Amerika’da havacılığın başlangıç tarihi 100 yılı geçti.”AKD6-AYBÜ

“Bir havacılık şirketi var [Almanların]. ... Şirketin şu anda yüz yılı geçmiş tarihi, yüz beşinci yılında. Yani bu önemli bir şey. Yüz yılı devirmek, havacılık tarihinde önemli bir nokta.” AKD6-AYBÜ

“Şu anda başarılı olma sebebi, çok önceden bu işlere başlamış olmaları aslında. Yani zamanında çok büyük bütçelerle, çok fazla Ar-Ge yatırımı yapmış bu ülkeler. Şu anda kullanılan teknolojileri geliştirmişler zamanında. ... Geldikleri nokta geçmişlerine dayanıyor.” END12-ROKETSAN

“Başarılarını bir kere bu işe erken başlamalarına bağlıyorum ve bu ülkeler de genelde maddi imkanı çok fazla olan, zengin ülkeler, ... havacılık/uzay alanındaki araştırmalara büyük kaynaklar ayırabiliyorlar. Ayırabildikleri için de daha ileriye gidiyorlar.” AKD8-THKÜ

İkinci grup, bu deneyimlerle geç tanışan ülkelerdir. Bu ülkeler teknoloji ve emek transferi yoluyla başlattıkları teknolojik öğrenme sürecini daha geç dönemlerde deneyimlemiştir. Bu tür ülkelerin bir kısmı teknoloji transferinden edinilen bilgi ve deneyimi sadece taşeronluk hizmeti sunma çerçevesine kadar taşıyabilmiş, BT üreten ülke konumuna gelememişken; bazı ülkelerse teknoloji transferini bir teknolojik öğrenmeye dönüştürerek, yeni teknoloji üreten ülkeler konumuna geçmişlerdir.

Bilimsel devrim ve kapitalizmin İngiltere’de doğmuş olması, bu bağlamda ücretli emek ve fabrika sistemi ile seri üretime kaynaklık eden imalât teknolojilerinin gelişmesi, ekosistemin toprağında önemli bir kaynak yaratmıştır. İngiliz teknoloji üretme kapasitesinin diğer ülkelerde de özendirici olması ve temel bilim araştırmalarında artış, teknolojik öğrenmenin çeşitli transfer biçimleriyle gerçekleşmesine yol açmıştır. Üretim teknolojilerinin satın alma yoluyla transferi kadar savunma teknolojilerinin yasa dışı plân-proje ve nitelikli teknik işgücü (ör. mühendis, bilim insanı) transferleriyle gerçekleşmesi, **sanayi casusluğu** kavramını da beraberinde getirmiştir. Bu tür transferlerde I. ve II. Dünya Savaşı’nın ve Soğuk Savaş döneminin rolü büyüktür. Bu konuya katılımcılar (19/34) Alman mühendislerin bilgisinin, Sovyetler Birliği ve ABD tarafından kendi ülkelerine ‘transfer edilmesi’ üzerinden değinmişlerdir.

Örneğin AKD7 “... *II. Dünya Savaşı’nın galibi olması ve Alman mühendisleri bünyesine katması*” sözleriyle ABD’nin havacılık/uzay teknolojilerindeki başarısını, savaşı kazanmasıyla da ilişkilendirmektedir. Bunun yanı sıra öne çıkan üç değerlendirme aşağıda sunulmuştur:

“Benim gözümde Amerika Birleşik Devletleri şu anda havacılık/uzayda bir numara ama Amerikalılara bunu öğreten Almanlar, Nazi Almanyası. ... von Braun bunu Amerikalılara öğreten adam, NASA’nın başına da getirildi. Amerikalıları uzaya çıkararak adam von Braun.” AKD5-LUH

“von Braun, Almanlar’ın V-2 roketini geliştirip, Amerika’ya roket teknolojisini götüren adam.” AKD4-THKÜ

“Buradaki başarının temel noktalarından bir tanesi ... zamanında yaptıkları teknoloji transferleri, çok net söylenebilir, II. Dünya Savaşı’ndan sonra Alman teknolojisinin, Rusya ve Amerika’ya —teknoloji

hırsızlığı da diyebilirsiniz transferi de diyebilirsiniz ama savaş sonrası başarısıyla beraber— yayılması, oradaki akademisyenlerin farklı ülkelere kaçması, Yahudi soykırımı sırasında Almanya’da yetişmiş akademisyenlerin yine diğer ülkelere kaçması, farklı alanlarda geliştirilen farklı bilimsel yaklaşımların, ülkelerin kendi bilimsel altyapılarıyla birleştirilmesi önemli atılımlar doğurdu. Farklı teknolojiler, jet motorunun gitmesi, seyir füzesi teknolojisinin gitmesi, hep II. Dünya Savaşı’ndaki Alman teknolojisinin dağılmasıyla oldu. Ama sadece bu yeterli değil, onu kendi akademik alanlarıyla birleştirip geliştirdiler.” END4-TUSAŞ

END4’ün yorumu ne yazık ki Türkiye için geçerli olamamıştır. Avrupalı özellikle Alman ve Polonyalı teknik işgücü ve bilim insanları, gerek ilişkiler yoluyla (ör. akademik, bilimsel, ticari) gerekse ülkelerindeki baskı ortamından kaçarak Türkiye’ye gelmişlerse de bu kişilerin çalışmalarını besleyecek bir ekosistemin Türkiye’de bulunmaması ve yaratılamaması nedeniyle BT transferleri istenen ölçüde gerçekleşmemiştir.¹⁵⁸ Bu sonuç da yenilik ekosisteminin var olmadığı ülkelerde, havacılık ve uzay konularında başarılı olmanın neredeyse mümkün olmadığını doğrular niteliktedir. Buna karşın Almanya, tarih boyunca nitelikli işgücünü türlü yollarla kaybetse de hem BT ve mühendislik konularında kendi gelişmesini sürdürmüş hem de geçmişten günümüze birçok ülkenin başarısına kaynaklık etmiştir. Başka bir deyişle, geçmişte olduğu gibi bugün de ABD, Rusya hatta öne çıkan diğer birçok ülkenin mühendislikte ileri bir düzeye erişmiş olmalarında, Alman mühendislerle birlikte yayılan teknik bilginin önemi büyüktür.¹⁵⁹ Bu da Almanya’nın yerleşik bir STI ekosistemine sahip olduğunun göstergesi olarak yorumlanmaktadır.

Görüldüğü gibi hem teknoloji üreticisi bir ülke olmak hem de teknoloji transferinden en yüksek seviyede faydalanmak, her şeyden önce, yenilik ekosisteminin varlığına bağlıdır. Transfer edilen teknolojilerin, geldiği ülkenin teknoloji üretme potansiyelini yükseltici rol oynayabilmesi için de bunların ekosisteme yerleşmesine olanak sağlayacak politika ve uygulamalar hayata geçirilmelidir. Gerçekten de katılımcılar (26/34), ülkelerin havacılık ve uzay sanayindeki başarısını; yüksek öğretim yatırımları, araştırma enstitüleri, üniversite-sanayi işbirliği modelleri, proje-tabanlı çalışmalar ve bilimsel yayın kapasitesi ile ilişkilendirerek değerlendirmişlerdir:

“Havacılık ve uzay eğitiminde öne çıkan ülkeler yine bu alandaki en iyi ülkeler. ... ABD, İngiltere, Fransa, Almanya gibi ülkeler var. Bu ülkelerde ... üniversiteler var, ilgili bölümler var, ama bölümler dışında da training centre’lar [eğitim merkezleri] var. Mesela İngiltere’de Boeing’in Rolls Royce ile birlikte kurduğu, AMRC [Advanced Manufacturing Research Centre] var, Sheffield’da [Üniversitesi]. ... Mesela burada çok ciddi bir eğitimden geçiyorlar. Yani çiraklıktan başlayıp, mühendis olmaya kadar gidebiliyor. ... Bu da çok önemli, eğitim bir yatırımdır. ... Bir ülkenin teknik altyapısı iyiye,

¹⁵⁸ Bu konuda detaylı bir inceleme için bkz. Günergun ve Kadioğlu, 2011.

¹⁵⁹ Almanya’nın yıllar boyunca geliştirdiği BT ve mühendislik konusundaki bilgi birikimi, hem savaş dönemlerinde hem de bu dönemlerin öncesi ve sonrasında tüm dünyaya yayılmıştır.

üniversiteleri iyiye genelde havacılığı da gelişmiş oluyor. ... En iyi üniversiteler dünyada hangi ülkedeysse, havacılık da en iyi o ülkede.” AKD6-AYBÜ

“Çin, dediğim gibi çok ciddi yatırım yapıyor. Şu an çok duymuyoruz belki, görünürde bir şey yok ama yayınlarda vs görmeye başladık, çok ciddi yayınlar, bilgi üretimine başladılar. Bir de Kore. Ben bir de bu ikisinin geldiğini düşünüyorum.” AKD7-PM

“Bugün Çin’in ve Rusya’nın çok yakın zamanda Batı uçak endüstrisini tehdit edeceğini öngörüyorlar çünkü ekosistemlerinde, yayınlanan ve yayınlanmamış makalelerinde çok ileri teknolojiler konuşuluyor, metalürjiden aerodinamiğe yapısal motor teknolojisine kadar ve her iki ülkenin de çok ciddi bir cari fazlası var. Bugün dünyada en çok uçak finansmanı yapan banka BOC, Bank of China.” AKD11-ESTÜ

“Üniversitelerle sanayinin sadece mezunlarının paylaşımının ötesinde çok daha örgün projeler geliştirilmesi gerekir. Bunları düşünüyoruz, dünyadaki benzerleri[ni] incelemenizi öneririm. [Örneğin] Amerika’da üç tane büyük rotorcraft iyileştiricisi var; üniversitelerin altında sanayiyle nasıl işbirliği yapıyor incelemenizi isterim, Georgia Tech, Pensilvanya State.” KMU6-SSB

“Üniversiteleri çok verimli kullanıyorlar. Yani alt teknolojileri üniversitelerde geliştirtip bunları sonra ürünlere uygulamak gibi birçok örnekleri var. ... Tabi bunun yanında bütçeleri de önemli. Çok ciddi kaynak da ayırabiliyorlar, araştırma merkezleri kurabiliyorlar.” END12-ROKETSAN

“Kendi çalıştığım pozisyondan örnek verecek olursam, biz Leonardo eski AgustaWestland şirketinin Ar-Ge’sini yapıyoruz şu an üniversite bünyesinde ve bu ... dünyanın en büyük ikinci galiba en çok helikopter üreten şirketi. Ve bunlar kendi bünyelerinde Ar-Ge yapmaktansa bizim üniversitede Ar-Ge yapıyorlar, ... yani Ar-Ge’sini bu kurumlar üniversiteye taşımış; bu birçok şirkette de böyle.” AKD7-PM

Özetle katılımcılar, teknoloji ve bilgi transferinin transfer eden ülkede yaratabileceği BT potansiyeline büyük önem vermektedir. Bu potansiyeli dinamik hale getirecek ‘irade, finansman ve teknik işgücü’nün var olması durumunda ekosistem de yeşermektedir. Teknolojiyi transfer eden ülkenin, transfer ettiği teknolojiyi öğrenmesi ve özümsemesi, Ar-Ge çalışmalarıyla güçlenmektedir. BT’de başarılı olan ülkelerin sahip oldukları bilgiyi Ar-Ge çalışmalarıyla elde etmiş ve geliştirmiş olmaları bu mantığın teknoloji transfer eden ülkelerde de yerleşmesini zorunlu hale getirmektedir. Başarılı ülkelerin Ar-Ge çalışmalarına, bu konunun uluslararası rekabet ve yenilikçilik ile yakından ilişkili olması nedeniyle bu konu bir sonraki alt başlıkta yer verilmektedir.

4.2.2. Ekosistemin Ana Damarı: Ülkeler Arasındaki Ekonomik ve Politik Rekabete Dayalı Gelişme, Ar-Ge Çalışmalarına Kesintisiz Kaynak Aktarımıyla Süreklilik ve Sürdürülebilirliği Sağlama

Ülkelerin BT yarışı, dünya ekonomisinde söz sahibi olmaya, dolayısıyla da politik üstünlüğü kazanmaya kaynaklık etmektedir. Bu durum yarış içindeki ülkeleri daha rekabetçi kılarak onları, BT alanında sınırları aşmaya zorlamaktadır.

Verimli bir havacılık ve uzay sanayine sahip olan ülkeler incelendiğinde, başarıyı beraberinde getiren unsurlar içinde, ülkeler arasındaki rekabetçiliğin önemli bir yeri olduğu

görülmektedir. Çünkü bu türden bir rekabet, **yenilik yarışını** tetiklemektedir. Yeniliğin kökeninde de Ar-Ge çalışmaları bulunduğundan, bu yarışa dâhil olan ülkeler, temel ve uygulamalı Ar-Ge faaliyetlerine ‘kesintisiz’ bir şekilde kaynak aktararak, sahip oldukları üretken ekosistemin sürekliliğini sağlamaktadır. Katılımcılar (23/34) da ülkelerin havacılık ve uzay sanayindeki başarısında, bu yenilikçiliği tetikleyen rekabet ortamının sürekliliğine vurgu yapmışlardır.

END12 bu durumu, *“temelde havacılık/uzay sanayinin ilerlemesi, savaş dönemlerinden kaynaklı, o dönemlerin itici güç olmasıyla bazı ülkeler bu işlerde ilerlemiş, sonrasında onun üstüne koyarak devam etmişler”* diyerek savaş dönemlerinin yeniliği teşvik etmesiyle ilişkilendirmektedir.

Benzer şekilde AKD5 de bunu iki büyük dünya savaşının ardından gelen Soğuk Savaş dönemi bağlamında ele almaktadır. Katılımcı *“Rusya’nın başarısı kesinlikle Soğuk Savaş dönemindeki ivme, Amerika’yla girdikleri yarış”* sözleriyle ifade etmektedir. Yine AKD10 *“Rusya’nın Amerika’yla geçmiş yıllarda çekişmesi sebebiyle uzun yıllar onlar da uzay teknolojileri geliştirdiler, uçaklarını geliştirdiler, savaş durumunda kuvvetli olabilmek için”* diyerek sanayideki gelişmenin arkasındaki motivasyonun, Sovyetler Birliği ve ABD’nin birbirleri üzerinde üstünlük kurma yarışı olduğunu tekrar vurgulamaktadır. Her iki ülkenin de havacılık ve uzay sanayine ilişkin sahip olduğu bilgi ve tecrübenin kazanımında, dünya savaşları ile iki blok arasındaki ‘uzay yarışı’yla karakterize olan Soğuk Savaş başat rolü üstlenmektedir.

Uzay yarışı süresince Avrupa, iki blok arasında kalmakta ve bu ‘arada kalmış olma’ hali, Avrupa ülkelerinin bütünleşik çabalarının da gerekçesini oluşturmaktadır. Bugün de Avrupa ülkeleri geliştirdikleri bilgi ve teknolojiyle geride kalmama çabasıdadır:

“Uzay yarışında Amerika-Rusya geçmişte çok sıkı yarışıyorlardı. Yarışma, rekabet hem kalite getiriyor hem başarı getiriyor. Dolayısıyla yine onların bu konuda üstünlükleri var. ... Avrupa Birliği ülkeleri geri kalmamak adına, Eurofighter gibi projelerle Amerika’nın F-22, F-35 çabalarına karşılık vermeye çalışıyorlar. Almanya başta olmak üzere Avrupa ülkeleri de bu yarışta geri kalmamaya çalışıyor.”
AKD10-ODTÜ

Her ne kadar uluslararası rekabet önemliyse de ulusal düzeyde rekabetçiliğin de havacılık ve uzay sanayinde önemli olduğu katılımcılar tarafından dile getirilmiştir. Örneğin END6, ABD’nin kendi ekosisteminde de rekabetçiliği besleyen bir teşvik sistemini kurduğunu ifade etmektedir:

“ABD rekabete dayalı gelişmeye bağlı bir ülke. Mesela bir uçağı aynı anda hem Boeing’e hem de Lockheed’e sipariş veriyor, diyor ki ikinizin uçağının da parasını vereceğim ama hanginizin daha iyi olursa onu alacağım. Rekabet yaratıyor.” END6-ASELSAN

Bu yenilikçi rekabet ortamının ülkelere katkısı, ulaşılan verimli ekosistemin sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla, Ar-Ge faaliyetlerine kesintisiz kaynak aktarmaları olmuştur. Bu şekilde ayrılan finansmanlar, yenilik sistemini güçlendirerek, çalışmaların devamlılığını sağlamıştır. **Ar-Ge’ye ayrılan kaynak**, başarılı bir ekosistemin en önemli unsurları arasındadır. Havacılık/uzay çalışmalarında başarılı olan ülkelerin, Ar-Ge faaliyetlerine ve bu faaliyetleri yürütecek işgücüne kaynak aktardıkları görülmektedir:

“... [Başarılı ülkeler] çok ciddi bir Ar-Ge bütçesi ayırıyorlar. Yani Rusya’da Design Bureau’lar üzerinden, Amerika’da NASA üzerinden veya DARPA üzerinden giden hâlâ araştırmaya yönelik, ürün beklemeyen teknoloji yatırımları var. Bence bu çok önemli bir konu, ürün beklemeyen teknoloji yatırımları, alt teknolojiler. ... DARPA’da olsun, Design Bureau’larda olsun, Çin’de olsun, Japonya’da olsun core teknoloji üzerinde de ürünü kabul etme ve o ürünün amacını bulma var.” END4-TUSAŞ

“Ar-Ge bu işin temelinde yatıyor, Ar-Ge kültürünü edinmişler bu ülkeler. Ar-Ge’nin üretime dönüşünde ... daha uzmanlar, ... bu süreçleri daha iyi yönetiyorlar.” END12-ROKETSAN

“... Bu [başarı] da yatırımla, nitelikli işgücü ile, nitelikli akademik kişilerle, nitelikli mühendislerle olacak bir şey. [Başarılı ülkeler] İnanılmaz yatırım yapıyorlar.” END11-ASELSAN

END4’ün, Ar-Ge çalışmalarını değerlendirirken kullandığı “*ürün beklemeyen teknoloji yatırımları*” ifadesi, temel Ar-Ge’ye yapılan bir gönderme olduğundan önemli görülmektedir. Bu görüşü esas önemli kılan husus, ifadenin bir akademisyenden değil endüstri katılımcısından gelmiş olmasıdır. Endüstri katılımcılarının (7/12) temel bilim ve temel Ar-Ge’nin önemine ilişkin değerlendirmelerde bulunmaları, bizzat THUS’da Ar-Ge’nin tam karşılığını bulması bakımından önemlidir. Bu değerlendirme, temel bilim araştırmalarının gerekliliği ve temel Ar-Ge çalışmalarının önemi konusunda farkındalığı da ortaya koymaktadır.

Temel bilim araştırmaları, teknolojik yeniliğin temelinde yer alan Ar-Ge çalışmalarının en yalın hali olarak önem taşımaktadır. Bu önem doğrultusunda, örneklemin tamamının bu konudaki yaklaşımı irdelenmiştir. Temel bilim araştırmalarının önemine bakıldığında, katılımcıların (18/34) başarılı ülkelerin en fazla özeni, **temel bilim araştırmalarına** verdikleri yönünde değerlendirme yaptıkları görülmüştür.¹⁶⁰ Örneğin END9 “*Rus havacılığı zaten apayrı bir ekol. Rus ekolü, çok iyi temel bilimlere hâkim, çok iyi matematik*

¹⁶⁰ Temel bilim araştırmalarının öneminin sıklıkla tekrarlanması, araştırmada, ‘lineer inovasyon modeli’nin kabul edildiği şeklinde anlaşılması önemli görülmektedir. Çünkü tezde, devlet, sanayi ve akademinin birlikteliğinden doğan etkileşime —hatta END5’in de öne çıkardığı gibi, STK’ların da bir ‘kolaylaştırıcı’ olarak ekosisteme dahil olmasına— ve bu etkileşimden başka bir deyişle ‘dört aktörün bir aradalığından doğan sinerji’ye vurgu yapılmaktadır.

biliyorlar, çok iyi fizik biliyorlar ve o yüzden de ... maliyetlerini düşük tutabiliyorlar” diyerek Rusya'nın başarısında temel bilim ve matematik altyapısının yerini ifade etmektedir. Havacılık ve uzay sanayinin gelişmesinin arka planında temel bilimlerin yer aldığı açık bir şekilde akademisyen katılımcılar tarafından vurgulanmaktadır:

“... [başarılı] ülkeler aynı zamanda elektronik, kimya, tıp konusunda da çok başarılılar; sadece uçak konusunda değil.”AKD11-ESTÜ

“Aslında bu işlerin hepsinin arkasında matematik var. ... Eğer temel bilimlerde derinlik olmazsa, bu teknolojik gelişmeler olmaz.” AKD6-AYBÜ

“Temel bilim ve doğa bilimleri. Her şey matematik ve fen bilimleri bazında teknikten bahsediyorsak. ... Önemli olan teoride kalmamak, laboratuvar[da olmak].” AKD5-LUH

“Teknolojide ne kadar ilerlersek temelinde fiziksel şeyler, kimyasal reaksiyonlar [var]. Her şeyi moleküllere, atomlara bağlayabiliriz. ... Her şeyin temelinde fizik, kimya, biyoloji, matematik gibi temel bilimlere dayanıyoruz. ... [Başarılı ülkelerde olduğu gibi] her zaman için doğa kanunlarını açıklamaya çalışan bilim dallarını en temele koymamız lazım.” AKD10-ODTÜ

Ülkelerin verimli bir havacılık ve uzay sanayi yaratmalarında, kaynak aktarımı kadar önemli olan bir diğer konu da aktarılan kaynakların **belirli bir yönü ve hedefi olması ile sürekliliğinin sağlanmasıdır**. AKD4 bu durumun önemini şu sözlerle ifade etmektedir:

“Havacılık ve uzayda da en başarılı ülkeler tabiki kaynağı daha fazla ayıran ülkeler, bir de directed hedefleri olan ülkeler. ... Kararlı ve yön almış politikalar. Salyangozun o yavaş hızıyla bir yere gidebilmesinin yegâne sebebi, bir yönü var ve hareket ediyor. Yani yönü seçtiğinizde, vazgeçemediğinizde bir yere varabiliyorsunuz.” AKD4-THKÜ

Havacılık/uzay teknolojilerinde başarıyı yakalamış olan ülkelerin, Ar-Ge çalışmalarına ‘sürekli ve yeterli’ finansal desteği sağlamaları, ülkelerin bu çalışmaları destekleme yönündeki kararlılığıyla birlikte sahip oldukları **ekonomik güç** ile de ilişkilidir:¹⁶¹

“Uzay sanayi neyle korele biliyor musunuz, GDP ile korele. Uzayda Türkiye’den daha fazla uydu varlığı olan ülkelere baktığınızda, ... ülkelerin hepsi, GDP’si Türkiye’den yüksek olan ülkeler.” AKD4-THKÜ

“... çok önceden bu işlere başlamış ... çok büyük bütçelerle, çok fazla Ar-Ge yatırımı yapmış bu ülkeler.” END12-ROKETSAN

“... dikkat ederseniz uçak üreten firmaların, ülkelerin büyük bir çoğunluğunun cari fazlası vardır. Çünkü siz aslında uçak satmıyorsunuz para satıyorsunuz uçak kılıfına sokulmuş. Kanada’nın da Brezilya’nın da Amerika’nın da Rusya’nın da cari fazlası var; Japonya şu anda piyasaya girdi, cari fazlası var. Cari fazlasını gömmek yerine, uçak yatırımına giriyor çünkü uçak yatırımı çok kârlı ama uzun süre yatırım yapılması gereken bir sektör.” AKD11-ESTÜ

¹⁶¹ Havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin gelişmesinde ülkelerin sahip oldukları ekonomik güç kadar önemli olan bir diğer konu da sahip olunan **kaynakların etkin kullanılmasıdır**. AKD4’ün Hindistan ve ABD karşılaştırması üzerinden yaptığı “*Kaynağı iyi kullanan ülkelerin en büyük örneği, Hindistan. Amerikalıların uzayla ilgili çektiği film parasına, Mars’a uydu gönderdi. ... Aynı zamanda Mars’a giden diğer Amerikan uydusu, onun on katı maliyetle gitti*” şeklindeki değerlendirme bu bağlamda önemlidir. Görüldüğü gibi temel ve uygulamalı Ar-Ge faaliyetlerine aktarılacak finansmanın yönetiminde iki konu öne çıkmaktadır. Bunların ilki, fon tahsisi ve üretme; ikincisi, tahsis edilen fonların etkin kullanılmasıdır.

“... bu ülkeler de genelde maddi imkanı çok fazla olan, zengin ülkeler, ... havacılık/uzay alanındaki araştırmalara büyük kaynaklar ayırabiliyorlar. Ayırabildikleri için de daha ileriye gidiyorlar.” AKD8-THKÜ

Yenilik ekosisteminin sürekliliğinin sağlanmasında bir diğer önemli unsur, ülke içerisinde **farklı imalât sanayi dallarının birbiriyle etkileşiminin sağlanmasıdır**. Başka bir deyişle, havacılık ve uzay sanayinde yükselmenin bir ön koşulu da diğer sanayiler ile arasında birbirini besleyen bir yapının inşa edilmesidir. END4 bu konuyu Japonya ve G.Kore örnekleri üzerinden değerlendirirken, bir anlamda yapılması gerekenleri de işaret etmektedir:

“Japonya’yı sanki bu konuda biraz ileri görüyorum. II. Dünya Savaşı’ndan sonra bilime, core bilime çok yönelmesi, otomobil sanayiyle savunma sanayini birleştirmesi, uzay sanayiyle diğer sanayilerin birleşmesi. Mesela [Güney] Kore de çok iyi devrim örneklerinden bir tanesi. 1990’larda aynı düzeyde olduğumuz [Güney] Kore bugün dünya devi. Çünkü endüstriyel sanayi devrimiyle savunma sanayi devrimini aynı anda, eşgüdümlü olarak götürdü. Samsung gibi, LG gibi dünya markalarını piyasaya çıkarabildi. LG araba da yapar [Güney] Kore’de kimse bilmez ama buralara farklı markalarla gelir. Araba da yapar, ara panel de yapar, işte core teknolojiyle çalışan o noktada kalmamış onlar. Bu veriyi o bilimsel altyapıyı kendilerine özümsetmiş durumdadır.” END4-TUSAŞ

Yukarıdaki verilerle uyumlu olacak şekilde, geçmişten gelen bilgi ve tecrübenin zaman içinde kaybolmadan, bütüncül ve birikimli bir çaba halinde tutulmasının, havacılık ve uzay sanayinin başarısında öne çıkarılan bir diğer unsur olduğunu END3 şu sözlerle açıklamaktadır:¹⁶²

“Sistemlerini zamanında kurmuş, sanayileşmeye paralel olarak işte ... havacılıkta öncü ülkeler. Kendi teknolojileriyle, kendi mühendislik kabiliyetleriyle uçak tasarlayabiliyorlar, uçuruyorlar, yolcu uçağı yapıyorlar, savaş uçağı yapıyorlar, uydu fırlatıyorlar. Sanayileşmeyi, katma değeri yüksek alanlarda kullanıyorlar.” END3-OSTİM

“Geçmiş güçlü olan ülkeler şu anda ileride olanlar. ... Birçok sanayi alanıyla benzerlik gösteriyor aslında. Havacılık ve uzayda ileri olan ülkeler, aslında temelde sanayide ileride olan ülkeler. ... Şu anda başarılı olma sebebi, çok önceden bu işlere başlamış olmaları aslında. ... Şu anda kullanılan teknolojileri geliştirmişler zamanında. ... Geldikleri nokta geçmişlerine dayanıyor.” END12-ROKETSAN

“Nasıl başarılı oldukları konusu derin bir konu ama temel olarak bir şey söylemek gerekirse sürekliliği sağlıyorlar derim. Bu işten vazgeçmiyorlar, başarısızlıktan yılmıyorlar, devam ediyorlar ve tecrübeye çok önem veriyorlar. Tecrübeyi tutuyor ve tecrübeyi yönetebiliyorlar.” END7-TUSAŞ

“Hintliler 1960’larda özellikle Rusya, İngiltere gibi ülkelerden sağladıkları temel bilgilerle çalışmaya başlamışlar ve bunu bırakmamışlar. Mesela Pakistan’a bakın, Türkiye’ye bakın; birçok eski oluşum var ama bunlar sekteye uğramış, durmuş, ilerlememiş. Hindistan’da bu bir şekilde durmamış ... Hindistan bunu bir şekilde ilerletmiş.” AKD3-İTÜ

“... şu anda dünyanın en hızlı uçan uçağı hipersonik hız dediğimiz 5 mach’la bir insansız hava aracı uçmuş ve 1963 yılında uçmuş. Hâlâ hipersonik teknolojiye ait dünyanın en gelişmiş verileri 1963 yılına ait; hâlâ bugün 2018’de Amerika bu verileri kullanarak o hızda bir yolcu uçağı veya savaş uçağı yapacaksa, o gün yaptığı araştırmaların meyvesini kullanıyor.” END4-TUSAŞ

¹⁶² Havacılık/uzay teknolojilerinin gelişmesinde sürekliliğin önemi, akademisyen katılımcıların yanı sıra endüstri katılımcıları tarafından da vurgulanmıştır. Bu durum, bilimsel bilginin üretilmesi ve çalışmaların birikimli olarak sürdürülmesinin, farklı katılımcı gruplarının hemfikir olduğu bir konu olduğunu göstermektedir.

Soğuk Savaş döneminde ABD ile Sovyetler Birliği arasındaki uzay yarışı, BT alanında önemli kazanımlar sağlayarak, üst düzey bir ilerleme getirmiştir. Bu süreçte üretilen teknik bilginin yayılması (transferi), diğer ülkelerin de benzer çalışmalar yapmasına katkıda bulunmuştur. Uluslararası rekabet, çatışma riski taşısa da dünyadaki havacılık/uzay çalışmalarına ilişkin bilgi birikiminin artmasını ve çeşitlenmesini teşvik etmiş ve dolayısıyla da bir sinerji yaratmıştır. Burada düzenli, sürekli ve yeterli kaynak aktarımıyla Ar-Ge çalışmalarının finanse edilmesi de önemli bir rekabet unsurudur. Sonuçta ülkeler havacılık ve uzay sanayinde, biriktirdikleri bilgi ve deneyimin derinliği ölçüsünde söz sahibi olabilmektedir.

4.2.3. Ekosistemin Kültürel Boyutu: Ekosistemin Aktörleri Arasındaki İşbirliği ve Etkileşimden Doğan Sinerji

Kültürel faktörler, ekosistemin toprağını besleyerek ya da kurak bırakarak, onun verimlilik düzeyini belirlemektedir. Özellikle toplumun benimsediği değerlere bakıldığında, bazı ülkelerin kültürel anlamda daha avantajlı olduğu görülmektedir. Örneğin, 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren bir ortak Avrupa anlayışı, hem Avrupa Araştırma Alanı (ERA) gibi düzenlemelerle (Savcı, 2011) hem de Avrupa coğrafyasında esnek işgücü hareketliliğini destekleyecek uygulamalarla (Ceylan Ataman, 2006) ortak bir kültürü görünür hale getirmektedir. Bu ortaklık anlayışı, katılımcılar tarafından da Concorde ve Airbus'ın kuruluşu, Manş Tüneli'nin inşası gibi işbirliği örnekleri üzerinden dile getirilmektedir.

AKD7 bu durumu *“Tabi havacılık pahalı bir alan. ... Küçük Avrupa ülkeleri de bu konuda özellikle Almanya, II. Dünya Savaşı sırasında çok ciddi başarı kaydetti ama havacılığın pahalı olmasından sonra onlar da şöyle bir stratejiye döndü. Tüm Avrupa olarak birlikte yapalım, Airbus'ın kurulumu, Avrupa Uzay Ajansı'nın kurulumu, bu da güzel bir strateji”* sözleriyle ele alırken, KMU1 Concorde uçağıyla örneklendirerek, Avrupa'nın kendi içinde işbirliği stratejisini göstermektedir:

“Airbus'ın doğuşu Concorde'ladır. ... Demişler ki, —Fransa ayrı tarafa çekiyor İngiltere ayrı tarafa çekiyor,— ‘ikimiz de gücüz, bizim bu uçağı birlikte yapmamız lazım yoksa birbirimizi yer bitiririz, pazarı böleriz. Zaten Amerika ayrı bir güç, o zaten bizi cebinden çıkarıyor bizim birlikte hareket etmemiz gerek’. Kararı vermişler ve bununla ilgili olarak da iş paylaşımları yapmışlar, katı iş paylaşımları. Biri olmadan diğerinin çalışamayacağı iş paylaşımları yapmışlar, aynı Manş Tüneli'ni yapar gibi. Manş tüneline iki taraftan başlamışlar ortada buluşmuşlar, hatta bunu bir yarışa çevirmişler. Concorde'da da benzer bir şey yapılmış, bir yarışa dönüşmüş kim daha önce yapacak kendi alt sistemini ve bu sayede sestten hızlı uçan, Amerika kıtasına Fransa'dan kalkıp 3,5 saatte varabilen bir uçak yapılmış. ... Kaza-kırımından sonra ... daha ömrü dolmayan uçakları mecburen kaldırdılar. Ama Airbus'ın doğmasına vesile olacak bir yatırım olarak çıktı karşılırlarına. ... Stratejik

olan, Concorde gibi mantıklarla, Airbus gibi mantıklarla vazgeçilmez işbirlikleri kurulduğunda, her iki ülke de birbirinden vazgeçemiyor. ... Böyle bir yapıya büründürüp, ülkelerin birbirinden vazgeçemediği yapılar kurmak gerekiyor.” K MU1-SSB

Havacılık ve uzay sanayinin pahalı olması, teknolojilerinin de ileri düzeyde ve karmaşık bir yapıda olmasından dolayı, buradaki strateji ve uygulamalar **işbirliği kültürüyle** şekillenmektedir. Bu işbirliği anlayışı, sadece Avrupa coğrafyasında değil, bu konularda faaliyetlerini sürdüren her yerde gözlenmektedir. Havacılık ve uzay ile ilgili hemen tüm konularda (ör. akademik, bilimsel, teknolojik, endüstriyel) ulusal ve/veya uluslararası ortak çalışmaların varlığı dikkat çekmektedir:

“Uzay sektörü pahalı bir sektör, hiçbir ülke aslında tek başına girmiyor birçok projeye. Mesela Ay’a gidecek, NASA şimdi yeniden Ay’a mission başlattı, işte dedi ki ‘işbirliği yapacağım’. Çünkü pahalı projeler. Pahalı projelerde de hem riski azaltmış oluyorsunuz bölerek [hem] bütçesi açısından da daha mantıklı hale geliyor, yüksek bütçeli olduğu için.” K MU10-TÜBİTAK UZAY

“... havacılık/uzay dediğinizde zaten çok ağır teknolojiler çok zor teknolojiler ve mutlaka uluslararası işbirliği gerektiren, tek başına yapamayacağımız” AKD3-İTÜ

“Seattle’da küçük bir şirket var Electroimpact, 500 mühendis çalışıyor burada. Şirket Boeing’e ‘sizin ihtiyacınızı ben karşılarım’ diyor, ortak bir tezgâhları oluyor. Şirket ihtiyacı karşılıyor üretim gerçekleştiriyor, üretim gerçekleştikten sonra Boeing şirkete ortak oluyor.” END6-ASELSAN

Bu örnekler, ulusal ve uluslararası aktörler arasındaki görev paylaşımının, verimli bir havacılık ve uzay ekosistemi yaratmadaki önemine işaret etmektedir. Görüldüğü gibi, havacılık/uzay alanındaki çalışmaların yüksek maliyetli olması ülkelerin bu alanda yürütecekleri çalışmalarda işbirliği kurma yoluna gitmelerinin önemli bir gerekçesini oluşturmaktadır.

Her ne kadar maliyetler işbirliğini zorunlu kılmaktaysa da esasen bu işbirlikleri önemli bir öğrenme sürecini içermektedir. Burada karşılıklı bir öğrenme yaşanmakta ve sonuç itibarıyla, işbirliği içindeki tüm ülkelerin ulusal ve/veya sanayiye özgü teknoloji hafızasına katkı sağlanmaktadır. Dolayısıyla hangi gerekçeyle gerçekleşirse gerçekleşsin, işbirliğinin bir ülkedeki STI ekosisteminin gelişmesini desteklediği görülmektedir.

Ekosistemde aktörler arasındaki etkileşimden doğan sinerji önem taşımakla birlikte, sistem bilinciyle yaklaşarak, her bir aktörün sistemdeki rolünün belirlenmesi de önemli görülmektedir. Bilindiği gibi ekosistemin ana aktörleri, ilgili kamu kurum ve kuruluşları (devlet), havacılık ve uzay sanayinde faaliyette olan firmalar (sanayi/özel sektör) ile üniversitelerdir. Yine daha önce değinildiği gibi, STK’lar da ekosistemin önemli bir aktörü olarak kabul edilmektedir.

Ekosistemde **devletin rolü** daha çok yeniliğin teşvik ve koordine edilmesi bağlamında tanımlanmaktadır. AKD11 yukarıda ekosistem vurgusu yaptığı değerlendirmesinde (bkz. s.176) söz konusu yenilik doğurucu iklimin oluşturulmasında sorumluluğun devlette olduğunu ifade etmiştir. Benzer şekilde END4 de devletin stratejiyi belirlediğine işaret etmektedir:

“... [Başarılı ülkelerde] stratejiyi **devlet**, ... hedef olarak koyuyor bütün sanayiyle paylaşıyor, onlarla konferanslar yapıyor, yol haritasını gösteriyor, kendi ihtiyaçlarını tanımlıyor. Çok iyi ortak çalışmalar var. Kimi zaman projelerin içinde birebir yer alıp, projenin paydaşı haline geliyor. Ordu personelleri projelerin isteklerini yönlendirmede çok devreye giriyor.” END4-TUSAŞ

END4, başarıyı getiren faktörler arasında **sanayinin rolünü** de öne çıkarmaktadır. Katılımcı, ülkelerin başarısını, sanayinin Ar-Ge çalışmalarını ‘kendi öz kaynaklarıyla finanse etmesi’ne bağlamaktadır:

“Yani şirket de kendine bir vizyon çizecek devlet de kendine bir vizyon çizecek devlet ana çatıyı oluşturduktan sonra şirketler de o yoldan devam edip vizyonu artıracaklar. ...Dünyanın en büyük dev şirketleri bunu yapıyorlar. Kendi büyüme devamlılıklarını sağlayacak, kolaya kaçmayan Ar-Ge yatırımlarını büyük tutuyorlar. Büyük şirketlerde yüzde 10-15 oranda cironun Ar-Ge’ye dönüştüğünü gördüğümüz yerler var. ... **Devletten** destekli sürekli Ar-Ge olmaz, biraz da şirket vizyonu olacak, şirket yatırımı olacak, şirket potansiyel sağlayacak. Biraz başarıyı buna bağlıyorum yani.” END4-TUSAŞ

END4’ün “*devletten destekli sürekli Ar-Ge olmaz*” ifadesinin arka planında, başarılı ülkelerde devletin Ar-Ge araştırmalarında ivme yaratıcı, teşvik edici rolü ile sonrasında bu rolün sanayinin aktörleri tarafından devralınarak sürdürülmesi gerektiği yer almaktadır.

Aktörler arasındaki sinerji, AKD11 tarafından sanayi ve **üniversitenin** eşgüdümünün sağlanması üzerinden, usta-çırak ilişkisi örneğiyle ele alınmaktadır. Katılımcı aynı zamanda ekosistemin verimliliğini, bir bütün halinde eğitim sisteminin başarısıyla ilişkilendirmektedir:

“Şimdi uçak mühendisliği eğitimi, uçak mühendisliği usta-çırak ilişkisinde olduğu için zaten bu konuda eğitimi iyi olan ülkelerde [başarılı ülkelerde], uçak üretimi ve tasarımı var. Uçak üretimi ve tasarımı olduğu için eğitimi de iyi. Ama dikkat ederseniz zaten bu ülkelerde sadece uçak değil, uçak yapan ülkelerde eğitim genelde iyi. Zaten eğitimleri iyi oldukları için ileri teknolojide ürün üretebiliyorlar.” AKD11-ESTÜ

Ayrıca, verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine sahip olmayı başaran ülkelerde Ar-Ge’nin nerede yapıldığı değil, ‘yeniliğin kendisi’nin önemli görüldüğüne ilişkin değerlendirmesi de dikkat çekmektedir. Katılımcı bu ülkelerdeki teknoparkların nasıl bir düşünceyle kurulduğunu ve işlediğini Almanya örneğiyle açıklamış ve işleyişte, yerel yönetimlerin rolünü vurgulamıştır:

“Çok isterim ki gerçek bir Ar-Ge merkezini görmek için bu insanları birkaç yere götüreyim. Bir tanesi terk edilmiş eski bir 19. yüzyıl fabrikası ... Daimler’in eski bir fabrikasına el koymuş bir belediye ve burayı fikri olanlara açmış. Yer şap, II. Dünya Savaşı’ndaki bomba izlerini bile silmemişler; sadece

diyor ‘burada yaşam koşullarını sağlayan bir ısı ve ücretsiz elektronik altyapı veriyorum isteyen istediğini yapın’.” AKD11-ESTÜ

Bu ifadede öne çıkan iki konu bulunmaktadır. Bunların ilki, başarılı ülkelerde Ar-Ge’nin yapıldığı mekânın değil faaliyetin ‘kendisinin’ önemli olmasına yapılan vurgu, başka bir deyişle, Ar-Ge anlayışının/kültürünün varlığı iken ikincisi, yerel yönetimin Ar-Ge faaliyetlerinde sorumluluk üstlenmesidir. Bu da yenilik sisteminde giderek **yerel yönetimlerin** öne çıkması, hatta üçlü sarmala **STK’ların** dördüncü aktör olarak eklenmesini desteklemektedir. Başarılı ülke örneklerinden hareketle, sarmal modelini işaret eden END3 tüm aktörlerin yer aldığı bu ekosistemi, “... *üniversite, sanayi ve kamu[nun] ... konuşma dili kümelenme*” diyerek tarif etmekte ve bunların birbiriyle etkileşiminde “*üniversitenin, sanayinin, araştırma kurumunun, destekleyici kuruluşların, sivil toplumun beraber oturup çözüm ürettiği mekânlar ve oluşumlar*”ın önemine dikkat çekmektedir.

Bir diğer önemli kültürel unsur; başarılı ülkelerde, kişilerin **düşüncelerin serbestçe ifade edilebilmesine dayanan** bir anlayışın var olmasıdır. Bu doğrultuda, kişilerin değil benimsenen vizyon ve hedeflerin ön planda olduğu, özellikle yeni fikirler, süreçler ve ürünlere yönelik gelişmeye açık bir ekosistemin başarıdaki rolü öne çıkarılmaktadır. AKD2 bu durumu, ABD örneği üzerinden ifade etmektedir:

“... Onun [Amerika’nın] tabii avantajı şu, hiç kimse orda birbirini ‘sen şusun’ diye küçük göremiyor, çünkü herkes şu, ... herkes bir yerden gitmiş oraya. ... O yüzden kimse kimseye ‘ben gerçek Amerikalıyım sen değilsin’ diyemiyor. Bu da aslında fikirlerin daha objektif olarak değerlendirilmesini sağlıyor.” AKD2-Sabancı Ü.

Farklı düşüncelere sahip kişilerin fikirlerini özgürce ifade ettiği bir **çoğulcu (plüralist) anlayışa sahip olma**, birlikte iş yapma kültürünü beslemekte ve havacılık ve uzay ekosisteminin başarısında öne çıkmaktadır. Farklı düşünen kişilerden oluşan çalışma gruplarının önemi katılımcılar tarafından özellikle ‘bir arada düşünme’ ve ‘farklı düşünceleri sentezleyebilme’ konuları vurgusuyla öne çıkarılmaktadır:

“Toplu olarak düşünme ... mesela beyin fırtınası yapıp fikir almak neden önemli? Herkes farklı bir yönünden bir şeyi öğrendiği noktadan fikir ortaya atabilirse, orda daha fazla fikir çarpıştırıp daha iyi bir çözüm bulabilirsiniz. Mesela ESA’nın [Avrupa Uzay Ajansı] bir şeyi vardı, bir gezegene gideceğiz mesela o gezegene gitmek için optimum yol nedir? İnsanlara oyun yaptılar bunun için deney amaçlı; en az sürede kim gidecek, yarıştıran böyle. Ne oluyor, o kadar çok deneme oluyor ki, oyunu oynayanlar onun üzerinden bir bilgi üretiyor, veri seti çıkartıyor ortaya. Kolektif bir şey sağlanmış oluyor, insanın kaynağını kullanmak işte burda mesela.” KMU3-TÜBİTAK Uzay

“Kendi gidip kâğıtta yazmış yazmış bana getirmiş; dünyanın en iyi hesabını getirsin, onu kendine itiraz eden adama yan yana koyduğun zaman çalışmıyor, üretmiyor. [Oysa başarılı ülkelerde] argüe etmeye, bir şeyi tartışmaya, tartışmadan bir iyilik bulmaya veya optimize etmeye [bir yol bulabiliyor].” END4-TUSAŞ

END4'ün iddiası, katı yönetim anlayışına sahip ülkelerde çok geçerli gibi görünmese de her ülke kendine özgü bir şekilde çoğulculuğu, farklı düşüncelerden yeniliğe erişmeyi sağlayacak mekanizmalara sahiptir. Örneğin Çin, Rusya gibi ülkelerin rekabet üstünlüğü sağlayacak her türlü girişimi ödüllendirdiği ve desteklediği, bu yolla da üstün başarıya ulaştığı bilinmektedir.¹⁶³

Havacılık ve uzay ekosisteminin başarısını sağlayan bilginin üretilmesinde, hata ve deneme-yanılma kültürünün varlığı da yararlıdır. Örneğin yapılan hatanın çözüm arayışı, hem öğrenme hem bilgi üretme aracı olarak önem taşımaktadır:

“Dünya nasıl bilgi üretiyor, yaptığı işlerle üretiyor. Bilginin çoğunu yaptığı hatalarla oluşturuyor, hataları düzeltmekle. Bizim gibi ülkelerde hataya izin verilmiyor. Yani hata yapmayacaksanız, bir şey yapmıyorsunuz. O zaman hazır alıyorsunuz.” AKD3-İTÜ

“... Bu da bir kültür meselesi. O gün beş kere uçmuş beş kere düşmüş bir uçak, çok kıymetli beş veri sağlamış durumda. Onun daha ileri teknolojilerde bugün bu yatırımda kullanabiliyorlar.” END4-TUSAŞ

Kültüre ilişkin dikkat çeken değerlendirmelerden biri de **ülkelerin kişisel gelir seviyesi ve hukuksal yapısı** üzerinden yapılmıştır. Hukuk sisteminin, havacılığın gelişmesine uyum ve olanak sağlayacak esneklikte olmasının önemini, AKD11 ile AKD7 dile getirmektedir:

“Birçok gelişmiş ülkede 25 bin feet'in altı [yasal düzenlemelerle] serbest [bırakılmıştır], isteyen istediği gibi uçağını yapar ve uçurur kimse karışmaz.” AKD11-ESTÜ

“Yani bir insanın amatör havacı olabilmesi için, havacılığı bir hobi olarak en basitinde yapabilmesi için belli bir gelir seviyesine ihtiyacı var. ... Bir ikinci yönü de benim duyduğum, gözlemlediğim, bu işi hobi olarak yapmanın hukuki altyapısı var Amerika veya Avrupa'da bu Visual Flight Rules dediğimiz olay daha esnek diye biliyorum. ... Ama bence en önemlisi bunun tabii gelir. Gelir arttıkça, insanların havacılığa gücü yettikçe, bu kültür daha çabuk oturur.” AKD7-PM

AKD7'nin kişisel gelir artışıyla yerleşeceğini ifade ettiği havacılık kültürü, Ortadoğu coğrafyasının petrol zengini ülkelerinin havacılık ve uzay sanayi ekosisteminde karşılık bulmamaktadır. Bu durum, havacılık ve uzay sanayi ekosisteminde verimliliğin sağlanmasında başka etmenlerin varlığına ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Katılımcılar; eğitim, usta-çırak ilişkisi, Ar-Ge çalışmaları yapılması, strateji geliştirilmesi gibi farklı konulardaki görüşlerini kültürle ilişkilendirmektedir. Burada sıralanan her bir unsur, ülkelerin başarısının ve/veya başarıya yatkınlığının değerlendirilmesinde kullanılabilir. Bu etmenler güçlüyse, bir ülkenin havacılık ve uzay sanayi ekosistemi başarıya yatkındır. Etmenlerin zayıf olması halinde ise havacılık ve uzay sanayi ekosistemi daha kurak, verimsiz kalmaktadır.

¹⁶³ BT'nin gelişmesine yönelik çalışmaları teşvik eden ödüllere Rusya'da “*The Scopus Award*”, Çin'de “*The National Science and Technology Award*” örnek gösterilebilir.

4.2.4. Ekosistemin Temel Dinamiği: Nitelikli Teknik İşgücü

Havacılık ve uzay sanayinin aktörleri arasında kurulacak ilişkilerin sağlıklı olması, bu aktörleri temsil eden uzman ve profesyoneller ve/veya bu aktörler bünyesinde çalışan her düzeydeki teknik işgücünün sahip olduğu bilgi ve beceri ile doğrudan ilişkilidir. Nitelikli bir işgücünün yetiştirilmesi de sadece MTE'nin değil eğitimin tüm kademelerinin konusudur. END2 bu durumu Rusya örneği ile ifade etmektedir:

“Bir gün bir Rusla konuşurken demiştim ki ‘siz çocuklarınıza sadece bale ve piyanoyu mu öğretiyorsunuz?’ O da bana dedi ki ‘biz böylelikle çocuklarımıza denge ve matematik öğretiyoruz.’ ... Denge de sadece fiziksel denge değil, zihinsel olarak da dengeyi öğretiyorlar. Sonra da mühendisler, matematikçiler çıkıyor ülkeden.” END2-Kale Havacılık

Bu noktada, nitelikli teknik işgücünün yetiştirildiği eğitim öne çıkmaktadır. Katılımcılar (8/34), havacılık ve uzay sanayinde yol almış, ürün ve teknoloji geliştirmiş ülkelerin, bu alandaki eğitimde de başarılı olduğu yönünde bir değerlendirme yapmıştır:

“İşi yapan ülkenin eğitimi öndedir. Burada kimler üretim yapıyor Amerika, Rusya, Avrupa, Japonya, Hindistan, Çin. O zaman bunların eğitimi öndedir.” AKD1-İTÜ

“Havacılık ve uzay eğitiminde öne çıkan ülkeler yine bu alandaki en iyi ülkeler. ... ABD, İngiltere, Fransa, Almanya gibi ülkeler var.” AKD6-AYBÜ

“Sonuçtan sebebe varırsak, hangi ülkeler ürün olarak bu teknolojilerde en başarılıysa, belki onların eğitiminin de o kadar iyi olduğunu varsayabiliriz.” AKD10-ODTÜ

“... Rusya'nın nasıl bir eğitimi olduğu konusunda çok fazla bir fikrim olmadı. Ama teknolojiye çok ileride olduklarına göre ... eğitimlerinin de iyi olduğunu düşünüyorum.” AKD8-THKÜ

Burada katılımcıların eğitime ilişkin detaylı bilgi vermek yerine daha genel ifadeler kullandığı görülmektedir. Yapılan değerlendirmeler göz önünde bulundurulduğunda, bir ülkenin imalât ve tasarımdaki başarısının, katılımcılar tarafından söz konusu ülkedeki eğitimin kalitesinin bir göstergesi olarak anlaşıldığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Havacılık ve uzay sanayinde mevcut imalât, tasarım ve test süreçlerinde kullanılan araç-gereçler ile uygulanan tekniklere entegre olacak ve bu alanlarda meydana gelen/gelecek yenilikleri takip edebilecek nitelikli teknik işgücünün eğitiminde katılımcılar tarafından (13/34) en öne çıkan konu, **eğitim ile uygulama ortamının birleştirilmesidir**. Örneğin END9 bunu, teknik işgücünün becerisinin gelişmesinde önemli bir yere koymaktadır.

Katılımcı, tasarım ve üretim alanlarının bütünleştirilmesine vurgu yapmaktadır:

“Amerikan akımında, gerçek şu: ... Tasarımcı olan adam oturuyor, uçak hemen yanında. Oradaki bir sorunu gördü mü, hemen orada düzeltiyor, gidiyor üretime. Üretimde o parçayı ürettiriyor, geliyor oraya takıyor. Bu süreç, bu iş mükemmelleşene kadar devam ediyor. ... Amerikalının başarılı olmasının sebebi, yapıp, deneyip, tekrar denemesi.” END9-Numaş

“Bu adamlar bizim gibi yüz bin defa düşünüp bir defa deney yapmıyorlar, bir düşünüp bir deney yapıyorlar. O da başarıyı getirdi.” AKD9-THKÜ

Bu bütünleşik yapıda, yalnızca uygulamalı eğitim olanaklarının sağlanması değil, eğitim kurumları ile sanayi arasında işbirliği ve daha da önemlisi **birlikteliğe dayanan bilgi üretme süreçlerinin yaratılması** önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin AKD6'nın AMRC üzerinden verdiği örnek, bu bütünleşik yapının, havacılık ve uzay sanayinin gelişmesindeki yerini açıkça göstermektedir. Aşağıda bu konudaki değerlendirmeler arasından öne çıkanlar sıralanmaktadır:

“Bu ülkelerde ... üniversiteler var, ilgili bölümler var, ama bölümler dışında da training centre'lar (eğitim merkezleri) var. Mesela İngiltere'de Boeing'in Rolls Royce ile birlikte kurduğu, AMRC [Advanced Manufacturing Research Centre] var, Sheffield'da [Üniversitesi].” AKD6-AYBÜ

“Üniversiteleri çok verimli kullanıyorlar. Yani alt teknolojileri üniversitelerde geliştirtip bunları sonra ürünlere uygulamak gibi birçok örnekleri var. ... Tabii bunun yanında bütçeleri de önemli. Çok ciddi kaynak da ayırabiliyorlar, araştırma merkezleri kurabiliyorlar.” END12-ROKETSAN

“Eğitim anlamında Fransa olabilir. ... Nantes Üniversitesi'nin Airbus'la birlikte çok büyük bir araştırma merkezi var. İtalya olabilir, orda çünkü helikopter yapan mesela Agusta Westland gibi markalar var. Onların etrafında işte Politecnico di Milano gibi üniversiteleri var, gerçekten iyi bu konuda.” AKD2-Sabancı Ü.

“Fraunhofer Enstitüsü var mesela ... on-demand science yapan, on-demand research yapan bir kuruluş. Finansmanı, research'ü ondan talep eden firmalardan, hükümetten gelip, günün sonunda gerçekten ürüne dönüşecek olan teknolojiyi araştıran şeyler ortaya koyan noktadalar.” END9-Numaş

Görüldüğü üzere, ülkelerin eğitiminin başarısında imalât kabiliyeti ile sanayi-üniversite işbirliğinin önemine vurgu yapılmaktadır. Dolayısıyla havacılık/uzay teknolojileri eğitiminde, sanayi ile işbirliği hatta bütünleşik bir eğitim ve araştırma ortamının sağlanması gerekliliği ön plana çıkarılmaktadır. Başarılı bir havacılık ve uzay sanayine sahip olan ülkelerin hemen hepsi farklı bir eğitim modeline sahip olsalar da (bkz. Bölüm 2) bu ülkelerde **hedefe yönelik bir eğitim plânlaması yapılması** başarıyı beraberinde getirmektedir:

“Bahsettiğimiz ülkelerin aslında çok farklı eğitim modelleri var. O yüzden bir eğitim modeliyle başarılı olabildiklerini düşünmüyorum açıkçası. ... kendi içlerinde hep hedefe yönelik bir eğitim modeli var. İşin sonunda ne yapacağını biliyor, işin sonunda neye katkıda bulunacağını biliyor öğrenci.” AKD2-Sabancı Ü.

AKD2'nin bu değerlendirmesi, KMU4'ün Hollanda örneğiyle birebir örtüşmektedir. Katılımcı, Delft Üniversitesi'nde yapılan doktora tez çalışmalarının neredeyse tamamının uygulamada bir karşılığının olduğunu vurgulamaktadır:

“Hollanda'nın sistemi olağanüstü, örnek alınması lazım. ... Delft Üniversitesi'nin bir havacılık bölümü var, şimdi onun sayfalarına girelim spinoff'ların listesi var. Aşağı yukarı her doktora tezi bir spinoff olmuş, mucize gibi bir şey. Şimdi nasıl başarıyorlar? Bu bölümün küçük firmalarla, küçük firmaların biraz daha büyüklerle, onların ulusal ajansla ve Avrupa Uzay Ajansı'yla böyle bir silsile halinde ilişkisi var. O doktora tezine çocuk başladığı zaman zaten şey biliniyor, o bittiği zaman sonuçta ne çıkacak, o nasıl bir sistemin içine girecek, ona niye ihtiyaç var, kimin ihtiyacı var. Dolayısıyla bitirir bitirmez, küçük bir şirket kurup onun üretimine geçiyor ve işte zaten onu bekleyen, plânlanmış olan bir firma onu ticarileştiriyor. Böyle bir zincir kurulmuş.” KMU4-TÜBİTAK UZAY

“Havacılık alanında düşündüğümüz zaman, lisans sonrası eğitime önem vermeleri. İşi sadece lisans eğitimi olarak almayıp lisans sonrasına ciddi yatırım yapmaları. Araştırma ve geliştirmeye ciddi yatırım yapmaları bu ülkelerin ileride olmasının sebebi. ... Bir araştırma **ekosistemi** kurabilmış olmaları ve bunu da sanayiyle bağlayabilmiş olmaları, tekrar etmek istiyorum bunu. Çünkü mühendislik teknik bir alan, pratik bir alan. ... illa ki bir pratik karşılığı olması lazım. Başarılı olmalarının sebebi bu, lisans sonrası eğitime çok önem verip, lisans sonrası eğitimi sanayiyle çok güzel ilişkilendirebilmeleri.” AKD7-PM

Eğitimle ilgili önemli bir diğer değerlendirme, ülkelerin başarılarında da öne çıkarılan ve sistematik bakabilmeyi sağlayan disiplinlerarası bilgiye sahip olmanın vurgulanması üzerinedir:

“Hani model olarak da en güzel verebileceğim örnek, Uluslararası Uzay Üniversitesi’nin yaz programları, sanıyorum 2 ay kadar sürüyor. Yani işin her yönüyle ilgili, her disiplinden insan kabul ediyorlar; ekonomik tarafı, teknik tarafı, riski, politikası hepsiyle ilgili belli bilgiler veriyorlar, proje yapıyorlar, uzay tesislerini gezdiriyorlar falan böyle insanların getirdiği ... elektronikçiyim, makinacıyım, hukukçuyum gibi bilgileri bir potada eritiyorlar.” KMU4-TÜBİTAK UZAY

Katılımcıların eğitim hakkındaki değerlendirmelerinde 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasında örnek model olarak giderek yaygınlaşan FeTeMM Eğitimi’ne gönderme **yapmamış** olmaları dikkat çekmektedir. Doğrudan gönderme yapmamış olsalar da yaptıkları ‘temel bilim araştırmalarının önemli olması’, ‘bilgilerin bir potada eritilmesi’, ‘sorunlara birlikte çözüm bulunması’, ‘ekosistem’ ve ‘disiplinlerarasılık’ vurguları düşünüldüğünde, katılımcıların yanıtlarında gömülü bir FeTeMM Eğitimi anlayışının var olduğunu söylemek mümkündür. Havacılık ve uzay sanayi ile havacılık/uzay teknolojileri eğitiminin (araştırmasının) **iç içe** bir yapıda olması, eğitim konusunu verimli bir ekosistem oluşturmada ön planda tutmaktadır. Katılımcıların, nitelikli insan kaynağı olmaması halinde, sağlıklı işleyecek bir ekosistemin kurulmasının mümkün olmadığı yönündeki değerlendirmeleri bu anlamda önemli görülmektedir. Bununla birlikte, eğitim ve uygulama alanlarının simbiyozundan doğan olumlu etki de göz önünde bulundurulmalıdır.

Ülke değerlendirmelerinin üzerine, Türkiye’nin bu ülkeler arasında nerede olduğu sorusu önem kazanmaktadır. Bilindiği gibi Türkiye, havacılık/uzay çalışmalarında iki büyük dönüm noktası yaşamıştır (bkz. Bölüm 1.3.2.). Aşağıda öncelikle katılımcıların değerlendirmeleri ışığında ortaya çıkan **Türkiye imalât sanayi ekosisteminin özellikleri** sıralanmıştır. Ardından **THUS ekosisteminin** tarihi, mevcut durumu, geleceği ve ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün nasıl yetiştirileceği, teknolojik dönüşüme uyum kavramı etrafında ele alınmış, araştırma verileriyle desteklenerek bulgulara dönüştürülmüş ve değerlendirilmiştir.

4.3. Katılımcıların Türkiye’de Teknolojik Dönüşüm ve İmalât Sanayi Ekosistemi Konusundaki Değerlendirmeleri

Katılımcılar (27/34) Türkiye’de teknolojik dönüşüm meselesini ‘bir uyum süreci’ olarak nitelendirmişler ve genel bir yaklaşımla, Türkiye imalât sanayi ekosisteminin özellikleri bakımından tartışmışlardır. Türkiye’nin —tabir yerindeyse— teknoloji ile sınavı üzerine değerlendirmeler, imalât sanayi ekosisteminin hem yaşanan teknolojik dönüşüme uyumluluğunu hem de geçmiş sanayi devrimlerine yetişme tartışmalarını içermektedir.

Bu bölümde, katılımcıların yanıtlarından süzülerek oluşturulan **Türkiye imalât sanayi ekosisteminin genel özelliklerine** yer verilmesinin gerekçesi, havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin, bu genel ekosistemin bir alt sistemi olması ve dolayısıyla bu genel sistemin özelliklerini büyük ölçüde taşımasıdır. Ayrıca ele alınan bulguların, havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin aktörleri arasında sürdürülebilir, üretken bir etkileşimin oluşturulmasına yönelik önerilen modelin uygulanabilirliğine katkı sağlaması da beklenmektedir. Bu beklenti, bu bölümde yapılması hedeflenen durum tespitine daha fazla önem kazandırmaktadır.

Katılımcılardan elde edilen tüm veriler incelendiğinde, THUS'un da içinde yer aldığı Türkiye imalât sanayi ekosisteminin 11 özelliğine vurgu yapıldığı ortaya çıkmaktadır. Bunlar okuyucunun izleği takip edebilmesini kolaylaştırmak bakımından aşağıda sıralanmakta ve her bir özellik, veriler eşliğinde yorumlanmaktadır. Bu açıklamadan sonra, katılımcıların THUS ekosistemiyle ilgili değerlendirmelerine geçilmektedir.

4.3.1. ‘Geç Kalmışlık-Yakalamışlık’ Tartışmaları

Dünyada bilimin ve teknolojik dönüşümün izlediği yol ile Türkiye’nin ‘BT patikası’ farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle ekosistem **geç kalmışlık-yakalamışlık tartışması** ile karakterize olmaktadır. 17. yüzyılda yaşanan Bilimsel Devrim’e geç kalmış olmanın ortaya çıkardığı eksiklik, daha sonraki bilimsel ve endüstriyel devrimleri yakalamada da zafiyet yaratırken, bu zafiyet, gelecek kuşaklara bir zihniyet sorunu olarak yansımıştır. BT’nin ‘takip edilmesine’ yönelik iyi niyetli çabalara rağmen, bu zihniyet engeli aşılamamıştır.

Dünyada hali hazırda ulaşılmış olan teknoloji seviyesini ‘yakalama’ çabasının, Türkiye imalât sanayi ekosisteminin en belirgin özelliği olduğunu söylemek mümkündür. Bu yakalama çabasına dair katılımcılar tarafından (27/34) yapılan değerlendirmeler üç grupta

toplanmaktadır. Bunların ilki (8/34), bilimsel ve teknolojik dönüşümde geç kalmışlık savını ileri sürerek olumsuz bir değerlendirme yapmaktadır. Bu grupta, akademisyenlerin (5/12) ağırlığı görülmektedir. Kamu katılımcıları (2/10) ile endüstri katılımcıları (1/12) bu konu üzerinde yoğunlaşmamıştır. Teknolojik dönüşüme uyum konusunda katılımcılar arasında en fazla olumsuz değerlendirme, akademisyen katılımcılardan gelmiştir. Olumsuz değerlendirmelerin genellikle ‘teknolojik dönüşüme yüzeysel yaklaşım’ ve ‘geç kalmışlığın olumsuz etkisi’ bağlamında şekillendiği görülmektedir. Burada KMU8 ile AKD10’un neredeyse birbiriyle aynı olan ve **önceki devrimleri kaçırmış olma** durumuna dayanan açıklamalarının vurgulanması, her iki katılımcı grubunun yanıtlarının tutarlığına da bir örnek teşkil ettiğinden önemli görülmektedir:

“Biz ikiyi, üçü çok fazla özümseyebilmiş değiliz. ... Yani şimdi biz 4.0’ı tartışıyoruz 5.0’ı da tartışırız herhalde böyle. ... Bizim bir öncekileri içselleştirmemiz lazım. İçselleştirmesek 5.0’ı da böyle tartışırız.” KMU8-SSB

“Endüstri 4.0 yine potansiyel olarak kültürümüzü, iş yapma süreçlerimizi, değerlendirme süreçlerimizi, ... değiştirmedığımız sürece yine bir hayal kırıklığı olarak kalacak. Diğer endüstri devrimlerini de çok da yakalamış değiliz. ... Yani üçüncüyü de kaçırmış bir ülke olarak, dördüncüden de çok ümitli değilim açıkçası.” AKD10-ODTÜ

Görüldüğü gibi katılımcılar, Türkiye’nin teknolojik dönüşümleri ‘yakalaması’ hakkında iyimser bir bakış açısına sahip değildir. Benzer bir eğilimde olan ve Türkiye’nin teknolojik dönüşüme uyum kabiliyetini ‘iyi değerlendirmeyen’ AKD7’nin açıklaması, ‘adalet sistemindeki yavaşlık ve çarpıklıklar’ ile ‘eğitime, bilime uzak olan insanları kayıran bir popülizmin varlığı’ konularının, teknolojik dönüşümlere uyumda ‘handikap yaratan’ etkisine dikkat çekmektedir:

“Endüstri 4.0’da Türkiye’nin potansiyelini pek iyi değerlendirmiyorum. Çabuk, kolay uyum sağlayabileceğimizi [de] düşünmüyorum. Çünkü nihayetinde insan gücünden daha çok teknik, bilgisayar, otomasyona bir dönüş süreci var. ... [Ayrıca] Türkiye’nin genel adalet sistemindeki yavaşlıklar, çarpıklıklar, yeni oluşacak mesela otomasyon konusunda çıkacak hukuki problemlere ne kadar çabuk çözüm bulabileceği bunların engel teşkil edeceğini düşünüyorum. ... [Ek olarak] Türkiye’de ciddi bir popülizm olduğunu görüyorum. Gelişmiş ülkeler[in] çok daha üzerinde. Bu popülizmin de daha çok eğitime, bilime uzak olan insanları kayırdığını düşünüyorum dolayısıyla bu[nlar] da bence Endüstri 4.0’a geçmekte bir engel.” AKD7-PM

Türkiye imalât sanayinin teknolojik yeniliklere uyumluluğunu çoğu endüstri katılımcısı olumlu değerlendirse de tüm katılımcılar arasında bu uyum kabiliyetine ilişkin **en olumsuz** değerlendirme de yine bir endüstri katılımcısından (END10) gelmiştir:

“Türkiye bu konuda bir standart oluşturmadı, oluşmuş hiçbir standarda girmedi ve bilgi erişimini güvenlik sebebiyle kontrol etmeye çalıştığı için birçok yabancı firma da Türkiye’ye Endüstri 4[.0] uçlarını açmıyor. Bu sebepten dolayı Türkiye’yi Endüstri 4.0 seviyesine çok yetersiz, geri kalmış ve anlamamış olarak görüyorum.” END10-Delta Havacılık

İkinci grup (9/34), iyimser bir bakışla, Türkiye'nin teknolojik dönüşümü yakaladığını ileri sürmektedir. En olumlu bakanlar içinde, endüstri katılımcıları (7/12) dikkat çekmektedir. Katılımcıların bu olumlu yaklaşımı, fiilen havacılık ve uzay sanayi sektöründe teknoloji, platform ve alt/ana sistem geliştirmede deneyim ve başarı kazanmış firmalarda çalışmalarını ile bu firmaların, malzeme ve yarı mamul üretimde uzmanlaşmış olmalarıyla ilişkilendirilebilir. Başka bir deyişle endüstri katılımcılarının değerlendirmeleri, imalat süreçlerinde ileri teknolojiyi hali hazırda kullanmanın olumlu etkisini yansıtmaktadır. Bu katılımcılar, 'güçlü bir üretim ve telekom altyapısı', 'yenilikçi teknolojileri takip etme' ve fabrika sistemlerinde kurulu olan 'akıllı-robotik yapılanma' konularını öne çıkararak argümanlarını desteklemektedir:

"... altyapı anlamında, güçlü bir telekom altyapımız var. ... Türkiye'deki 4,5G ve 5G gibi iletişim kanallarının son derece açık olması, yenilikçi teknolojiyi takip etmemiz Endüstri 4.0 anlamında bizi güçlendiriyor. END1-ROKETSAN

"Türkiye üretim konusunda bilgi ve beceri olarak son derece gelişmiş ve gelişmiş ülkelerin dilini konuşabilen, üretim dilini konuşabilen ve o nitelikte parça, ürün, makina yapabilen bir kapasiteye sahip. ... Şu anda Türkiye'nin üretim gücü, teknik gücü hiç hafife alınmaması gerekecek bir düzeyde. ... Bütün uluslararası platformlarda rekabet edebilecek ürünler üretebiliyoruz." END3-OSTİM

"Potansiyel var mı var. Çünkü bu akıllı yapılanma, yani robotik yapılanma Türkiye'de çoktan kurulmuş durumda." END4-TUSAŞ

"Türkiye özellikle otomotiv sektörünün gelişmesiyle, belli bir seviyede ve belli sektörlerde bu sanayi devrimlerini yakaladı aslında. İşgücü olarak da özellikle yeni neslin iş hayatına adaptasyonu ile beraber, Endüstri 4.0'ın belli temel şartlarına aslında mantalite olarak da yaklaşıyor Türkiye'nin özellikle mühendislik alanında çalışan yeni işgücü. Bu kapsamda zor olmayacağını düşünüyorum açıkçası." END12-ROKETSAN

Üçüncü grup ise (10/34), böyle bir ayrıma gitmenin doğru olmadığını, teknolojik dönüşümde parçalı bir yapının gözlemlendiğini belirtmektedir. Akademisyen katılımcıların 6'sı, kamu katılımcılarının 3'ü, endüstri katılımcılarının 1'i Türkiye'nin teknolojik dönüşüme uyumluluğunu hem olumlu hem olumsuz özellikleri bağlamında değerlendirmektedir:

"Benim düşüncem ilerlemenin biraz yavaş olacağı yönünde, çok fazla hızlı gidemeyiz çünkü ülke olarak o kadar maalesef kaynağımız olmadığını düşünüyorum." AKD8-THKÜ

"Çok çok iyi devletlerin gene bir sıra arkasında kalacağımızı düşünüyorum maalesef. ... Açıkçası potansiyeli bir adım geride görüyorum. ... Yakalayabilir Türkiye açıkçası ben o potansiyeli görüyorum ama dediğim gibi şu an bir tık geride, bir şekilde destek vermesi lazım [devletin]. AKD9-THKÜ

"Türkiye baktığınızda teknolojiyi çok çabuk kabul eden bir ülke, teknoloji kullanmak konusunda da çok yetenekli bir ülke; kullanmak açısından söylüyorum. Yeni teknolojileri hemen adapte etmeye çalışıyor, en son cep telefonunu kullanmak, en son araç kullanmak, en son akıllı ürünleri kullanmak gibi. Dolayısıyla aslında baktığınızda Türkiye'nin kullanım açısından mantığı çok yüksek ama organizasyon açısından problemi var. Yani neyi, hangi adımlarla yapma açısından problemi var." KMU9-STB

“Endüstri 4.0 Türkiye’de zaten uygulanmakta belli seviyelerde. ... Endüstri 4.0 dediğinizde aslında seri üretimi aklınıza getirmeniz lazım. ... Endüstri 4.0’ın mantığında, makinaların birbiri arasında haberleşmesi, işte yapılacak üretimin daha az insanla daha yüksek kalitede ve daha uygun maliyetlerle çıkması gibi hedefler var. ... Endüstri 4.0’a o yüzden Türkiye’de zaten otomotivde olsun, seri üretim olan pek çok sektörümüzde uygulamaya geçildiğinin ben canlı şahidiyim.”KMU1-SSB

KMU1 Türkiye imalât sanayinin yaşanan teknolojik dönüşüme hali hazırda uyum sağlayan sektörlerini “*Endüstri 4.0 Türkiye’de zaten uygulanmakta belli seviyelerde. ... Endüstri 4.0’a ... Türkiye’de otomotivde olsun, seri üretim olan pek çok sektörde geçildiğinin ben canlı şahidiyim*” sözleriyle öne çıkarmaktadır. Katılımcıların değerlendirmeleri, Türkiye imalât sanayinin teknolojik dönüşümleri ‘takip etme’ ve bu dönüşümlere ‘uyum sağlama’ yönünde bir eğilimi ortaya koymaktadır. Bu ‘takip ve uyum eğilimi’ —AKD2’nin de ifade ettiği haliyle— “*başkasının ürünü, başkasının teknolojiyle, başkasının çıkardığı bir formasyonla*” yapma ile sınırlıdır.

Türkiye imalât sanayi ekosistemindeki teknolojik dönüşüm ve uyum hakkında, 7 katılımcının herhangi bir görüş belirtmemiş olması dikkat çekmektedir. Bu katılımcıların 6’sı (kamu ve endüstri katılımcıları arasında eşit dağılmış) sadece havacılık ve uzay sanayi **özelinde** teknolojik dönüşüme ilişkin değerlendirme yapmıştır. Bir katılımcı (KMU5) ise konuyla ilgili herhangi bir değerlendirme yapmamıştır. Bu grubun, Türkiye imalât sanayindeki teknolojik dönüşüm yerine daha çok havacılık ve uzay sanayindeki teknolojilere yönelik görüş bildirmeyi tercih ettiği görülmüştür.

4.3.2. Farklı Teknoloji Seviyelerinde (Düşük-Orta-Yüksek) İmalat Yapılması

Türkiye imalât sanayi ekosisteminin yukarıda söz edilen teknolojik dönüşüme uyum çabalarıyla bağlantılı olacak şekilde geldiği noktayı tarif eden ikinci özelliği, **farklı teknoloji düzeylerini birlikte barındırmasıdır**. Bu durum, teknolojik dönüşüm kavramınının açıklanmasında önemli bir araç olarak kabul edilebilir. Katılımcılar (12/34) yapmış oldukları değerlendirmelerde, bu farklı teknoloji seviyelerinde imalâtı öne çıkarmışlardır:

“Türkiye’nin benim görebildiğim kadarıyla spektrumu çok geniş, düzey bakımından. Yani çok ilkel koşullarda üretim yapanlar da var, her alan için kastediyorum havacılık ve uzay değil ..., çok ilkel koşullarda çalışma yapan, üreten firmalar da var, çok ileri teknoloji ile iş yapan firmalar da var.”
AKD1-İTÜ

AKD1’in ifadesinden de anlaşıldığı gibi, Türkiye imalât sanayinin kullandığı imalât teknolojileri çeşitlilik arz etmektedir. Ekosisteme karakteristiğini veren bu teknoloji kullanım seviyeleri de Endüstri 4.0 gibi bir teknolojik dönüşümün henüz şafağında

bulunulduğunu göstermektedir. Bu görünüm, Türkiye'nin sanayi devrimleri konusunda süregelen 'geç kalmışlık-yakalamışlık' tartışmasına da bir anlamda açıklık getirmektedir.

Tez açısından da önemli olan konu, imalât sanayi ekosisteminin, teknolojik dönüşümü 'ne ölçüde' yakalamış olduğudur. AKD6 "*Endüstri 4.0'ı değerlendirdiğimiz zaman ... ben Türkiye'nin şu anki seviyesini 2,5 civarında görüyorum. Bazı sektörlerde 3 olabilir ama genel olarak 2,5 gibi. ... 3 civarında olanlar var [bunlar] rahatlıkla 4'e geçebilirler*" sözleriyle Türkiye'nin sanayi devrimlerinin hangi aşamasında olduğunu açıklarken, uyumluluk kabiliyetine de değinmektedir.¹⁶⁴ AKD6'nın "*rahatlıkla*" geçebileceği yönündeki ifadesi, —yukarıda yer verildiği gibi— endüstride de karşılık bulmaktadır. Önceki tespitlerin yanı sıra, END5'in "*potansiyeli yüksek ciddi bir sanayi altyapımız var*" sözleriyle ifade ettiği bu uyumluluk potansiyelini, END3 değerlendirmesinde, "*Türk sanayisinin ve girişimcisinin potansiyeli yüksek. Uygun politikalar izlenirse, Endüstri 4.0'a ulaşmamak için aslında bir neden yok*" şeklinde ortaya koymaktadır.

Araştırma verileri incelendiğinde, orta-üst teknoloji kullanan firmaların, Endüstri 4.0'a yetiştiği görülmektedir. Örneğin END9 bu konuyu "*[Türkiye'de] gerek otomotiv, orta teknolojiye sahip olması açısından, gerek beyaz eşya, ev elektroniği yapılarında Endüstri 4.0'a çoktan geçilmiş durumda*" sözleriyle ifade ederken, END11 "*Kimleri kastediyorum, mesela Arçelik, Vestel, Ford Otosan. Bunlar çok daha önce gördükleri için, onlar zaten hemen potansiyellerini kullanmaya başladılar*" demektedir. Görüldüğü gibi, seri üretimin gerçekleştiği sektörlerin —farklı teknoloji seviyelerinde üretim yapıyor olsalar da— teknolojik dönüşümleri 'yakalayabildikleri' katılımcılar tarafından vurgulanmıştır.

Bu olumlu tabloya karşın, END3 "*Endüstri 4.0'dan pay alabilmek için o teknolojiyi bizim ürettiyor olmamız lazım. ... Bizim en büyük eksikliğimiz sanayide uçtan uca bir stratejimiz yok*" sözleriyle bir anlamda, Türkiye'nin teknolojik dönüşümleri neden 'belirli bir ölçüde' yakalamış olduğunu da açıklamaktadır.

4.3.3. Zihniyet Sorunu

Katılımcılar tarafından (8/34) genellikle 'geç kalmışlık tartışmaları' bağlamında sözü edilen **zihniyet sorununun** zamanla ekosistemin, —başlı başına— bir özelliği haline geldiği

¹⁶⁴ Katılımcının bu tespiti, TÜBİTAK tarafından 2016 yılında yayınlanan yol haritasıyla uyumludur. Bu yol haritasında, Türkiye sanayinin dijital olgunluk seviyesinin Endüstri 2.0 ile Endüstri 3.0 arasında olduğuna yer verilmektedir (TÜBİTAK, 2016:4).

görülmektedir. Bu sorunun değişmezliği ve süreklilik arz etmesi, BT üretmek yerine BT'yi daha kolay ve hızlı yoldan transfer etmenin daha iyi olduğu yönünde bir strateji izlenmesinden kaynaklanmaktadır. Bu stratejiyle, ekosistemin işleyişinde, ne yazık ki yeşeremeyen bir toprak ortaya çıkmıştır. Bu gerçek, Türkiye'de temel yenilik göstergesi olan patent sayılarının, uzun yıllar süresince neredeyse hiç değişmeden kalmasından anlaşılmaktadır (bkz. s.84). Türkiye imalât sanayi aşamadığı zihniyet engeli nedeniyle 'içselleştiremediği' bu teknolojik dönüşümleri yakalayabilmek için, END1'in "*parasını verirsiniz yurtdışından her şeyi getirirsiniz*" sözleriyle ifade ettiği gibi, 'parasını verip sistemin ihtiyacı olanı satın alarak' temin etme yoluna gitmektedir:

"Peki sonuçta ne olur? ... Kendiniz oturup kapasitenizi geliştirmezseniz bir gün tepki vermek gerektiğinde en hızlı tepki parası neyse alın getirin şuraya şunu takalım olur; hep böyle olmuş. Yani bekle bekle bekle, kulağının üstüne yat, bol sempozyum, etkinlik, zirve yap, aksiyon yok, ondan sonra bir gün birileri büyük büyük paraları öder ERP sistemlerini satın alır, onunla ilişkili veri toplama sistemlerini satın alır, onunla ilişkili data analitik yazılımlarla yapay zekâları satın alır." END5-TTGV

"Hatalardan ders çıkarmak lazım, birçok şey yaşandı Türkiye'de. ... İstihdam çok önemli, sadece parayla olmuyor. Benim gözlemediğim parayla her şeyi yaparız gibi biraz Ortadoğu zihniyeti hâkim." AKD5-LUH

Sürekli sanayi devrimlerini yakalama psikolojisi ile hareket eden ulusal yenilik politikalarının, Birinci Sanayi Devrimi'nin taşıdığı Aydınlanma düşüncesinin benimsenememesi nedeniyle sonuçsuz kaldığı görülmektedir. Yukarıda katılımcıların tarif ettiği satın alma stratejisi yoluyla, dünyada erişilen güncel teknoloji seviyesi bir ölçüde yakalanabilmektedir. Ancak yeni devrimlerin ürün, süreç ve/veya sistemlerine sahip olmak, bu devrimlerle gelen teknolojik ve düşünsel dönüşüme uyum sağlanacağı yanılsamasına yol açmakta ve bu yanılsama, bir zihniyet sorunu halini alarak kendini sürekli yeniden üretmektedir. END5'in, karar alma süreçlerinin veri yönelimli olması konusuna yönelik yaptığı değerlendirmeler de burada yaptığı zihniyet sorunu göndermesi ile öne çıkarmaktadır:

"Diyeceğim şey ne kadar içeriye teknolojik alet edevat getirirsen getir, en sonunda bunun bir içeride entelektüel ve karar alma organizasyonu içinde bir ciddi izinin olması gerekiyor. ... Ama şu an muhtemelen şöyle olacak, birtakım cihazlar alınacak ama herkes işi bildiği gibi yapacak böyle garip bir durum; mindset [zihniyet] oradaki problem." END5-TTGV

Bu konuda bir diğer değerlendirme de KMU7'den gelmiştir:

"İnsanların üzerinde bir forma var, o formayı bin yıldır yırtamıyoruz. Teknolojiyi yakalamak hiç zor değil ama o zihniyeti nasıl geliştireceğiz bu önemli. Bir müfredat değişikliğinin etkisi 20 yıl sonra görülüyor. Konuşmak da çok kolay, yapmak mesele. Eleştirmek kadar, yapmak lazım. Ben umutluyum Türkiye'den. Sadece kültürümüzü düzeltmemiz lazım." KMU7-TÜBİTAK SAGE

Türkiye'nin süregelen zihniyet sorunu, giderek hem sanayide yer alan aktörlere hem de toplumun tamamına yayılan 'biz yapamayız, öğrenemeyiz' ifadesiyle ortaya çıkan bir

Özgüven sorununun doğmasına ve giderek büyümesine yol açmıştır. Öyle ki Türkiye’de en küçük yaştaki çocuktan en büyük yaştaki yetişkine kadar ‘fen ve BT konularını anlayamadığına inanan kuşaklar’ yaratılmıştır. Bu olumsuz inanca bir de başarısızlıklar silsilesi eklendiğinde, toplumdaki **yapamayız bariyeri** pekişmektedir. Yaşanan özgüven sorununu ifade eden bu bariyer, AKD2’nin ifadelerinden türetilmiştir:

“... gözlemlediğim kadarıyla, iki yönden bariyer var. Bir tanesi ‘biz yapamayız zaten’ bariyeri var, bu bir ekstrem. ‘Türkiye’de yapılan bir ürüne çok güvenmem’ şeklinde bariyer var. Bunun haklı concern’leri var tabii. İkincisi de ‘bunu biz de yaparız ne olacak’ var. Ve bu iki uç, öyle az değil bunlar. Çok yaygın olarak benim gördüğüm etkileri var.” AKD2-Sabancı Ü.

Katılımcının değerlendirmesinde söz ettiği iki zıt zihniyetin birlikte bulunması, aslında BT konularından uzaklaşan toplumların gerçeklikten koparak, dengeli bir düşünce geliştirmesine engel teşkil edecek bir yaklaşıma yöneldiğini göstermektedir. AKD5 bu ‘gerçeklikten kopuş’u “*Yüz yıllık geçmişi olan bir Volkswagen firmasının bir model üretmek için dört, beş seneye ihtiyacı var ise senin sıfır tecrübenle birlikte, sen iki, üç senede nasıl yeni bir araba yapacaksın, kimse bu soruyu sormuyor*” sözleriyle desteklemektedir. Görüldüğü gibi “*yapamayız bariyeri*” kadar önemli bir engelin de gerçeklikten kopuşu temsil eden “*yaparız bariyeri*” olduğu açıktır.

Özgüven sorunu, ülkede ‘hatadan öğrenme’nin gerçekleşmesinin önünde de bir engel teşkil etmekte ve bu yönüyle yenilikçilik, özgünlük ve girişimciliğe de ket vurmaktadır. Aslında bahsedilen tüm özellikler, Türkiye imalât sanayi ekosisteminde **entegrasyonun neden sağlanamadığını** ortaya çıkarmaktadır.

4.3.4 Sürdürülebilirlik Sorunu

Bu üç özellikte bağlantılı olacak şekilde özgün bilgi üretilmemesi (eğitimde kalite sorunu) ile dışarıdan transfer edilen BT birikiminin ‘nasıl oluştuğu’ konusunda tekil örneklerin ötesinde toplumsala yayılan bir merak ve ‘anlama çabası’nın **olmaması**, öğrenilen bilginin çoğaltılarak yeni bilgiler halinde gelecek kuşaklara aktarılmasında bir başka sorunu beraberinde getirmektedir. Bu sorun, **bilim, sanayi ve teknoloji politikalarında sürdürülebilirliğin sağlanamamasıdır**. Sorunun nedenlerine bakıldığında, yukarıda sıralanan üç özellik ile birlikte **partiler üstü politikaların izlenememesi ve ekosistemle fiilen ilgili politikacıların kişisel tasarrufları** dikkat çekmektedir. Aşağıda katılımcıların sürdürülebilirliğin bulunmamasıyla ilgili yaptıkları değerlendirmeler yer almaktadır. İfadelerde partiler üstü politikaların izlenememesinin sebep olduğu kayıplar vurgulanmaktadır:

“Geriyeye doğru bakarsak çok hızlandığımız dönemlerle bir anda durduğumuz dönemler var; hızlanıyoruz duruyoruz. Hatta durmayıp bir de geriyeye gidiyoruz. Bu geri gitmelerin sebeplerine bakmak gerekiyor. Ve her zaman şeyi görüyoruz bunların ortak noktası, siyasetin belirli bir dönemde, belirli saiklerle müdahale edip durdurması; bırakın önünü açmayı bizzat müdahale edip durduruluyor. Kimi zaman işte yurtdışında birileriyle yapılan bir anlaşmanın yansıması olarak oluyor kimi zaman aslında kökeni gene dışarıda bir yerde olup da buradaki birtakım insanların birtakım şeyleri durdurması şeklinde oluyor. Bunu yapan insanlar kendilerince iyi bir şeye inanıyor oluyorlar. Ama aslında hiç öyle değil yani siyaset mekanizması durduruyor. Bıraktığı zaman bir süre işleri normal şekline, işler hızlanıyor sonra bir yerler rahatsız olunca yeniden onlar durduruluyor. Biz bu döngüden nasıl çıkarız, iş uzağ/havacılığı aşım çok büyük bir çerçeveye geliyor ama böyle her şey etkileniyor büyük şeyler küçük şeyleri etkiliyor; uzağ/havacılık da bunun dışında değil yani.”KMU4-TÜBİTAK UZAY

Katılımcılar tarafından (11/34), Türkiye’de izlenen ulusal sanayi politikalarında —özellikle havacılık ve uzağ sanayi politikalarında— ‘kesintilerin yaşanması’nın, imalât sanayinin (neredeysede yerleşik) bir özelliği haline geldiği ifade edilmektedir. Ancak katılımcıların değerlendirilmelerine bakıldığında bu yerleşik özelliğin kaynağı olarak sanayinin kendisinin değil politikanın işaret edildiği görülmektedir:

“... bizim teknik tarafta hiçbir sıkıntımız yok. ... Türkiye’nin idari taraflarda sıkıntıları var. Yani idari tarafı çözdüğümüz an her şeyi yapabiliyoruz. Devrim arabalarını yapmışız, yani bilgisayar yokken yaptık biz bunu. Bilgisayar teknolojileri daha gelişmemişti, bunu yaptık başardık, yürüdü bu araba. Ama başka sebeplerden önu kesildi bu projenin. Devrim arabasından belki 20-30 yıl önce uçak yaptık biz. Yani Türkiye Cumhuriyeti kuruldu ve uçaklar yapmaya başladı ve bunu sattı, Çekoslovakya’ya [Danimarka]¹⁶⁵ satmış. Yani onun tarihine baktığımızda problem mühendislik bir problem değil ya da teknik bir problem değil. Problem idari bir problem.” KMU10-TÜBİTAK UZAY

Türkiye tarihine bakıldığında, kamu ve sanayide karar verici rol üstlenen kadroların (ör. yönetici, politikacı, asker), Türkiye’nin kendi ihtiyaç duyduğu ürünleri yerli imkânlarla üretmek yerine dışarıdan satın alma tercihine ilişkin kullandıkları argümanlarını, toplumdaki yerleşik ‘yapamayız bariyeri’ne (zihniyet ve özgüven sorunu) ‘örtük biçimde’ dayandırdıkları görülmektedir. Bu dayanak, ne yazık ki politikacı ve yöneticilerin tasarruflarında kendi çıkarlarını gözetmelerini ‘perdelemektedir’.

4.3.5. Taşeronlaşma

Katılımcılar (7/34) değerlendirmelerinde, Türkiye imalât sanayi ekosisteminin bir diğer özelliği olarak —doğrudan ya da dolaylı bir şekilde— **taşeronlaşmayı** ifade etmişlerdir. Bunu, önceki özelliklerle bağlantılandırarak ele almak mümkündür. Başka bir deyişle, Türkiye imalât sanayinin taşeron kimliği, bir anlamda, ülkenin ‘geç kalmışlık’, ‘farklı teknoloji seviyelerinde imalât’ ve süregelen ‘zihniyeti’ ile şekillenmektedir. Burada sıralanan özellikler birbirinin hem nedeni hem sonucudur. Bu karşılıklılığa dikkat çekilmesi önemli görülmektedir.

¹⁶⁵ Katılımcının, Danimarka yerine Çekoslovakya dediği düşünölmektedir.

Türkiye'nin uluslararası ölçekte imalât sanayinde üstlendiği taşeron rolü, en açık haliyle ifade eden katılımcı, END3 olmuştur:

“Türkiye bunun taşeronluğunda. Onların ürettiği makinalarla, teknolojiler, bilgilerle kendi ülkemizde onların makinalarını satın alarak, onların ürünlerini üreteceğiz. ... Bizim en büyük eksikliğimiz sanayide uçtan uca bir stratejimiz yok, ... fason üretici konumundayız, kritik teknolojiler ve kritik ekipmanlarını dışarıdan alma zorunluluğumuz var.” END3-OSTİM

Katılımcının ‘kritik teknoloji ve ekipmanların dışarıdan alındığı’ yönündeki ifadesi, ileride değinilecek olan (bkz. s.223-6) ithalata dayalı imalât, tasarım yapısı ile üstlenilen taşeron rol arasındaki ilişkiyi ortaya koyması açısından da ayrıca önemli görülmektedir.

AKD2 de taşeronlaşmayı zihniyet sorunu ile ilişkilendirerek ele almaktadır. Katılımcı, *“Türkiye genelde teknolojileri takip eden ülke konumunda olduğu için, işin genel olarak esansını kaçırıyor bazen. ... Başkasının ürününü, başkasının teknolojiyle, başkasının çıkardığı bir formasyonla yapmaya çalışıyorsun ve bunu anlamaya çalışıyorsun”* sözleriyle taşeronlaşma ile teknolojik bilginin özünün kaçırılması arasında bir ilişki tanımlamaktadır. AKD2'nin Türkiye imalât sanayinin teknolojik dönüşüme uyumuna ilişkin güncel durumunu değerlendirirken gönderme yaptığı, yaşanan teknolojik dönüşümlerin gerisindeki ‘felsefe’nin anlaşılmasındaki sorun, süregelen ‘anlayış’ ile de ilişkili olduğundan, taşeronlaşmanın zihniyet sorununun bir sonucu olduğunu söylemek mümkündür.

Her ne kadar patent problemi ve özgün bilgi (know-how) gibi kısıtlar nedeniyle kendi özgün teknolojilerini üretememesi Türkiye için bir sorun teşkil etse de unutmamak gerekir ki taşeronluk, imalât sanayinin birçok alt sanayinde, özgün ürün ve teknolojilerini üretme seviyesine gelmeyi sağlayacak bir öğrenme sürecini de beraberinde getirmektedir:

“Bugün Türkiye’de birçok firma, yabancı ülkelerin, şirketlerin tedarikçisi olarak onlara parça üretmede, belli bir aşama kaydetmiş olarak duruyor bu da başarı. ... Türkiye’de [Endüstri] 4.0’la çalışan firmalar var. Volkswagen’a, Mercedes’e, Boeing’e, Airbus’a parça yapan firmalar, bir şekilde [Endüstri] 4.0’a entegre olmuş şirketler demektir. Kendilerine istenen parçanın çizimi ve bütün lojistik kanallarla ilgili uyum sağlaması gereken bilgiler geliyor, şirketler bu sisteme entegre olarak parçayı üretiyorlar ve gönderiyorlar.” AKD11-ESTÜ

Taşeronlaşma, uluslararası ağ yapılarına bağımlı bir yapı anlamına gelse de bu süreç aynı zamanda yeni yapılara entegre olmanın da yolunu açmaktadır. Burada önemli olan, ulaşılan noktadan daha ileri bir seviyeye geçmek için, istikrarlı bir çaba gösterilmesidir.

Buradaki tartışmalara ek olarak, katılımcılar Türkiye imalât sanayinin taşıdığı bu taşeronlaşma özelliğini, imalât sanayi ile havacılık ve uzay sanayini birlikte ele alarak da değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirmelere ilgili alt başlıkta (bkz. s.226) yer verilmektedir.

4.3.6. Sinerji Yaratma Sorunu

Yukarıda listelenen ekosistem özellikleri, sistemin aktörlerinin davranışlarına, ilişkilerine ve iş yapma kültürlerine sinmiştir. Buradan ortaya çıkan ekosistem özelliği, **sinerji yokluğudur**. Başka deyişle, her bir aktörün hem kendisine hem de diğer aktörlere güven duymadığı bir ekosistemde, üretken ve yaratıcı birliktelikler gerçekleşmemektedir. Kuşkusuz ki aktörler arasında sinerjinin olmayışı, dolaylı yoldan, bir entegrasyon sorununu tarif etmektedir. Katılımcılar (8/34) Türkiye’deki sinerji yokluğu konusunu, farklı düzeylerde yaşanan iletişimsizlik üzerinden ele almaktadır. Başka bir deyişle katılımcılar tarafından ekosistemdeki ‘iletişimsizlik’, (i) ekosistemin tüm aktörleri arasında, (ii) üniversite ile sanayi arasında ve (iii) sanayinin kendi içinde olmak üzere üç farklı düzeyde değerlendirilmektedir. END3 aktörler arasındaki iletişimsizliği “... *Birbirimizle çok fazla konuşmuyoruz. Yani üniversite, sanayi ve kamu konuşmuyor*” sözleriyle ifade etmektedir.

Katılımcının yukarıdaki değerlendirmesi, ekosistemde henüz bir etkileşimin sağlanamadığına ve aktörler arasındaki iletişimin kopukluğuna işaret etmekle kalmamakta, bunun ortadan kaldırılmasına yönelik bir çözüm önerisini de içermektedir.¹⁶⁶ KMU6 da sinerji yokluğunu iklim oluşturmama bağlamında değerlendirmekte ve “*Ülke olarak mesela kolektif bir işbirliğiyle ... ortak projeler geliştirip, platform tasarladığımız, yeni aerodinamik analiz kodlarımızı, düşük görünürlük analiz kodlarımızı falan geliştiren bir iklimimiz yok yani*” diyerek sinerjik bir ekosistem ihtiyacına vurgu yapmaktadır.

Diğer yandan yukarıda da bahsedildiği ve AKD8’in de “*en büyük sıkıntı üniversite-sanayi işbirliğinde oluyor diye düşünüyorum*” diyerek tespit ettiği gibi, katılımcılar yapmış oldukları değerlendirmelerde daha çok üniversite ile sanayi arasındaki kopukluğa dikkat çekmektedir. AKD6 da bu iki aktörün eğitim içeriklerinin belirlenmesindeki iletişimsizliğini öne çıkarmaktadır. Katılımcı “*Bizim bir müfredatımız var. Bu müfredatı hazırlarken bizim paydaşlar arasında ... ciddi bir bağlantı yok. Yani birbirlerinin çok da fazla görüşünü almıyor*” diyerek, üniversite müfredatının belirlenmesinde de paydaşların görüşünün alınmadığını ifade etmektedir.

Oysa eğitim içeriğinin ilgili aktörlerin düşünce alışverişine dayanarak oluşturulması, hem MTE’nin güncelliğinin sağlanması hem de potansiyel işgücünün henüz eğitim

¹⁶⁶ Katılımcının ‘ekosistem’ vurgusu ve ‘öneri’sini içeren değerlendirmesine ilgili alt başlıkta (bkz. Bölüm 4.4.2.) yer verilmektedir.

aşamasındayken sanayinin ihtiyaç duyduğu konularda bilgi ve deneyim kazanması düşüncesine dayanmaktadır. Hatta AKD7'nin de değindiği gibi iki aktör arasında tamamlayıcılık söz konusudur. Katılımcı buna yenilik üzerinden yaklaşmakta ve önemini şu sözlerle ifade etmektedir:

“Bizde bu [üniversite-sanayi ilişkisi] zayıf, üniversiteye güvenmiyor şirketler, aradaki bağ çok kesik. ...İnovatif bir şey yapacaksanız üniversiteye muhtaçsınız, şirket içinde ürün geliştirilir ama inovasyon yapmak çok daha zor olur. Çünkü yani siz şirkette herkesin aynı saatte hazır bulunması lazım, aynı saatte gelmesi lazım, gitmesi lazım bu biraz inovasyonu düşüren bir şey. Bunu da üniversite tamamlamalı. Ama Türkiye’de hem üniversiteler zayıf hem [de] şirketler üniversitelerle iş yapmak istemiyor. Yapılanlar göstermelik.” AKD7- PM

Şirketlerin yaşadıkları imalât problemlerine her zaman kendi bünyelerinde yenilikçi çözümler geliştirilmesinin mümkün olmayabileceğini ifade eden AKD7, bu çözümlerin bulunmasında üniversitede yapılan/yapılacak araştırmalara önem atfetmektedir. Katılımcının değerlendirmesindeki havacılık ve uzay sanayi ekosistemi örneği, ilgili kısımda ele alınmıştır (bkz. s.179).

AKD12 de konuya, sanayi-sanayi işbirliğinin eksikliği üzerinden yaklaşmaktadır. Katılımcı *“her şirket, kurum, kuruluş kendi bildiklerini kendine saklamakla, kendine alanda bir avantaj yaratmaya çalışıyor. ... O sinerjiden doğacak olan avantajı sağlamayı ... hedef koymamış durumda”* sözleriyle, aynı alanda faaliyet gösteren şirketlerin kendi aralarındaki bilgi paylaşımıyla sağlanacak sinerjinin önemine işaret etmektedir.

Sinerji yokluğunu açıklamada kullanılacak bir diğer örnek de KMU7'nin Türkiye'nin yergi kültürüne ilişkin tespitidir. Katılımcı, *“Bizim ülkemizde farklı fikire tahammül yok. Açık bir toplum olmamız lazım. Biz övgüde cimri, yergide cömertiz; bu kültürden kurtulmamız lazım”* diyerek hem farklı düşüncelerin birlikteliğini hem de başarının takdir edilmesini sağlayacak bir kültürel dönüşümün gerekliliğine vurgu yapmaktadır.

4.3.7. Ticarileştirme

Türkiye imalât sanayinin bir diğer özelliği, yukarıda sıralanan bütün zorluk ve zafiyetlerin varlığına rağmen erişilen özgün ürünlerin **ticarileştirilmesinde yaşanan güçlüklerdir**. Katılımcılar (11/34) ticarileştirme konusunu ‘devlet desteğinin önemi’, ‘sertifikasyonun kısıtlayıcı etkisi’, ‘Ar-Ge ile arasındaki yakın ilişki’, ‘aktörler arasındaki iletişimsizliğin olumsuz etkisi’ gibi konular öne çıkmak üzere farklı boyutlarıyla değerlendirmişlerdir. Başka bir deyişle, katılımcı yanıtları ışığında, Türkiye imalât sanayinin ticarileşmedeki mevcut durumu (i) uluslararası piyasalara hâkim olan şirketler tarafından engellenme, (ii)

sertifikasyon ile piyasalara girmenin kontrol edilmesi, (iii) ticarileşmeye konu olan ürünlerin özgün ürünler olmaktan çok montajı Türkiye’de yapılan ürünler olması, (iv) devlet desteğinin eksikliği ve (v) akademi desteğinin olumlu etkisini artıracak teknopark gibi yapıların istenilen etkinlikte işlememesi özellikleri üzerinden betimlenebilir.

Ticarileştirme hakkındaki katılımcı değerlendirmelerine dair önemli bir tespit, kamu ve akademi katılımcılarının bu konuyu ele almalarına karşın, endüstri katılımcılarının bu konuda herhangi bir değerlendirme **yapmamış** olmalarıdır. Endüstri katılımcıları konuya, imalât sanayinin genelinde değil havacılık ve uzay sanayi özelinde açıklamalar getirmişlerdir.

Ticarileştirmenin her ülke için belirli zorlukları vardır. AKD8 bu durumu, *“Ticarileşme herhalde işin en zor kısmı, bir şeyi üretmek nispeten daha kolay diye düşünüyorum. Ama ürettiğinizi satmak, işin en büyük sırrı”* diyerek ifade etmektedir. Katılımcı bu konudaki tespitine *“Dolayısıyla ticarileşme konusunda daha herhalde Türkiye olarak alacağımız çok yol olduğunu düşünüyorum”* sözleriyle devam etmektedir. Türkiye imalât sanayinin ticarileştirmede yaşadığı ‘zorlukların neler olduğu’na ilişkin katılımcı değerlendirmeleri aşağıda ele alınmaktadır.

Katılımcıların açıklamalarında dikkat çeken, uluslararası piyasalara hâkim olan firmalar tarafından konulan bariyerlere değinmeleri olmuştur. Araştırma verilerinin gösterdiği gibi, Türkiye imalât sanayi, özgün bir ürün geliştirse dahi ticarileştirmede önüne çık(ır)ı(n) ‘bariyerler’, bu özgün ürünü piyasaya sürmesini hatta adlandırmasını engellemektedir:

“Yani siz bir ürün çıkarabilirsiniz, ki bizde bir sürü var o ürünler, bu işin ürün prototipi yapma, ürün üretme, seri üretime geçme ... bir fazı; bunun ötesinde bunun satabilmek, reklamını yapmak, pazar bulmak ayrı bir dünya. O ikinci dünyayı biz beceremiyoruz, yani öyle bir durumumuz var. ... Bugün Borem diye bir temizlik ürünümüz var bizim, deterjan bile diyemiyorlar. Deterjan bile diyemiyorlar çünkü birileri, ... Türkiye’deki o piyasanın sahibi Unilever, Procter & Gamble gibi firmalar onlar yüzde 90 küsüre sahip belki; ‘böyle bir pazara böyle bir ürün çıkaramazsın’ moduyla engelliyorlar onu.” KMU10-TÜBİTAK UZAY

KMU1 ise ticarileştirmeyi, başka bir ‘piyasa engeli’ olarak öne çıkan ‘sertifikasyon’ konusu bağlamında ele almaktadır:

“... sertifikasyon olayı. Sertifikasyon olayı da modern kapitülasyondur. Sizin ülkenizde —inanın ben şuna çok şahit oluyorum— o sertifikaya sahip olmadığı için, yurtdışına ihracat yapamayan bir firmamız olduğunda, yurtdışında bu sertifikayı hayatta alamayacak firmalara o sertifikayı bir şekilde hızlıca verdirip, iş yaptığını da görüyoruz. Aslında o sertifikayı kendi ülkesindeki firmalara verip, senin ülkeni ya da yabancı ülkeyi kısıtlamak için, bir şekilde orda da limit koyuyor.” KMU1-SSB

KMU10 ve KMU1'in üzerinde durduğu bu 'piyasa engelleri', Türkiye'nin zaten sınırlı olan ticarileştirme kapasitesinin, bir de bilinçli bir 'kısıtlama' yoluyla ayrıca sınırlandırılması anlamına gelmektedir. Bu doğrultuda, devlet desteğinin yaşamsal önemi açığa çıkmaktadır:

"Bizim mevcut yeteneklerimizi dışarıya da pazarlayabilmek, bundan ... kar edebilmek için dış ilişkilerimizin, politik gücümüzün de buna destek olması lazım. Şu anda o desteğin biraz zayıf olduğunu görüyorum. Biz sadece Türki cumhuriyetlere, diğer üçüncü dünya ülkesi olarak sayabileceğimiz ülkelere ihraç edebiliyoruz yaptığımız şeyleri. Hani kendi kullanımımız anlamında zaten kullanıyoruz; bundan kar edebilmek, bunu geliştirebilmek için, çarkı döndürmek için kaynak da sağlayabilmek adına, bunları ihraç edebilmek adına biraz politik olarak da daha baskın olmamız gerekiyor." AKD10-ODTÜ

Ticarileştirmede devlet desteği, sadece özgün ürünlerin uluslararası piyasalarda 'tutunmasının sağlanması' bağlamında değil, kamu alımlarının 'doğru kullanılması' çerçevesinde de katılımcılar tarafından ele alınmaktadır. KMU4 bu durumu "... *en çok da Ar-Ge yapılıyor, yapan firma, Ar-Ge'yi ticarileştiremiyor. ... Yani Ar-Ge'nin yapılması tarafından ziyade onun ticarileştirilmesi tarafı zayıf, bu kamu alımları doğru kullanılmıyor*" sözleriyle ifade etmektedir.

Ticarileştirme konusuna AKD2 'yüksek teknolojlili ürünlerin ihracı' bağlamında yaklaşmaktadır:

"Ticarileşen bir ürünümüz var mı son yıllarda.. belki hani yazılım sektöründe olabilir, hizmet sektöründe olabilir. ... Benim ticarileşmeden kastım dünyaya satabilmek. Vestel, Arçelik gibi markalarımız var [ürünlerini dünyaya satan] ama bunlar tabiki sonuçta high-value manufacture değil." AKD2-Sabancı Ü.

Türkiye imalât sanayinin, 'ihracat ve ticarileştirme kabiliyeti'ni içeren bir diğer özelliği de kendi özgün ürünlerinin değil, 'başkalarına ait olan ürünlerin ihracatını yapması'dır. AKD2 bu konuyu, "... *ürün çıkarma anlamında ticarileşme bence çok kısıtlı*" sözleriyle ifade ederken, AKD3 bu özelliğe şu sözlerle işaret etmektedir:

"... Bu konuda [Ticarileştirme konusunda] yoğun çalışmalar yapılıyor. Ama ürün sizin değilse, neyi ticarileştiriyorsunuz? Diyelim, işte başkasının yaptığı arabayı satıyoruz veya ... başkasının yaptığı telefonu üzerine adımızı koyup satıyoruz. Hani bize bunun getirisi ne kadar? Yapıyoruz bunları, güzel de yapıyoruz. İşte başkasının yaptığı arabadan yüzde 200 vergi alıyoruz. Başkası yapıyor arabayı o ondan bir lira kazanıyor biz ondan iki lira kazanıyoruz. Gerçekten öyle mi? ..., sürekli pazarsın. Pazar olarak kalacaksak sürekli, bunu nasıl destekleyeceğiz?" AKD3-İTÜ

Her iki katılımcıyla da uyumlu olacak şekilde AKD12 "*teknolojiyi üreten, bilgiyi üreten bir ülkeden ziyade, aslında mevcut olanın benzerini yapmaya çalışıyoruz çoğunlukla. O ürünler de bizim satabileceğimiz, dünya ölçeğinde ticari bir rekabet sahası oluşturabileceğimiz ürünler olmuyor çoğu zaman*" diyerek Türkiye imalât sanayinin zayıf ticarileştirme kapasitesini ortaya koymaktadır.

Katılımcıların ticarileştirme zafiyeti konusundaki düşünceleri bunlarla sınırlı değildir. Katılımcılar bu zafiyeti aynı zamanda, Ar-Ge çalışmalarıyla da ilişkilendirmektedir. Yapılan değerlendirmelerde ticarileştirme ile Ar-Ge çalışmalarının **birlikte** ele alınması, bu iki konunun ‘aktörler arasındaki sinerji’ ile kesiştiği yeri işaret etmektedir. Sektörde faaliyet gösteren firmalar tarafından ürüne dönüştürülerek ticarileştirilecek ‘özgün’ düşüncelerin üniversiteler bünyesinde yürütülecek/yürütülen temel araştırmalara dayanması, bu kesişimi ortaya koymaktadır. Aşağıdaki değerlendirmesinde AKD10 bu ilişki ağındaki sorun alanlarını değerlendirmektedir:

“Burada mesela yine üniversite özelinde ... üniversite hocalarının ürettiği şeylere garanti verememesi gibi bazı pratik sorunlar var. ‘Yani ben çalışmamı yaptım ama bir garanti vermiyorum’ diyor, belki de çalışmasına o kadar güvenmiyor. Bu da etkiliyor çünkü bir ürüne dönüştüğünde onu kullanan kişiler en az 1 yıl, 5 yıl garanti istiyor ya da ne kadar doğrulukla çalışacağını bilmek istiyorlar. Bu tarz bir iki problem. ... Yani hocaların soyut kalmakta biraz ısrarcı olması, pratik taraflara fazla yönelmemesi; endüstrinin buna ihtiyacı olması, endüstrinin de çok katı olarak, çok yoğun garantiler istemesi. Yani bu ikisini ortada buluşturmak lazım. ... Bu arada bozulan, kırılan, dökülen şeyler olursa, bu çalışma, birlikte çalışma sırasında olursa, orada da biraz devletin desteği, sübvanses etmesiyle birlikte bu şey kurulabilir, kurulmuş aslında ama daha verimli işletilebilir. Yani bir miktar garantiyi de belki devlet destek olarak sağlayabilir bu şekilde.” AKD10-ODTÜ

AKD10’un “*kurulmuş aslında*” diyerek ifade ettiği sistem bir teknoloji transfer mekanizması olarak öne çıkan **teknoparklar/kuluçka merkezlerinde** var olan ve/veya kurulacak şirketler yoluyla üniversitelerde yürütülen araştırmaların ticarileştirilmesidir. Katılımcı devam eden açıklamalarında bu yapının etkin işleyişini sorgulamaktadır:

“Üniversiteler araştırmanın yoğun yapıldığı yerler aslında. En önemlisi buradaki araştırmaları bir an önce pratiğe kavuşturmak ve gelire de dönüştürmek. Ticari ürün olarak hem ülkemiz için hem ülke dışına satmak için. ... Bunun için teknokent yönetimlerimiz oluyor, teknoloji transfer ofislerimiz oluyor üniversitelerdeki çıktılarını bir an önce endüstriye sunmak için ama ... ne kadar verimli olabiliyorlar; ... bundan mesela şüphem var.” AKD10-ODTÜ

Görüldüğü gibi, teknopark ve benzeri teknoloji transfer arayüzlerinin etkin işleyişinin sağlanamaması ticarileştirmede önemli bir aksaklık anlamına gelmektedir. Türkiye’de teknoparklar hakkındaki katılımcı değerlendirmelerinin eleştirel oluşu dikkat çekmiştir.¹⁶⁷ Nitekim AKD11 de Almanya üzerinden sunduğu Ar-Ge ve teknoloji geliştirme arayüzü örneğini (bkz. s.186-7), Türkiye eleştirisinin bir parçası olarak vermiştir:

“Türkiye’de bugün ... herhangi bir teknoparka gittiğiniz zaman mermer merdivenler, alüminyum şeyler bile hepsi Ar-Ge masrafı olarak görünüyor. Çok isterim ki gerçek bir Ar-Ge merkezini görmek için bu insanları birkaç yere götüreyim. Bir tanesi terk edilmiş eski bir 19. yüzyıl fabrikası ... Daimler’in eski bir fabrikasına el koymuş bir belediye ve burayı fikri olanlara açmış. Yer şap, II. Dünya Savaşı’ndaki bomba izlerini bile silmemişler; sadece diyor ‘burada yaşam koşullarını sağlayan bir ısı ve ücretsiz elektronik altyapı veriyorum isteyen istediğini yapsın’. Bizde ise teknoparklar lüks plaza gibi, fiyatları lüks plaza gibi. Bugün Ar-Ge yapmak için bir teknoparka gittiğimde kira parası

¹⁶⁷ Bu konuya 6 katılımcı (END2, END4, KMU8, KMU4, AKD10, AKD11) doğrudan veya dolaylı olarak değinmektedir.

zaten benim Ar-Ge maliyetimi batırıyor. Hiçbir öğrencinin de Ar-Ge yapmaya niyeti yok, hepsi çok kısa bir zamanda zengin olmak istiyorlar.” AKD11-ESTÜ

Katılımcı, Türkiye’de ‘Ar-Ge mantığından uzak’ alanlara yapılan harcamalara işaret etmektedir. Yapılan değerlendirmeler bir bütün olarak ele alındığında, katılımcıların Türkiye’de teknoparkların etkinliğine mesafeli olduklarını düşündürmüş ve önemli bir veri olarak kabul edilmiştir.

Görüldüğü gibi ticarileştirme çok boyutlu bir konudur. Bu yolda atılan ve/veya atılması gereken adımlarının, yenilikçi ve rekabetçi düşünce ile başladığı da göz önünde bulundurulduğunda, bu özelliğin, birçok zafiyetin kesişim noktasında yer aldığı ortaya çıkmaktadır. Burada önemle vurgulanması gerekli görülen konu, devletin koordinasyonu ve desteğidir. Hem imalât sanayi ekosistemindeki aktörlerin bir araya getirilerek eşgüdüm içerisinde çalışmalarının sağlanmasında hem de özgün ve yeni ürünlerin ticarileştirilerek uluslararası piyasalarda kabul görmesinde devletin varlığının, ‘politik bir tercih’ değil ‘yapısal bir zorunluluk’ olduğu görülmektedir. Çünkü erişilen yeni ‘süreç, uygulama ve/veya ürünlerin ticarileştirilmesi’, bir ülkedeki yenilik ekosisteminin sürekliliğinde önemli bir yer tutmaktadır ve bu ekosistemin koordinasyonu devletin sorumluluğundadır.

4.3.8. Devletin Öncü Rolü Üstlenmesinde Yaşanan Zafiyet

Ekosistemin önemli özelliklerinden biri de **devletin** (diğer aktörlerce kendisinden beklenen) **öncü rolü üstlenmemesidir**. Türkiye imalât sanayinin teknolojik dönüşüme uyumunda katılımcılar (7/34) devletin öncü, mevcut ve potansiyel riskleri üstlenen veya paylaşan ve ekosistemin aktörlerini yönlendiren bir rol üstlenmesini beklemektedir. Ancak yapılan değerlendirmelerde görüldüğü üzere, Türkiye imalât sanayinin teknolojik dönüşüme uyum sağlamasında öne çıkan sorunlar, ‘devletin sanayileşme stratejisi belirlememesi’, ‘aktörleri koordine eden bir yapı oluşturmaması’, ‘sanayiciler tarafından alınan riskleri paylaşmaması’dır. Bununla birlikte KMU2, devletin rolünün ‘strateji/politika belirleme, gerektiğinde teşvik etme/destekleme ve yönlendirme’ ile sınırlı olmasını savunmaktadır:

“Bence kamu kurumları sadece yönlendirme yapabilir ... Dolayısıyla kamu kurumları sadece strateji belirlemeli ve gerekiyorsa teşvik etmeliler ama kamu kurumları bizzat Endüstri 4.0’da üretim süreçlerinde yer almamalıdır. Sadece politika belirleyip destek vermeli ve teşvik etmeliler.” KMU2-HUTGM

Katılımcı, devletin üretim alanından çekilerek sadece yönlendirici bir rol üstlenmesini “Çünkü üretimde yer aldığı zaman rekabet olmuyor, rekabet olmadığı zaman da kalite ve hani fiyat istikrarı da olmuyor” sözleriyle gerekçelendirmektedir.

Esasen, endüstri ve akademi katılımcılarının ifadelerinden anlaşılan, bu aktörlerin devletten bünyesindeki kamu kurumları aracılığıyla ‘destek, teşvik ve yönlendirme beklentisi’ içinde olduğudur. Buna karşın devletin, politika/strateji belirlemede ‘etkili olamadığı’ düşüncesi hâkimdir. END5 bu durumu “... yayınlanan birtakım belgeler var, ne belgelerin içeriğini, kalitesini ben yüksek bulurum ne de orada yazanları kimsenin takip ettiğini düşünüyorum. Yani belge çıkıyor çok geleneksel ve sonra unutuluyor” sözleriyle ifade etmektedir.

Katılımcının yukarıdaki ifadeleri, kamu kurumları tarafından yapılan işlerin ve atılan adımların Türkiye imalât sanayinin ‘üretken bir iklime kavuşması’ için henüz yeterli olmadığını da açıklamaktadır. Bu üretken iklime kavuşamamada, tüm aktörlerce takip edilen bir politika belgesi oluşturulamaması kadar, Türkiye imalât sanayinin sahip olduğu teknoloji kabiliyetinin, merkezi koordinasyonunun sağlanamamasının da etkili olduğu görülmektedir. KMU1 tarafından bu durum sahip olunan teknoloji altyapısının ‘verimli kullanılmaması’ üzerinden ele alınmaktadır:

“Bizde verimli kullanmayla ilgili bir sıkıntı var. Şu an gidin, çok şahit olduğumuz bir şey, hemen her KOBİ’imizde üç eksen, beş eksen CNC var. Firmaya gidiyorsunuz firma batarya işinde mesela atıyorum, firmanın yaptığı işin kapsamında aslında o CNC’ye ihtiyacı yok, bir yan sanayiye yaptırabilir onu. Ama o bile işte ‘sipariş verdiğimizde iki haftada dönülüyor, bir ayda dönülüyor’ gibi nedenlerle kendi bünyesine böyle bir uzmanlık katmış. Tamam işi hızlandırmış ama verimliliğine baktığımız zaman makina haftada bir gün, iki gün çalışıyor. Şimdi bu kadar zengin değiliz hani. O milyon dolarlık makinayı, iki gün çalışacak diye oraya koymamız yanlış. Bizim Endüstri 4.0’daki yakalayacağımız şey bütün Türkiye’deki üretim altyapısını bilip, bunu merkezi bir sistemle nerede benim atıl kapasitem var, nerede fazla kapasitem var, bunların işlerini de belki oradan görüp hani ne kadar dolulukta çalışıyorlar [bunu bilmek].” KMU1-SSB

KMU9 da bu verimsizliği, “Seri üretime geçmenin en önemli göstergelerinden biri, CNC tezgâhlarıdır; ... o üretim tezgahlarıdır. Türkiye’nin CNC çöplüğü olduğu söylenir, o kadar gereksiz bir yatırım yapıldığı için. Çünkü adım atmak için ona ihtiyaç var diye düşünerek herkes CNC makina almış” sözleriyle vurgulamaktadır.

Katılımcılar tarafından devletin, özel sektörün aldığı riskleri ‘yeterince’ ya da ‘beklenen ölçüde’ paylaşmadığı da dile getirilmiştir. END3, özel sektörün yatırımlarının ‘riskini’ devletin üstlenmesi yönündeki beklentisini “... ben euroyla tezgah aldım, başka çünkü satmıyor adam, ama benim borcum iki katına çıktı, ben ne yapayım, benim ne kabahatim var. Bu riskleri devletin alması lazım bana göre, tam tersi devlet bu riskleri firmalara

yıkıyor” sözleriyle ifade etmektedir. Bu değerlendirme, ekonomik istikrarsızlığın, devletin kendisinden beklenen öncü rolü üstlenmesini engellediğine işaret ettiği için önemli görülmektedir.

Türkiye imalât sanayinde KOBİ sayısının fazla olması, sanayinin devlet desteğine duyduğu ihtiyacın bir diğer gerekçesini oluşturmaktadır. Başka bir deyişle, KOBİ’lerin finansman konusunda büyük şirketlere oranla daha kısıtlı olmaları ve Türkiye imalât sanayinin de KOBİ ağırlıklı bir yapıya sahip olması, sanayinin teknolojik dönüşüme uyum sağlamasında devlet desteğine duyduğu ihtiyacı kritik hale getirmektedir:

“En geride olan doğal olarak KOBİ’ler. ... Çünkü bu Endüstri 4.0’a bir yatırım gerekiyor, altyapınızı değiştirmeniz, cihazlarınızı değiştirmeniz, personelinizi eğitmeniz gerekiyor. Bunların hepsi de aslında yatırım demek. Yatırım da maliyet demek. Geri dönüşünü ne zaman alacağınızın belli olmadığı, belki iki yıl sonra alacağınız bir yatırım yapmanız demek. Bunu büyük şirketler çok daha rahat yapabiliyorlar ama KOBİ’lere baktığınızda —dünyada böyle Türkiye daha da zor durumda—, bu yatırımı yapabilecek durumu yok. ... Bunun için hibe ve yatırım kredi programları çok önemli açıkçası.” KMU9-STB

Katılımcıların, Türkiye imalât sanayinde devletin öncü rolüne ilişkin değerlendirmelerine bakıldığında, endüstri katılımcılarının ‘piyasa risklerinin paylaşılması’, ‘imalât sanayi aktörlerinin tümü tarafından benimsenecek ve izlenecek politika belgelerinin üretilmesi’ sorumluluğunu devlete yüklediği görülmektedir. Bu katılımcılar ayrıca altyapı, istihdam, Ar-Ge çalışmaları gibi farklı birçok konuda devletin öncü çabalarına ve yol göstericiliğine duyulan gereksinime işaret etmektedir:

“... uzun vadeli sistematik bir şey yok, sadece özel sektörün kendisinin çözebileceği bir şey değil. Mesela iyi bir haberleşme sistemi, nesnelerin interneti olmadan, siz Endüstri 4.0’ı konuşamazsınız. Dolayısıyla ne lazım bize, Endüstri 4.0 için nesneleri konuşuracak altyapı lazım. Bunu şahıs yapamaz, firma yapamaz, bunu devletin yapması lazım.” END3-OSTİM

Akademisyen katılımcılar ise ‘ticarileştirme ve sanayinin gelişmesinde devlet desteğini öne çıkaran bir yaklaşımla konuyu değerlendirmektedir. Tüm katılımcı değerlendirmeleri ışığında, devletin öncü rolünün savunma, havacılık ve uzay sanayi ile sınırlı olmadığı, imalât sanayinin tamamı için önem taşıdığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Devletin öncü rolü değerlendirilirken öne çıkan konulardan biri de **ulusal ve uluslararası rekabet yönünde bir motivasyonun teşvik edilmemesidir**. Türkiye imalât sanayindeki motivasyon eksikliği, özgünlüğü ve yenilikçiliği de olumsuz etkilemektedir. Rekabetin olmadığı bir ortamda, devlet satın almadığı sürece, firmalar yeni ürün geliştirmeye (yenilikçilik ve özgünlüğe) cesaret etmemektedir. Bu rekabet motivasyonu, katılımcılar tarafından daha çok havacılık ve uzay sanayi tartışmalarıyla ele alındığından, ilgili alt başlıkta detaylandırılmaktadır.

4.3.9. Bilim ve Teknoloji (BT) Yönelimli Olma Zafiyeti

Katılımcılar tarafından (10/34) ifade edilen, bir diğer Türkiye imalat sanayi ekosistemi özelliği de ulusal teknolojik bilgi birikimi yaratılmasını destekleyecek, bu birikimi artıracak olan **temel bilim araştırmalarına yönelik farkındalığın düşük olmasıdır**. Düşük farkındalık düzeyi, zihniyet sorunu tartışmalarında da değinildiği üzere **BT odaklı olmamaya** bağlıdır. Türkiye imalat sanayinin genelinde, Ar-Ge anlayışının yerleşmemiş olması ile Ar-Ge ve ürün geliştirme (Ür-Ge)'nin birbirine karıştırılması, sanayinin taşıdığı BT yönelimli olma zafiyetinin en belirgin göstergesi olarak değerlendirilebilir.

KMU3, “... biz biraz pıntıyız ya bu araştırma geliştirme konusuna para harcamada. Yani belki 5-10 kere düşünüyoruz, onu düşünene kadar tren kaçıyor” sözleriyle Ar-Ge çalışmalarına yeterince parasal kaynak ayrılmamasını, Türkiye'nin 'bitmeyen' yakalama çabasına gönderme yaparak ele almaktadır.

AKD3 ise Türkiye'nin bilgi üretmiyor oluşunu “Türkiye olarak bilgi üretmekten çok ürün üretiyoruz, bilgi üretimimiz yok denecek kadar az. ... Temel sorunumuz, bilgi üretmek. Bilgi üretmek de temel araştırmayla olur, bilime önem vermeye; biz mühendisliğe bilimden daha çok önem veriyoruz” sözleriyle öne çıkarmaktadır.

Burada, AKD3'ün açıklamasında yer verdiği, ürünleri de kendi özgün bilgimizden yola çıkarak değil, başkalarından *öğrendiğimiz şekilde ve öğrendiğimiz kadarıyla* üretmekte olduğumuza yönelik tartışmayı hatırlatmak faydalı görülmektedir. Katılımcılar tarafından daha önce de dile getirilen, Türkiye imalat sanayinde üretilen ve ticarileştirilen ürünlerin, başkalarına ait olan ürünler olduğu yönündeki bu tespit, ‘Ar-Ge çalışmalarına ilişkin farkındalığın düşük olması’ ile ilişkili olarak da ele alınabilir. Çünkü Türkiye imalat sanayinin bu başkasının ürünlerine olan bağımlılığı, sanayinin Ar-Ge faaliyetlerinin sınırlı olmasıyla da yakından alakalıdır:

“Aslında biz biraz önce söylediğimiz gibi bilim-teknolojiyi üreten ülke olmadığımız için Ar-Ge’yi fikirden alıp da Ar-Ge yapmıyoruz. Biz genelde mevcut olan bir ürün var, isteyenler de öyle istiyor, geliştirenler de öyle geliştiriyor. Mevcutta bir ürün var, yani bir fikir var da fikiri ürüne dönüştürmek değil, biz aslında bir ürün geliştirmiş oluyoruz çoğunlukla. Yani o mantık bizdeki yerleşen mantık da yanlış değil. Eğer diğer ülkelerdeki gibi araştırma geliştirme, temel bilimlere verilen önemle birlikte başlasaydı, orada fikirden gelirdi gerçekten. Ama bizde genelde tersine mühendislikten ürüne ulaşmayı çalışıyoruz. İnovasyon çok yok bizde o buluş.” AKD12-ODTÜ

Katılımcının değerlendirmesinde, Ar-Ge ve Ür-Ge ayırımına işaret ettiği görülmektedir. Bu ayırma dikkat çekilmesi, temel bilim araştırmalarının yaratıcı, özgün düşüncelere ve bağımsız bir araştırmacı merakına dayanan yapısının yeniden vurgulanması noktasında

önemli görülmektedir. Ar-Ge ile Ür-Ge arasındaki ayrıma, END2 tarafından da dikkat çekilmektedir. Katılımcı “*Yüksek teknolojiler kapalı kutulardadır. Biz o kapalı kutularla çalışmıyoruz. Daha iyisi yapılabilir ama Ar-Ge gerek. Bizim daha gerçek anlamda Ar-Ge’imiz yok. Çoğu yapılan Ür-Ge yani ürün geliştirme çalışmaları*” diyerek, Türkiye’nin yüksek teknoloji konularına mesafesini, Ar-Ge ihtiyacını işaret ederek ele almaktadır.

Katılımcıların Ar-Ge faaliyetlerine dair değerlendirmelerinde, kamunun denetiminde faaliyetlerini sürdüren araştırma merkezlerine de değindikleri görülmektedir. Örneğin KMU8, Ar-Ge çalışmalarının desteklenmesinde TEYDEB üzerinden TÜBİTAK’a rol atfetmektedir:

“Bence TEYDEB’de de ciddi düzenlemeler yapılmalı. Ben masanın iki tarafında da oturdum; TEYDEB’den destek de aldım, destek de verdim, dolayısıyla o işleyişi çok iyi biliyorum. Bence yetersiz şu an, mevcut hali ihtiyaçları çok fazla karşılayamıyor. İnovatif fikirlere açık, Ar-Ge niteliği yüksek projeleri seçici ve desteklerin miktarı, zamanında ödenmesi gibi yollarla motivasyon ve verimliliğin artırıldığı, Ar-Ge niteliği yüksek projelerin daha iyi desteklendiği bir yapı olabilir.”
KMU8-SSB

KMU5 ise TÜBİTAK’ın bu rolü üstlendiğini ancak kendisine sunulan proje önerilerinde bir ‘kapasite eksikliğinin’ söz konusu olduğunu ifade etmektedir:

“Endüstri 4.0 kapsamında alt alanlar belirleniyor, bize geliyor. Bugün Endüstri 4.0 ne dediğinizde aklınıza gelen, ortaya çıkan her başlıkla ilgili çağrılar oluşturulmuş durumda, boşluk yok. Ama kapasite olarak bakıldığında eksiklik var. Biz bu kapasitenin artırılmasını tabiki isteriz ama TÜBİTAK olarak üniversitelere gidip ‘şu alanlarda araştırma yap’ diyemeyiz.”
KMU5-TÜBİTAK

BT yönelimli olma, yenilikçi bir motivasyonla Ar-Ge çalışmaları yapma zafiyeti neredeyse ele alınan tüm özelliklerin kesişiminde yer almaktadır. Bu zafiyet, özellikle Türkiye imalat sanayinin ‘karakterize olduğu’ geç kalmışlık, teknolojik dönüşümleri yakalama çabası, ticarileştirmenin eksikliği, sürdürülebilir bir imalat sanayi ekosistemi yaratılamaması gibi özelliklerin ‘gerekçesi’ni oluşturmaktadır.

4.3.10. Sivil Toplum Kuruluşları (STK)’nın Kolaylaştırıcı Rol Üstlenmesi

Araştırmanın Yöntemi bölümünde belirtildiği gibi, bazı katılımcıların STK’larda çeşitli kademelerde görev aldıkları bilinmektedir. Bununla birlikte gerek araştırma sürecinde yapılan görüşmelerde gerekse bu süreçte takip etme olanağı bulunan ulusal etkinliklerde Türkiye’deki faal STK’ların, imalat sanayinin aktörlerini bir araya getirme rolünü etkili bir şekilde yerine getirdiği gözlenmiştir.

STK’ların Türkiye imalat sanayinde rolüne bakıldığında, özellikle 1990’lı yıllarda başlayan AB’ye sosyal uyumun sağlanması sürecinde, bu kuruluşların güçlendiği görülmektedir. Günümüzde de STK’lar özellikle ekonomik, teknolojik ve sosyal dönüşümlerin çalışma

yaşamı üzerindeki etkilerine dair farkındalık yaratma ve ilgili aktörleri bir araya getirme konularında öne çıkmakta ve kolaylaştırıcı bir rol üstlenmektedir. Üstlendikleri bu misyon ile imalât sanayi ekosisteminin önemli bir aktörü olmakta ve giderek güçlenmektedir. Özellikle TMMOB, TÜSİAD, TTGV gibi kuruluşların imalât sanayinde faaliyet gösteren firmaların bilgilerini ve farkındalılıklarını artırmak amacıyla hem çalıştay, toplantı gibi aktörleri bir araya getirecek etkinlikler düzenledikleri hem de rapor, çalışma notu gibi yazılı dokümanlar yoluyla yaygınlaştırma faaliyetlerini sürdürdükleri görülmektedir.

Katılımcılar arasında END3, imalât sanayi ekosisteminde aktörlerin bir araya geldiği yapıların oluşturulmasına dikkat çektiği değerlendirmesinde (bkz. s.187) sivil topluma değinmektedir. END5 ise bir STK olarak ‘kolaylaştırıcı bir rol’ üstlendiklerini ifade etmektedir:

“... bizim konumumuz kolaylaştırıcı bir pozisyon, Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı. ... Şimdi kolaylaştırıcı bir kuruluş, eğer diğer taraftan bir talep varsa daha faydalı olur. ... Burada merkezde sanayi var, sanayinin taleple gelmesi gerekiyor. Bir şey talep etmeyen bir sanayi olduğunda, biz belki akıl veren, metodolojiler konusunda aydınlatan, birlikte konuşmalarını sağlayan bir kolaylaştırıcı rolümüz olur. ... Bence konum olarak, talep geldiği sürece konumumuz çok güçlenir, talep yoksa network sağlayan, entelektüel kapasitelerini artıran bir pozisyonumuz olur. Ciddi talep gelmesi lazım.”
END5-TTGV

4.3.11. Sanayi ile Teknik İşgücü Arasındaki Nitelik/Beceri Uyuşmazlığı Sorunu

Bir diğer özellik olan, Türkiye imalât sanayi ekosisteminin ile teknik işgücü arasındaki **nitelik/beceri uyumsuzluğu sorunu**, ulusal eğitim politikalarının uygulanmasında da bir yap-boz-yap stratejisi benimsenmesi ve uzun vadeli hedef oluşturulamamasından kaynaklanmaktadır. Bu konu, 2.3. başlığında ele alındığından burada yalnızca tespitin paylaşılması yeterli görülmüştür.

Sonuç itibarıyla, teknolojik dönüşüm kavramı, **Türkiye için** sadece Endüstri 4.0’ın taşıdığı dokuz teknolojiyi kullanmak anlamına gelmemekte, —yukarıda sıralanan özelliklerin tümünde yaşanacak kapsamlı bir değişim ile— ‘bu dönüşüme uyum sağlanmasını’ işaret etmektedir. Katılımcılar da Türkiye’nin teknolojik dönüşüm potansiyelini değerlendirirken sıklıkla ‘geçmişten bugüne taşınan BT anlayışına gönderme yapmaksızın teknolojik dönüşümün tartışılmayacağı’ ifadelerine yansıtılmışlardır.

Türkiye imalât sanayi ekosisteminin genel özelliklerini kısaca açıkladıktan sonra bu ekosistemin içinde yer alan **THUS ekosisteminin** güncel görünümü, geleceği ve ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün nasıl yetiştirileceği, teknolojik dönüşüme uyum kavramı

etrafında ele alınmış, araştırma verileriyle desteklenerek bulgulara dönüştürülmüş ve aşağıda değerlendirilmiştir.

4.4. Katılımcıların Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Ekosistemi Konusudaki Değerlendirmeleri

Bu bölüm, üç alt başlıktan oluşmaktadır. İlk alt başlıkta, katılımcıların THUS'un dününe ve bugününe ilişkin değerlendirmelerine yer verilmektedir. İkinci alt başlık, verimli bir THUS ekosisteminin oluşturulması hakkındaki öneriler için ayrılmıştır. Üçüncü alt başlıkta ise THUS'un geleceği, ihtiyaç duyulan nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesine yönelik görüşler etrafında ele alınmaktadır. Hali hazırda istihdam edilen nitelikli teknik işgücünün mevcut durumu ile teknolojik uyumu yine bu bölümde tartışılmaktadır. Bu bölümün tamamında, katılımcı önerileri ilgili kısımlarda sıralı şekilde sunulmuş ve tezin önemli bir bölümü olan **entegre eğitim işbirliği modelinin** tasarımı esnasında da bunlardan yararlanılmıştır.

Kendine özgü bir yapısı olsa da THUS, ulusal imalât sanayi ekosisteminin bir parçası olarak, bu sistemin bazı özelliklerini ve sorun alanlarını devralmıştır. Dolayısıyla bu alt başlıkta, THUS'un hem imalât sanayinden devraldığı özellikleri hem de gelişimi ele alınmaktadır. THUS ekosisteminin verimli hale getirilmesi için yapılması gerekenlere dair katılımcı önerilerinin ve değerlendirmelerinin (34/34), THUS'un tarihsel arka planına ve kendine özgü yapısına dayandırıldığı görülmektedir. Bu tarihsellik, yukarıda da sıralanan imalât sanayinin genel özelliklerini sadece doğurmamış, THUS'un kendine özgü gelişimine de biçim vermiştir.

4.4.1. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Ekosisteminin Dünü ve Bugünü: Ekosistemin Yeşeremediği Toprak

“... Türkiye'nin en büyük cari açığı bilim ve teknolojidir. Ekonomik açıkların tamamı da bir semptomdur. Biz bilim ve teknolojiyi toparlayamadığımız sürece ülke olarak ekonomik cari açık vermeye devam edeceğiz.” END5-TTGV

Katılımcıların ifadeleri, THUS'daki atılımlar ve düzenlemeler, 20. yüzyılı THUS'un dünü; 2000'li yıllarla başlayan Milenyum'dan günümüze kadar geçen sürenin de THUS'un bugünü olarak ele alınmasını gerektirmiştir. 2000'li yıllarda AB müktesebatına uyum süreci, UYS konusunda atılan adımlar, artan üniversite-sanayi işbirlikleri ve mevzuat düzenlemeleri, bu iki tarihsel dönem olan dünü ve bugünü ayırmakta 'işlevsel bir ayraç rolü' görmüştür. THUS ekosisteminin geçmişine hem araştırma verileri hem de literatür

ışığında bakıldığında, THUS'un iki temel özellik ile karakterize olduğu görülmektedir. Bunlar, geç kalmışlık ve kesintiye uğramadır. **Geç kalmışlık** özelliği, Osmanlı İmparatorluğu'nun BT alanındaki gelişmeleri takip edemeyişi ve bu gelişmelerin ihtiyaç duyduğu insan gücünü yetiştirecek eğitim altyapısını kuramayışına bağlıdır ve Cumhuriyet tarafından da devralınmıştır. **Kesintiye uğrama** özelliği ise yine geç kalmışlıkla bağlantılı olacak şekilde kendine özgü dinamikler yaratmıştır. BT ve sanayi altyapısı kurma ve çağdaş eğitim hamleleriyle karakterize olan Cumhuriyet döneminde yaşanan gelişmeler, zaman içinde ortaya çıkan yap-boz-yap dizgesi nedeniyle kesintiye uğrayarak, yarıda kalmıştır. END7 ve END4 bu 'geç kalmışlık' ile 'kesintiye uğrama/süreklilik' özelliklerini ilişkilendirmektedir:

“Yapılmış çalışmaların bir kere çok geç başladığını düşünüyorum. Geç başlamamıza rağmen katedilen yolu da önemli buluyorum. Tabii söylemek lazım son 20 yıldan bahsediyorum ben, ondan öncesini saymıyorum. Bazı çalışmalar yapılmış ama devamı gelmemiş.” END7-TUSAŞ

“... havacılık sanayinde düşündüğünüz zaman biz yaklaşık 100 yıl geride kalmış bir teknolojiye bahsediyoruz. 1900'lerde başlayan teknolojiyi biz 2000'lerde tetiklemeye başladık. Bu tetiklemenin devamı için de bunun devamlılık niteliğinin, potansiyel ihtiyaçların artırılması gerekiyor. Yani ülke ihtiyacını kapatmamalı.” END4-TUSAŞ

Her ne kadar BT'de geç kalınmışlıkla karakterize olan bir ekosistem varsa da havacılık ve uzay sanayine yönelik farkındalığın, Osmanlı İmparatorluğu'nun son döneminden itibaren var olduğu açıktır. Ancak bu farkındalık, sanayideki gelişmelerin sürdürülebilirliğine yansımamış ve ekosistemdeki kesintiye uğrama haline engel olunamamıştır. Kesintiye uğrama konusunda katılımcılar tarafından (16/34) yapılan değerlendirmelerden seçilen iki örnek aşağıda sunulmaktadır:

“Aslında bizde de eskidir [havacılığın başlangıcı]; Türkiye'de havacılık tarihi 1900'lü yılların başına dayanıyor ama onlarda sürekli bir gelişim olmuş bizde ise bir duraklama dönemi yaşamışız. Aslında yani zaman zaman havacılıkla ilgili girişimlerimiz olmuş fakat çok sürdürülebilir olmamış; yatırım fazla olmamış gelişimler kısa süreli olmuş. Yani Nuri Demirağ gibi Vecihi Hürkuş gibi kişilerin yaptığı girişimler çok uzun nefesli olmamış, yani bugüne kadar sürdürememiştiz, sürdürülebilirlik olmamış. ... Türkiye'deki ilk tayyare fabrikası Almanlar tarafından kuruldu. ... Yani aslında o zaman Almanlar bize getiriyor havacılığı. Bir girişim var biliyorsunuz böyle kaçlı yıllar 1940'lı yıllar, 1945'lere kadar üretim yapıyor, '45li-'50li yıllar arasında bitiyor bu işler.” AKD6-AYBÜ

“Bizim esasında uzay olmasa bile havacılık alanındaki çalışmalarımız 1925'li senelere dayanıyor. Fakat birtakım talihsizlikler neticesinde bu çalışmalar tabii kesintiye uğramış, tekrar yeni çalışmaların başlaması da 1980'li seneleri buldu.” AKD8-THKÜ

THUS'un geçmişindeki kesintilerin anlaşılmasında, 1964 yılındaki ambargo tehdidi ve bunun ardından 1975 yılında yaşadığı 3 yıl süren ambargonun etkisinin fark edilmesi önemlidir. Ne var ki ambargo sürecinin hafıza tazeleyici etkisini de göz ardı etmemek gerekir. Yukarıda yer verildiği gibi, 1950'li yıllarda mevcut uçak ve motor fabrikalarını kapatarak kendi elimizle yok ettiğimiz havacılık sanayini bu vesileyle yeniden inşa etmiş

olmamız, yine kendi elimizle yıkmayacağımız anlamına da gelmemektedir. Bu tür hataların tekrarı, bir kültürel zafiyet olarak nitelendirilebilir. Burada en büyük kayıp, BT birikiminin de kaybolmuş olmasında ve her defasında sıfırdan başlanmasında ortaya çıkmaktadır. Gerçekten de havacılık sanayinde bilgi, teknoloji ve deneyim kaybı, 1974 yılında gerçekleşen Kıbrıs Barış Harekâtının ardından maruz kalınan silah ambargosuyla farkedilmiştir. Bu dönemde yaşananlar, yerli imalât altyapısına sahip olmanın önemini bir kere daha hatırlatmış, 1973 yılında TUSAŞ'ın, 1975 yılında ASELSAN'ın kurulmasıyla, ulusal teknoloji geliştirme hamlesi 'yeniden' başlamıştır. END6, "*Bizi aldılar, attılar denize. Kimse yüzmeyi biliyor musun diye sormadı, çırpına çırpına öğrendik*" sözleriyle bu alandaki çalışmalara sıfırdan başlamanın güçlüğünü işaret etmektedir. END6 değerlendirmelerine ambargoların kurumsal hafıza üzerindeki etkisini vurgulayarak şu sözlerle devam etmektedir:

"Kurumsal hafıza bana önemli geliyor, ... Bilgilerin zaman içerisinde kuşaklara aktarılması önemli. ... Değişim açısından belki kurumsal hafıza iyi bir şey olarak görülmeyebilir, ama şeyi unutmamak lazım 'ASELSAN niye kuruldu?' diye sorulduğunda, gençler bunu hatırlamıyorsa, bu [bir] sorun. Neden kuruldu, kendi gemimizi vurduk haberleşemediğimiz için, sonrasında ambargo. Bunları bilmek önemli, bunu bilmeyen bir genç, büyük zafiyet." END6-ASELSAN

KMU9 da bir ülkenin kendi özgün ulusal teknolojilerini üretebilmesini ve bunu sağlayacak teknik bilgiye sahip olmasını 'güçlü ülke' kavramıyla bağdaştırmaktadır:

"Havacılığı kullanabilmeniz için de kendinize ait uçaklarımız, ... her ölçekte havacılık unsuruna sahip olmanız gerekiyor, sizden olması gerekiyor. Çünkü havacılıkta baktığımızda, savunmada ambargo başladığı zaman —açık veya gizli ambargolar— eliniz kolunuz bağlı hale gelmiş oluyorsunuz." KMU9-STB

1980'li yıllar ise bir diğer önemli hamleye tanıklık etmiştir. 1984 yılında, Türkiye'nin kendi ihtiyaç duyduğu F-16 uçaklarının montajının ülke içinde yapılmasını sağlamak amacıyla TAI'nin kurulması THUS ekosisteminin önemli adımlarından biridir:

"Havacılık tarihini ben anlatırken yani yeni tarihimizi Özal'la başlıyorum. Yani 1984 yılında Türk havacılık uzay sanayi, TAI kuruluyor. Aslında Türk Havacılık ve Uzay Sanayi'nin kuruluşu 1973. Ama ondan sonra 1973'ten 1984'e kadar çok fazla bir şey yapılmıyor. ... 1984'lü yıllarda biliyorsunuz Türkiye'nin F-16 savaş uçağı ihtiyacı oluyor. Bu savaş uçağı ihtiyacı olunca rahmetli Özal 'biz bunu burda üretelim' diyor. ... Durum böyle olunca, biz de yavaş yavaş havacılığı öğrenmeye başlıyoruz." AKD6-AYBÜ

AKD6'nın da belirttiği gibi, THUS'un 1980'li yılları, daha çok 'montaj hattı'yla betimlenebilir. Havacılıkla ilgili çalışmalar, teknoloji transferi kriterleri ile sınırlandırılmışken, 1990'lı yıllarda yeniden bir 'ışık' belirmiş, THUS'un hava aracı imalâtında özgün bilgi birikimi 'yeniden' oluşmaya başlamıştır. Tüm kısıtlara rağmen sürdürülen Zirai İlaçlama Uçağı (ZİU) Projesi, THUS'da yerli teknoloji üretme kabiliyetinin geliştirilmesini sağlamıştır. ZİU Projesi'nin ticarileştirilebilir, özgün bir keşif

olmaktan çok ülkenin uçak imalâtı engellerini ortadan kaldırmada bir basamak olarak düşünüldüğü ve uçak üretme özgün deneyimi ile bilgisine erişme fırsatı olduğu anlaşılmaktadır:

“Türkiye’nin uçak konusundaki en büyük başarısı, ticari olarak hiçbir değeri olmamasına rağmen, Türkiye’ye çok büyük katkısı olan ZİU adlı uçakta oldu —zirai ilaçlama uçağı. Tasarlanıp üretildiği zaman dünyada zaten kullanımı yasaklanmıştı. Hiçkimse ciddiye almadığı için TAI’nin en büyük mühendis yetiştirme aşaması bu uçağın projesi esnasında oldu. Çünkü dünyadaki her türlü bilgiye ulaşabildiler en ufak bir yasaklama yoktu, hiç kimse ciddiye almıyordu. Uçak üretme konusundaki bilgi birikimi ZİU projesinde gelişti.” END10-Delta Havacılık

Ne yazık ki bu proje de yap-boz dizgesi çerçevesinde ortadan kaldırılmış, projede çalışan ekip dağıtılmıştır. Bu örnek de THUS’un kesintiye uğrama özelliğine açık bir örnek teşkil etmektedir. Böylelikle THUS’da tekrar montaj kıskacına geri dönmüştür. Görüldüğü gibi 20. yüzyıl başka bir deyişle THUS’un **dünü**, ‘iki adım ileri bir adım geri yürüyüşü’ sergilemiştir. THUS’un dününden bugüne gelişini END1 şu sözlerle özetlemektedir:

“Türkiye’nin havacılık sektöründe iki tane Türkiye’de kırılma noktası var. Bunlardan bir tanesi Cumhuriyetin ilk yılları ikincisi ise Kıbrıs. Kıbrıstan sonra TUSAŞ kuruluyor, 1975’de ASELSAN kuruluyor, 1978’de İşbir kuruluyor, 1981’de Aspirsan, 1982’de HAVELSAN, 1988’de ROKETSAN. ... 1970’lerde başlayan bazı ataklar var ancak bunlar hâlâ güçlü ataklar değil. 1990’lar, 1995’ler biraz daha kendimize, içe döndüğümüz ve daha tam ne yapmaya karar verdiğimiz bilemediğimiz yıllar. Ama 2000’lerden itibaren artık dünya seviyesinde ürün çıkarmaya başlıyoruz.” END1-ROKETSAN

THUS’un **bugünü** hakkındaki değerlendirmeler, 2000’li yıllardan bu yana geçen süreyi kapsamaktadır. Her ne kadar 20. yüzyılda yaşanan başarısız deneyimlerin etkisi, yeni Milenyum’da da kendini gösterse de 2000’li yıllar THUS için oldukça önemli görülmektedir. Bu yıllarda özellikle savunma sanayine yönelik kamu yatırımları artırılmış, THUS montajdan ortak üretime doğru ilerlemiştir. Özellikle 2004 ve 2005 yıllarına gelindiğinde, 20. yüzyıldan kopuş açık bir şekilde görülmekte ve THUS, **özgün üretim ve teknolojik derinlik** hedeflerine yönelmektedir:

“Bu kurumun [SSB] da işte dönemleri var. İlk on yılı hazır alım, ikinci on yılı ortak üretim, üçüncü on yılı özgün ürün, son on yılında işte şu an içinde bulunduğumuz, ... teknolojik derinlik olarak geçiyor. Siz bu teknolojik derinliği ana sanayiye yaptıramazsınız.” KMU1-SSB

“Türkiye’de savunma sanayinde, havacılık sektöründe bir yükselme eğilimi var. Bu üç senelik beş senelik bir gelişme değil çünkü artık ürün çıkartmaya başlıyorsanız bunun on senelik mazarısını, yirmi senelik mazarısını bilmemiz gerekiyor.” END1-ROKETSAN

“2005 yılından itibaren yavaş yavaş kendimize bir güven geliyor ve kendi ürünlerimizi üretmeye başlıyoruz. Aslında şu anda piyasada gördüğümüz Hürkuş, Atak, Anka, T-625 gibi özgün ürünlerimiz 2005 yılından itibaren piyasaya çıkmaya başlıyor, ilk uçuşunu yapıyor. ... Aslında bizim havacılıktaki hızlı gelişimimiz 2005 yılında başlıyor. O güne kadar biraz öğrenme periyodu var, emekleme periyodu var.” AKD6-AYBÜ

“Türkiye başlangıç adımını bence iyi bir noktada attı. Yani sanayi büyümesi üzerine yaptığı önemli çalışmalar var. Yaklaşık 2004 yılından beri çok ciddi bir —en azından kendi alanımda, savunma sanayinde— çok ciddi bir yatırım yaptığını düşünüyorum. Savunma sanayindeki atılımı da şöyle görüyorum. İlk, proje başladı. Birçok alanda amiral gemisi diyebileceğim projeler seçildi. İnsansız hava araçları, millî gemi projesi, millî tank projesi, füze ve roket projeleri olarak farklı ve ileri

teknolojik seviyede platform entegrasyon projelerine talip oldu Türkiye, kendini geliştirmek üzere. ... Özel sanayi, özel kuruluşlar kimisi de devlet kuruluşları olmak üzere akıllı ürün üretmeye başladılar, akıllı bombalar, akıllı uçaklar gibi. Bir sivil uçak geliştirme değil de askeri alanda İHA geliştirmeye odaklanan bir ülke yapısı oldu bizim kendi sektörümüze bakarsak. Bir yandan da bakarsanız bir sürü mühimmat projeleri. Bunların hepsi temel teknolojiyi değil ileri seviye teknolojiyi hedefleyen konulardı. ... Bu adım da yaklaşık 8-9 yıl sonra alt teknolojileri çağdırmaya başladı. Aslında en önemli kısım buydu. İlk başladığında, yurtdışı bağımlılık oranı yüzde 80'lerle başlayan projeler, şu anda yüzde 80'inden fazlasını kendi üreten firmaları, kendi üreten sanayilerini oluşturdu.” END4-TUSAŞ

END4'ün ifadelerinden de anlaşılacağı gibi THUS, 2000'li yılların başında üretken bir ekosistem olma yolunda 'yeniden' bir başlangıç adımı atmıştır. Bu konuda, AKD1'in tespiti önemli görülmektedir. Katılımcı AB uyum süreciyle de ilişkilendirerek, Türkiye'de uzay alanındaki çalışmaların 2005 yılında gelişmeye başladığını ifade etmektedir:

“Uzay konusu[nun] ... gelişmesinin birinci adımı olarak da 2005 yılını söyleyebilirim. 2005 yılında AB ile uyum süreci içerisinde araştırma ve geliştirme alanlarına hükümet para ayırmaya başladı, belirli kistasları sağlayabilmek için. Onun için seçilen dallardan birisi de uzaydı.” AKD1-İTÜ

2010'lu yıllarda ise THUS'un özellikle devlet destekli olarak savunma teknolojileri geliştirilmesi bağlamında şekillendiği görülmektedir. THUS'un 'ileri, yüksek ve kritik teknolojiler' ile çalıştığı ve bu teknolojilerin belirli bir dönemde ulaşılan en uçtaki teknoloji seviyesini temsil ettiği göz önünde bulundurulmalıdır. Burada 'ileri ve yüksek teknoloji' konuları havacılık ve uzay; 'kritik teknoloji' ise savunma sanayi ile özdeşleştirilmektedir. Bu alanların hem birbirleriyle hem de imalât sanayinin bütünüyle karşılıklı etkileşiminin önemini END3 “*sanayileşme dediğiniz sadece savunma değil*” sözleriyle ortaya koyarken, END1 de 'havacılık ve savunma' arasındaki ilişki üzerinden değerlendirme yapmaktadır:

“... savunmada bu ekosistemi oluşturmada SSB'nin ciddi katkısı var. ... Orada bunun bir zihinsel altyapısı var, bir farkındalık var. Ama sanayileşme dediğimiz iş sadece savunma değil diğer sanayiniz olmazsa savunmadan bir yere varamayız. Yani savunma bir mevcut sanayinin üstüne oturtulacak bir şey. Yani savunmadan gelerek sanayileşme çok zor bir şey; mümkün, olması gerekiyor ama yetmiyor.” END3-OSTİM

“Havacılık sektörü, savunma sanayi sektörü esasında birbiriyle paralel gelişen sektörler ve dünyada her zaman savunma sanayi havacılık sektörünü beslemiştir. Bakıyorsunuz, HAVELSAN, ASELSAN, ROKETSAN'ın ürün gamlarını artırması, TUSAŞ'ın özellikle artık Amerikan hisseleri millileştirildikten sonra, üretimini ülke içerisindeki ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirmesi, ... İHA sektöründe Türkiye'nin önünü açıyor. Buna sadece TAI'nin değil, özel sektörün de dâhil olması. Ardından ROKETSAN'ın havacılık sektöründeki bu üreticilere artık mühimmat bazlı ürün vermesi mesela İHA sektörünün önünü açıyor. Bugün Türkiye'de vakıf şirketleri de dâhil olmak üzere üç tane ana İHA üreticisi var. ... Bu üreticiler sadece Türkiye'de değil yurtdışında da satış yapıyorlar. Satış yaptıkları ülkeler, Ukrayna, Ortadoğu'daki ülkeler; bunlar çok ciddi atılımlar.” END1-ROKETSAN

Türkiye'deki savunma sanayi firmalarının, özellikle alt sistemler, askeri mühimmat konularında taşeron rolün ötesine geçerek özgün ürünlerini ürettiği görülmektedir. Hatta İHA tasarım ve imalâtı, Türkiye için öne çıkan bir stratejik üstünlük alanı olarak belirmektedir. Bilindiği gibi Türkiye, İHA teknolojisi konusunda önemli mesafeler katetmiş, kendi motorunu üretebilecek kabiliyete dahi erişmiştir. Bu bilgi birikiminin uçak

motorlarına taşınmasına yönelik çalışmaların desteklenmesi de bu açıdan değerli görülmektedir. END1, katedilen mesafe ile birlikte bir özgüven oluştuğunu dile getirirken, END9 da bir olgunluk seviyesine ulaşıldığını ifade etmektedir:

“Türkiye artık kendi özgüvenini oluşturmuş durumda. ... Artık istihkakımızı biliyoruz, neyi bilip neyi bilmediğimizi de biliyoruz. Haliyle de haddimizi bilerek bizim artık sivil sektörde de çok ciddi ürünler çıkartma zamanımız geldi.” END1-ROKETSAN

“... ana ürününüz varsa artık alt ürününüz olur. Düne bakalım Anka olmadan önce, Baykar olmadan önce, Karayel olmadan önce bizim bir tane askeri servo üreticimiz var mıydı, yoktu. Şu an kaç tane var; üç tane var. ... Dünyada üç tane ana servo üreticisi varken, sizin bunların muadilini üreten, kendi içinizde üç tane firmanızın olması ne demek; bunlar çok büyük cesaretler, çok büyük ilerlemeler bana kalırsa. Şu an devletin de desteklediği işin içinde; Kale grubu, motor üretiyor; TEI, motor üretiyor; TR-Motor, motor geliştireceğim diyor. Gene sizin üç tane büyük segmentte motor üretmeye talip olan, motor üretecek firmanız var bu ne demek. Yani ... olgunlaşma noktası buralardır.” END9-NUMAŞ

Türkiye'nin kesintili ilerleme yönündeki tarihine rağmen, bugün geldiği aşama, havacılık ve uzay sanayindeki çabaların hiçbir kesintiye uğramamış olması halinde Türkiye'nin nerede olabileceğini bir kez daha düşündürmektedir. Yukarıda yer verildiği gibi, Vecihi Hürkuş, eğer Türkiye'de yabancı milletlerin verdiği önem ve teşviklere benzer bir yapı bulunsaydı, Türkiye'nin havacılığın babası unvanına sahip olacağına şüphe götürmez bir hakikat olduğunu dile getirmektedir (bkz. s.4).

Ele alınan bu ekosistemin, 2000'li yıllardan 2010'lu yıllara olan gelişimi bağlamında hem THUS tarihinden hem de imalât sanayi ekosisteminden devraldığı sorunlarının ortaya konulması **THUS ekosisteminin bugününün** anlaşılmasında önemli görülmektedir.

Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Ekosisteminin Özellikleri

Katılımcılar tarafından havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin, **en kritik, ileri, yüksek teknolojiyi kullanan** sanayi olma özelliğinin ön plana çıkarıldığı görülmektedir. Bu özelliği doğrultusunda havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin, imalât, tasarım teknolojilerinde meydana gelen dönüşümlere uyum sağlama kapasitesinin yüksek olduğu ifade edilmektedir:

“... Havacılık ve uzay endüstrisinin özelliği nedeniyle onlar zaten belirli bir standardı, belirli bir düzeyi sağlamak zorunda. ... Buna en hazır sektör, herhalde bizim sektördür. Çünkü doğası itibariyle ileri teknoloji ürünleri kullanıyor dolayısıyla daha kolay geçiş yapacaklardır diye tahmin ediyorum.” AKD1-İTÜ

Hatta AKD3, havacılık/uzay teknolojilerindeki gelişmenin sanayinin dahi önünde seyrederek oraya bilgi aktaran yanını öne çıkarmaktadır:

“... biz uzay teknolojisiyle uğraştığımız için genellikle toplum ya da endüstri bu konuya geldiğinde biz belli bir aşamayı geçmiş oluyoruz. ... Uzayda çalışacak bir sistem kurguladığımızda zaten akıllı bir şekilde ve kendi kendine, kendi kendini kontrol ederek, denetleyerek, iyileştirerek gerekiyorsa hani bu tür işlemleri yapan sistemler üzerine çalışıyoruz doğal olarak. ... Bir de tabii bu kapsamda yine bizim ilgi alanımıza giren otomatik olarak da destek sağlamak üzere özellikle uydu teknolojileriyle girgin bu

nesnelerin interneti konusu var. ... tabi bu kesintisiz haberleşmeye [bağlı]. Bir, sensörler doğru okuyup doğru bilgi verecekler, ikincisi aradaki haberleşmeyi sürekli ve kesintisiz sağlayacak. Burada tabi, ... birkaç kelimelik bir veri mi aktarıyorsunuz, görüntü mü aktarıyorsunuz, video mu aktarıyorsunuz, bunu hangi süreçlerden geçirip iki noktaya ulaştırıyorsunuz, aradaki bilginin ulaşma süresi ne, aradaki gecikme miktarı ne gibi birçok konu var. Bunların hepsi önemli. Hani biraz ne diyelim bu kapsamda baktığımızda kendi içinde bulunduğum ortam nedeniyle ... hani biraz endüstrinin önünde gidip oraya çalışmalardan bilgi veren bir durumdayız baktığımızda.” AKD3-İTÜ

Burada THUS’un kullandığı teknoloji seviyelerindeki farklılığa dikkat çekmek elzemdir. Türkiye imalât sanayi içinde havacılık ve uzay sanayi, teknoloji kullanımında ayrıcalıklı bir görünüm sergilemektedir. KMU3, KMU7, END7 ve END8’in aşağıda sıralanan değerlendirmeleri birlikte yorumlandığında, havacılık ve uzay sanayinin **tüm teknoloji seviyelerinin kullanıldığı bir imalât yapısına sahip olduğu** sonucuna ulaşılmaktadır. Başka bir deyişle, havacılık ve uzay sanayi hem en yüksek teknolojiyi hem de diğer teknoloji düzeylerini içermektedir. Bu yönüyle de çok daha ‘kendine özgü’ bir görünüm kazanmaktadır. Bu konuyu KMU3, ‘hangi işlerin otomasyona devredilebileceği’ sorusu üzerinden değerlendirmektedir:

“... prosedürlü yapılan işlerde ne kadar biz insan kullanıyoruz ne kadar makina kullanıyoruz, bunu düşünmek lazım. Prosedürü olan işten kastım mesela bu şeyle olabilir belli adımları olan üretim. ... Şimdi uzay tarafından bakacak olursak, ... bizim için bu prosedürler ve işin nasıl yapıldığı çok önemli, sonuç da çok önemli kalitesi de çok önemli. Çünkü siz bu uyduyu uzaya gönderdiğiniz zaman geri getirme şansınız yok ya da bir insan göndereyim ya da bir robot göndereyim tamir edeyim gibi şeyler inanılmaz pahalı şeyler. ... O yüzden bizim çok öncesinden bunları belirli standartlara göre yapıp, izleyip, üretip, birleştirip, test etmemiz gerekiyor. İşte şimdi bunların ne kadarını teknisyensiz yapabiliriz o da meçhul çünkü her uydu aslında kendine has başka bir şey, tasarımı değişebiliyor, teknoloji zaten değişiyor, siz her seferinde daha yeni, iyi bir şey buluyorsunuz. ... İnsan işlerinin ne kadarını makinaya devredebiliriz?” KMU3-TÜBİTAK Uzay

Katılımcı, havacılık ve uzay sanayinde bazı teknolojilerin üretiminde (ör. uydu), otomasyona geçmenin mümkün olmayacağını, “*Mesela uydunun bir araya getirilmesi için süreç, her uydu için özeldir. ... hep üzerine bir şeyler kata kata gidiyoruz o yüzden tekrar eden işler az bizde yani. ... Entegrasyonda her ürün için kendine özgü bir durum var. ... [Bu nedenle] kendine özgü şeyleri yine bizim insanlarla götürmemiz gerekiyor*” sözleriyle ifade etmektedir. Benzer şekilde KMU7 de “*Machine learning, deep learning gibi sistemlerin üretim süreçlerinde kullanıldığını, kendi kendini rapor eden robotların iş süreçlerine girdiğini biliyoruz. Ama daha önce de söylediğim gibi uçaklar biraz handmade üretim gibi*” sözleriyle bu sanayinin ‘insanın bilişsel becerileri ile el becerisine dönük’ yapısını öne çıkarmaktadır. END7 ve END8 de Endüstri 4.0 teknolojilerinin hem önde gelen üreticiler hem de kendileri (TUSAŞ) tarafından, imalât ve özellikle de tasarım süreçlerinde kullanılmaya başlandığını dile getirmektedirler:

“Artırılmış gerçekliği üretime entegre etmeye çalışıyoruz. O yönde çalışmalar var ama hızlı ilerlemiyor. TAI içerisinde bununla ilgili çalışan bir ekip var, e-fabrika, e-operasyonlara uyum sağlama

çalışmalarını yürütüyor. 3D üretim gibi yeni üretim tekniklerine ihtiyaç duyuyoruz ama henüz bunları, bir yöntemle alana uygulayabilmiş değiliz. Şimdi her şey 3D ile, model-based definition ile her şey. ... Bu konularla sadece biz uğraşmıyoruz, bütün üreticilerin gündeminde bu konular var. Yani Boeing, Airbus da 3D'ye geçme çabasında. Kompozit teknoloji ve katmanlı üretim havacılık ve uzay sanayinin güncel konuları. Katmanlı henüz realize edilmiş değil, herkes istiyor ama. GE'nin, TEI'nin 3D parçaları kullandığı ürünleri var. 3D imalât üretimin süresini kısaltıyor, üretimdeki bazı kısıtları aşıyor. Varolan fiziki yöntemlerle üretmediklerimizi üretmeyi sağlıyor. Bunlar avantajları, dezavantajları da var tabii. Üretimin kalitesi aynı olmuyor, aynı kalitede parça sağlanamıyor. Mekanik parçalardaki kalite ile aynı olmuyor, tabii şimdilik.” END7-TUSAŞ

“Airbus ve Boeing grubu Endüstri 4.0'a çok yaklaşmış durumdadır. Kendisini rapor eden makineler var bu firmalarda. Makinanın kendisi sitem raporu veriyor, o kadar sofistike hale gelmiş ki birbiriyle konuşan sistemler, makineler, cihazlar var orada. Kendi bakımıcısına, üreticisine, tamircisine rapor gönderen makineler üretimde kullanılıyor. ... 3D üretim ve tasarımda, biz tasarlama ve üretim konusunda bunun başlangıç aşamasındayız. Bunun yaygınlaşması için, kullandığımız makinelerde tüm dünyanın kullandığı 3D tasarım ve analiz programlarını kullanıyoruz. Bizim çıkardığımız 3D modellediğimiz bir parçayı NC tezgahlarına gönderdiğimizde arkadaşlarımız da onun üzerinde aynı şekilde çalışmaya devam ediyorlar. 2D çalışmıyoruz artık.” END8-TUSAŞ

Katılımcıların yanıtlarında, havacılık ve uzay sanayindeki imalâtın bazı aşamalarında Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanılmasının neredeyse zorunluluk halini almasına karşın, bazı yaratıcılık gerektiren aşamalarda, özellikle tasarımda, el becerisi/zanaat düzeyinde işçiliğin gerekliliği öne çıkmaktadır. Dolayısıyla THUS kendi içinde, Türkiye imalât sanayinin geniş yelpazesini barındırmaktadır. Bu yönde görüş bildiren katılımcıların, THUS ekosisteminin ana yürütücüsü olan araştırma enstitüleri ve ana yüklenicilerinden biri olan firma bünyesinde görev almaları, yapmış oldukları değerlendirmeleri ayrıca önemli kılmaktadır.

THUS ekosisteminin bir diğer özelliği de **imalât sayılarının sınırlı olmasıdır**. Katılımcılar havacılık ve uzay sanayinde üretim sayılarının, bu sanayinin taşıdığı genel yapı itibarıyla az olduğunu değerlendirmektedir.¹⁶⁸ Katılımcılar buradaki değerlendirmelerinde diğer sanayilerle (ör. otomotiv sanayi) karşılaştırmalara da başvurmaktadır. THUS'un üretim sayılarının az olması, sanayinin Endüstri 4.0'a uyumluluğuyla da ilişkilendirilmektedir:

“Türkiye'deki otomobil fabrikalarının dışında. ... Savunma sanayinde üretim biraz daha yavaş “Havacılık tarafı sayıları itibarıyla diğer sektörlerden çok ayrılan bir sektör. Havacılık sektöründe 10 adet dediğiniz zaman seri imalâtı söylüyorsunuz. İmalât metodlarının istenilen, üretilecek olan ürün sayılarına göre değişmesinden ötürü ... belki de ihtiyaç da yok.” END9-Numaş

“... Savunma sanayi daha çok butik üretim. Üretimde binli, on binli sayılara yeni ulaşıyoruz.” KMU7-TÜBİTAK SAGE

“Havacılık uzay anlamında da imalât miktarları arttıkça, siparişler arttıkça [Endüstri 4.0'ın] daha çok uygulanması mümkün olacak. Çünkü Endüstri 4.0 dediğinizde aslında seri üretimi aklınıza getirmeniz

¹⁶⁸ İmalât sayılarının az olması havacılık ve uzay sanayinin genel bir özelliği olarak görülebilir ancak özellikle ticari hava aracı imalâtçısı ülke ve firmalara bakıldığında, parça ve hava aracı imalâtı sayılarının yüksek olduğu görülmektedir. Buradan hareketle, THUS'da üretim miktarının az olması, henüz sanayinin özgün ürünlerine yeni yeni kavuşmaya başlaması, bu ürünlerin ticarileşmesinde ise çok daha yeni olmasıyla da açıklanabilir.

lazım. Yani butik üretimler Endüstri 4.0'a çok uymuyor. Mesela bizim şu an adetleri düşük ... Endüstri 4.0 zaten bir yatırım zararına neden olur. Çünkü Endüstri 4.0'ın mantığında, makinaların birbiri arasında haberleşmesi, yapılacak üretimin daha az insanla, daha yüksek kalitede ve daha uygun maliyetlerle çıkması gibi hedefler var.” KMU1-SSB

“Seri üretimde o üretimden beş tane üretiliyor hatta seri üretim değil o zaten butik üretim oluyor. Ona yönelik bir Endüstri 4.0 oluşması. Çünkü hani bir otomobil fabrikasında bu büyük ölçüde daha basit işliyor, bir program alıyorsunuz, bir sürü robot alıyorsunuz, bir sürü makinanız var, alın size karanlık fabrika oluyor. Ama bizim öyle bir şansımız çok fazla birim, çok fazla proje, çok fazla karmaşık bir yapı olduğundan o şekilde bir uygulama mümkün değil. Biz kendimize göre o yüzden evirmemiz gerekiyor.” END12-ROKETSAN

“Türkiye’de şu anda çok büyük bir otonom fabrika yapısı olduğunu düşünmüyorum. ilerleyen, bu kadar yoğun, seri üretim olan bir konu değil. Senede elli bin otomobil yapan bir fabrikayla senede yirmi beş uçak yapan bir fabrika arasında üretim farkı var. Ama hatasız üretimler için, daha hızlı ve daha yetkin üretimler için bunun gerektiğine inanıyorum.” END4-TUSAŞ

“Endüstri 4.0 biraz bizi verimliliğe doğru götürüyor, daha verimli çalışalım. Doğası gereği, savunma sanayi verimlilik kaygısı çok yüksek olan bir sektör değildir çünkü onun stratejik kaygılarını ön planda yani effectiveness’ı [etkililiği] öne çıkarması lazım, efficiency’yi [verimliliği] değil. ... Havacılık ve uzay sanayi ‘batch production’ bazen de ‘one of a kind production’ yapar. O zaman verimlilik unsurları çok kritik olmayabiliyor, yani onu gözetmeniz gerekmiyor, olmalıdır yapılmıyor değil.” END5-TTGV

İfadelerden de anlaşıldığı gibi, ‘butik üretim’ yapan havacılık ve uzay sanayi, teknolojik dönüşüme sergilediği uyumda, ‘seri imalât’ yapan sanayi kollarından ayrı değerlendirilmektedir. KMU1, THUS’da üretim sayılarının artmasıyla bu uyumun ‘daha mümkün’ olacağını ifade ederken, bazı katılımcılar iki üretim tarzı arasındaki farklılıktan yola çıkarak, THUS’un teknolojik dönüşüme ihtiyacını sorgulamaktadır.

Havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin diğer sanayilerden belki de en ayırıcı özelliği, **mekanik ve aviyonik görev sistemlerinin farklı nesillerle ilerlemesidir**. Hava araçlarının aviyonik parçaları daha dinamik, değişken bir yapıdayken; mekanik kısımları, yaygın bir kabul gören “*çalışıyorsa, değiştirme*” prensibinden dolayı görece olarak daha durağan bir görünüm sergilemektedir:

“... ‘daha önceki adam nasıl yapmış, çalışan sistem ne, ben de aynısını yapayım, ben de ona gideyim, ben de bunu yapayım’. O yüzden siz hâlâ koskoca modern bir uçağın kanadının montaj jigini hâlâ bundan otuz sene önce nasıl yapıyorsa öyle yapıyorsunuz.” END9-Numaş

KMU6 da mekanik sistemlerin bu durağan yapısını, ‘uçuş emniyeti’ne dayandırarak şu sözlerle ele almaktadır:

“Sürekli uçuşa elverişliliği sağlamak, organizasyonu kurmak zorundasınız bir hava aracının uçabilirliğini koruyabilmek adına. Bu noktada mekanik komponentler değişmiyor. ... 1970’lerde yakıt pompası üretmiş firma 2070 yılında o yakıt pompasını, yani 100 yıl önceki tasarımının yedek parçasını üretmek durumunda. Teknolojik yenilik falan şey yapabiliyor burada, o dalgaya direniyorsunuz. Çünkü çok pahalı bir sektör, yenileyemiyorsunuz, yenilmeye kalksanız astarı yüzünü geçiyor öyle bir sıkıntı var burada.” KMU6-SSB

Buna karşın aviyonik sistemler de neredeyse ‘doğal olarak’ dinamiktir. KMU6 bu durumu “*Aviyonik bölümleri ... 20 yılda bir yenilemeniz gerekiyor, yani 20 yıl önceki havaaracı*

uçmakta zorlanıyor. Çünkü iletişim kuramıyor yeni entegre ettiğiniz sistemle” sözleri ile aviyonik sistemlerin değişmesindeki zorunluluğu ele almaktadır.

Havacılık ve uzay sanayinin savunma sanayi ile ‘kesişen’ yönüyle edindiği **gizlilik ve güvenlik bariyeri** de önemli bir özelliğidir. Katılımcılar tarafından, bu bariyere ilişkin iki nokta öne çıkarılmıştır. Birincisi, gizlilik nedeniyle kritik teknolojilerin transferinin mümkün olmamasıdır. Bu gizlilik ve güvenlik bariyeri, çerçeve olarak, mevcut kritik, ileri ve/veya yüksek teknolojinin bilgisinin transferini kısıtlamasını içermektedir. AKD11 bunu “... havacılık ve uzay teknolojisinde savunmaya dayanan bir teknolojinin transferi yasaktır. Dolayısıyla Türkiye savaş uçağı yapacağım diye piyasaya girdiği takdirde, teknoloji alamaz; adam bile yetiştiremez” sözleriyle ortaya koymaktadır. AKD1 ise “kritik teknoloji olduğu için, ... temel düzeyde şeyi verirler ama daha ötesini bizim el yordamıyla bulmamız lazım. Şu anda yaptığımız şey bu, bu olmak zorunda. Çünkü onun kritik noktalarını kimse size teknoloji transferiyle aktarmaz. ... Şimdiye kadar el yordamıyla gittik, alabildiğimiz, koparabildiğimiz bilgiyle yaptık” diyerek bu gizlilik bariyerini vurgulamaktadır. Gizlilik bariyerine bir örnek de END12’nin değerlendirmesidir. Katılımcı “... havacılık ve uzayda çok fazla örnek alabileceğiniz şeyler örnekler olmuyor elinizde yani. NASA’nın geçen sene ne yaptığını —çok gizli detaylar bunlar— bilmiyorsunuz, 40 yıl önce ne yaptığını bilebiliyorsunuz ancak” sözleriyle havacılık ve uzay sanayi çalışmalarındaki gizlilik eğilimine dikkat çekmektedir.

İkinci nokta ise Türkiye’nin de ‘el yordamıyla’ ürettiği yerli, özgün bilgisini saklayacağı bir gizlilik bariyerine ihtiyacı olmasıdır. Bu durum beraberinde, havacılık ve uzay sanayindeki tasarım ve imalât aşamalarında Endüstri 4.0 teknolojilerinin nasıl kullanılacağı, başka bir deyişle, yeni siber-fiziksel imalât sistemlerine, THUS ekosisteminin entegrasyonunun nasıl sağlanacağı sorusunu getirmektedir:

“... şirketin tümünün uyumunu şey yapmak biraz zor onun için. Savunma sanayi olmasından kaynaklı veri gizliliği biraz zorluyor. ... Siber güvenlik de onun için önemli bir kavram. O veriyi bir yerde toplama, oradan sonra veriyi işleme, bulut, internet üzerinden erişim. Bizde o ayakları zaten uygulanamayacak hiçbir zaman veya yeterince güvenli hale getirildikten sonra uygulanacak. Onun için bu firmaların böyle bir bariyeri var aslında. ... Belki de bizim ilk adımımız o güvenliği sağlama sonrasında diğer adımlara geçmek gibi olacak.” END12-ROKETSAN

Havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin bir diğer özelliği, bu sanayinin, uluslararası politika ile ilişkisinde ortaya çıkmaktadır. **Ülkenin politik gücünü artırması** şeklinde ifade edilebilecek olan bu özellik, havacılık ve uzay sanayinde yüksek teknoloji ile donanmış ürünlerin siyasi ve ekonomik üstünlük aracı olmaları bakımından önemlidir. KMU6 bu

durumu “*Bu savunma sanayi ile stratejik üstünlük sağlayabiliyorsunuz diplomatik yönden*” diyerek ifade etmektedir. Buradan da anlaşıldığı gibi, ülkeler sürdürdükleri havacılık/uzay çalışmalarıyla, uluslararası rekabette güçlenmekte, kendilerine, dünya ülkeleri arasında, daha prestijli ve güçlü bir yer edinmektedir:

“Havacılık/uzay alanında belli bir seviyeye gelmişseniz, bu ... lig değiştirmek gibi bir şey aslında. Hani ülkeler arasında, birinci lige çıkmanın yolu aslında havacılık/uzay teknolojilerine erişebilmek ve onu yapabilmekten geçiyor. Kendi uydunuzu yapabiliyorsanız mesela bu sizi bir adım öteye götürüyor ya da kendi uçağınızı yapabiliyorsanız, bu sizi bir adım öteye götürüyor. Kendi uydunuzu yörüngeye yerleştirebiliyorsanız o sizi birinci ligde daha ön sıralara getiriyor. ... ileri seviyedeki bir malzeme işleme ya da teknolojik seviyeye gelmiş olma, ülkeleri dünya üzerinde saygın bir yere getiriyor. Şu anda Türkiye'nin uzay erişimi olsaydı, Akdeniz'de Exxon Mobile petrol araması yapabilir miydi? Ülkelerin havacılık/uzay alanındaki yeri, dünyadaki yerini belirliyor.” K MU2-HUTGM

“Hürkuş'ların tamamı ya da o tarz eğitim uçaklarının tamamı istediğiniz zaman savaş uçağına döndürülebilir, dünyada bunun örnekleri var. ... O eğitim uçakları kara harplerinde inanılmaz bir destek kuvvet, üzerlerine faydalı yük bağlayarak. Tabi bunları kimse hedeflemiyor ama bunlar hep sizin dolaylı gücünüz olarak, karşı tarafa da caydırıcı bir etken olarak elinizde bulunuyor.” K MU1-SSB

“Türkiye kritik bir noktada, kendini savunmak, korumak zorunda. Toprakları, dünyanın her yeri için stratejik topraklar. ... Teknik donanımı çok kuvvetli bir ordu, Türkiye için çok önemli. Böylece caydırıcılığı sağlayacak.” END6-ASELSAN

THUS ekosisteminin genel özelliklerinin sıralanması ve örneklendirilmesinin ardından, günümüzde bu ekosistemin olumlu birtakım gelişmelere karşın neden sürdürülebilir, yenilikçi motivasyonla hareket eden üretken bir ekosisteme dönüşemediği ele alınmaktadır. Aşağıda, THUS ekosisteminin, hem imalât sanayi ekosisteminden devraldığı hem de kendine özgü sorun alanlarına yer verilmektedir. Görülmektedir ki ‘üretim sayılarının sınırlı olması’ ve ‘kesintiye uğrama/kesintilere maruz kalma’, THUS ekosisteminin kendine özgü iki sorunudur. Bu ikisi dışında kalan diğer tüm sorunlar, genel sanayi ekosisteminin, THUS’a yansımaları olarak değerlendirilebilir.

THUS'un İmalat Sanayi Ekosisteminden Devraldığı Özellikleri ve Sorun Alanları

Kesintilerin Yaşanması

Daha önce de ele alındığı gibi, THUS'un en çarpıcı özelliği, 20. yüzyılda havacılık sanayinde atılım yapan diğer ülkelerle neredeyse eş zamanlı olarak bu alandaki çalışmalarına başlamış olmasıdır. Cumhuriyet dönemiyle birlikte ‘makus talih’in yenilmesi amacıyla her alanda başlatılan yenileşme hamleleri içinde havacılık sanayinin de özel bir yeri bulunmaktadır.¹⁶⁹ Dolayısıyla burada bir geç kalmışlıktan söz etmek mümkün değildir. Ancak 1950’li yıllara gelindiğinde diğer ülkeler hızla çalışmalarına devam ederken, daha da önemlisi uluslararası rekabette hava aracı imalâtıyla başlayan yarış, bu yıllarda uzaya

¹⁶⁹ Konu hakkındaki bilgi, THUS'un gelişimi kısmında (bkz. s.48) aktarılmıştır.

taşınmışken, THUS'da dış alım stratejisi benimsenmiş, kurulu bulunan test ve üretim altyapısı atıl bırakılmıştır. Bu dönemde yerli üretimin terk edilmesiyle başlayan kesintinin 1980'li yıllara kadar sürmesi, THUS'un kendine özgü geç kalmışlık deneyimini doğurmuştur.¹⁷⁰

Malzeme, Tasarım ve İmalât Teknolojileri ile Test Altyapısında Dışa Bağımlılık

Katılımcıların (13/34) THUS ekosisteminin sorun alanları arasında öne çıkardıkları konunun test, malzeme, tasarım ve imalât teknolojilerindeki 'dışa bağımlılık' olduğu görülmüştür. Bu kapsamda öncelikle THUS ekosisteminin mevcut teknoloji kapasitesinin ortaya konulması tercih edilmiştir. AKD10'un millî savaş uçağı projesi üzerinden yaptığı değerlendirme, THUS'un teknolojik kabiliyetini ortaya koyması açısından önemlidir. Katılımcı, yerli savaş uçağı olan TF-X Projesi'nin ana yüklenicisi TUSAŞ tarafından yürütülen süreçte saptadığı bilgileri şu şekilde özetlemektedir:

"O rapordan gayri resmî duyduğum kadarıyla, resmî bir raporu bilmiyorum ama, bir savaş uçağı yapabilmek için 300 civarı teknoloji gerekiyormuş. ... Bunun 120 kadarı Türkiye'de sağlanabiliyormuş, bunları üreten, geliştiren, katkı sağlayabilecek kurumlar ortaya çıkmış. 180 civarı bizim ülkemizde yokmuş. ... Yani yarıya yakın yapabiliyoruz, yarıdan biraz fazlasını dışarıya bağımlı gibiyiz. O noktadan sonra çalışmalara başlandı. Şu anda kendi eğitim uçağımız var, ortaya çıktı, denemeleri yapıldı. Demek ki o açığın bir kısmını kapatmışız." AKD10-ODTÜ

THUS'un imalât kabiliyetine ilişkin değerlendirmeler bununla sınırlı değildir. Katılımcılar, zaman içinde kazanılan ve geliştirilen teknolojik kabiliyetlere karşın 'ithalata dayalı' imalâtın hâlâ ağırlıklı olduğunu ifadelerinde vurgulamaktadır. Bu yapıyı KMU2 "*biz sanayide ileri seviyede üretim yaparken bu makinaları zaten ithal ediyoruz. Yani örnek olsun diye söylüyorum bir titanyumu işlemek için mesela bizim makinalarımız yok, mesela bu havacılıkta kullanılan üst ileri seviye bir alaşımı kullanabilmek için de bizim kendi makinalarımız yok. Biz bu makinaları, dışarıdan alıyoruz*" sözleriyle ortaya koyarken, END3 de "*kritik teknolojiler ve kritik ekipmanlarını dışarıdan alma zorunluluğumuz var. Orda da zaman zaman ambargolara takılıyoruz*" diyerek hem dışa bağımlı imalât altyapısının varlığını ortaya koymakta hem de dönem dönem maruz kalınan ambargo sorununa gönderme yapmaktadır.

Yine katılımcıların malzemedeki dışa bağımlılığı vurguladıkları görülmektedir. AKD6 bunu "*Maalesef hava araçlarında kullandığımız birçok malzemeyi dışarıdan ithal ediyoruz*"

¹⁷⁰ THUS ekosisteminin kesintili ilerleyen görünümü, kendine özgü dinamikleri içinde barındırmaktadır. Bu konu, THUS ekosisteminin dünü ve bugününün değerlendirildiği kısımda incelenmiştir (bkz. s.212-233).

diyerek ortaya koymaktadır. Aşağıda katılımcıların yanıtlarından seçilen üç tanesi sıralanmıştır:

“Benim bugün uçak seviyesinde malzeme yapan malzemecim yok, malzemenin tamamı ithal. Türkiye’de alüminyum da üretiliyor, çelik de üretiliyor, nikel de kadmiyum da hepsi var ama benim uçak veya havacılık-uzay endüstrisinde kullandığım bütün malzemeler ithal.” AKD11-ESTÜ

“Malzemelerin neredeyse hepsi ithal. Uzay alanında kullanılan alüminyum 60-82, paslanmaz çelik 316 gibi özellikle uzay alanının gereksinimi olan ... özelliklere sahip malzemelerin hepsi yurtdışından geliyor ... Türkiye’de üretim sıfır, alüminyum ve çelik olarak. Halbuki dünyanın en büyük çelik üreticilerinden biriyiz. Fakat bu özel çelik yani işte şu buzdolabı, arabalarda kullanılan alüminyum ve çeliğin dışında havacılık ve uzay sanayine gereken bu özel kodlu çelik ve alüminyumların hiçbiri Türkiye’de yok.” AKD12-ODTÜ

“Malzeme olarak bakacak olursak, yüzde 80’i falan yabancı. Havacılıkta kullanılan üç-dört temel malzeme vardır; alüminyum alaşımları, nikel ve titanyum alaşımları ve kompozit malzemeler. Alüminyuma bakacak olursak, alüminyumun havacılık derecesi dediğimiz 60 serisi ve 70 serisi. ... Türkiye’de 60-61 yapılıyor mu bilmiyorum ama bazı savunma sanayinin alüminyumları bile yurtdışından mesela Hollanda’dan geliyordu. ... Nikel ve titanyumun bildiğim kadarıyla hepsi yurtdışından geliyor. ... Kompozit için de geçerli bu. Mesela kompozitte iki, üç sağlayıcı var, Hexcel var, Toray var. Bunları, kompoziti bu firmalardan alabiliyorsunuz değişik formlarda. Çünkü Boeing, Airbus yaptığı uçakları bu malzemelerle certifiy etmiş. Siz malzemeyi replace edemiyorsunuz, buradaki asıl sınırlayıcı faktör bu.” AKD2-Sabancı Ü.

Değerlendirmelerden görüleceği gibi, havacılık ve uzay sanayinde kullanılan malzemenin temininde belirgin bir dışa bağımlılık söz konusudur. Bu bağımlılığın daha da ileri boyutu, imalâtta kullanılacak herhangi bir malzemenin sadece parça bazlı temin edilebilmesi yönündeki düzenlemelerin varlığıdır. AKD2 bu durumu “... ve bunlar parça bazlı geliyor. ... Yani mesela siz havacılık titanyumu almak istediğinizde alamıyorsunuz, Boeing’in ya da Rolls Royce’un şu parçası için alıyorum ... dediğiniz zaman alabiliyorsunuz” diyerek sanayinin egemen firmalarının ‘geç kalanlar’ın kendilerine yetişmesini hemen her yoldan engellemeye çalışmalarını da açığa çıkarmaktadır. Bunun bir adım ötesi ise bu firmaların alaşımlarını yalnızca kendilerinin bildiği parçaları imalâtta kullanmalarınıdır:

“... Hatta bazı firmaların kendi malzemeleri vardır. Mesela Rolls Royce’un, GE’nin kendi geliştirdiği metal malzemeleri vardır, içindeki alaşımı sadece onlar bilir. Çünkü tasarımı kendi parçasıdır, o malzemeyi nasıl geliştirdiğini, işte bütün oradaki ısıl işlemleri falan kendi yapıyor, kendi prosedürü var malzemeyi geliştirmek için.” AKD2-Sabancı Ü.

İmalâtta kullanılan malzeme kadar önemli bir diğer alan da yazılımların ithal olmasıdır. KMU7 bu durumu, “bizim kullandığımız benzetim yazılımları, tasarıma destek veren tool’lar; bunları kullanarak üretiyoruz ama bunların hepsi ithal” sözleriyle ifade ederken, AKD7 “Ben şimdiye kadar hep tasarımda çalıştım. ... Bunun için her firmanın kullandığı yazılımlar var. Bu yazılımların hepsi ithal. ... Tabi firmalar kendi basit yazılımlarını da geliştirebiliyor. Ama bu yani yüzde 10-20’yi geçmez. ... bu yazılım araçları olmadan hiçbir şey yapamazsınız, yani yüzde 80 teknoloji de ithal diye düşünüyorum” diyerek THUS’un

yazılımdaki bağımlılığını ortaya koymaktadır. Buna ilişkin en çarpıcı örnek, AKD9 tarafından verilmiştir:

“Kod mesela şimdi gittim TAI’ye dedim ki ‘benim kodum var, hiçbir yere bağlı değil’, gittiler Siemens’in kodunu aldılar, anlatabildim mi. Kullanılan bütün alt sistemler de yabancı. Allah göstermesin Dassault bir desteğini çekse ülkeden çizgiyi şurdan şuraya alacak bir kodumuz yok.”
AKD9-THKÜ

Bu ithalat ağırlıklı dışa bağımlı yapıya rağmen, özgün düşünceler geliştirilerek, prototip hatta ürün aşamasına getirilebilse dahi uçuş, dayanıklılık gibi testleri yurtdışında yapıldığı ve/veya belirli sertifikasyon süreçlerine tabi tutulduğu için üretilen özgün bilginin gizliliğinin korunmasında zorluklar yaşanmaktadır. Test altyapısı açısından son yıllarda Türkiye’de önemli yatırımlar yapıldığı (ör. BRT) bilinmektedir. Bu konu, katılımcılar tarafından da dile getirilmektedir. KMU1 “*şu an mesela TAI’deki test altyapısı 100 milyon doların üzerinde bir yatırım yani devasa bir yatırım uydu için kullanılan*” diyerek Türkiye’de test altyapısının yerlileştirmesine yapılan yatırımı ortaya koymaktadır. Ancak yine kendisinin ve AKD5’in vurguladığı gibi Türkiye’de geliştirilen tasarımların gerek test gerek sertifikasyon amacıyla yurtdışına çıkarılarak ‘onaylanması’ yönündeki uygulama devam etmektedir:

“... test altyapılarını merkezi tutuyorlar ve dışarıdan da hizmet veriyorlar mesela yurtdışına. ...orda mesela sanayi casusluğu yaptıklarını da biliyoruz yani.” KMU1-SSB

“... bahsettiğim rüzgar tünellerinde —uzmanlığım olduğu için söylüyorum—, her tarafta kameralar var, her şeyi adamlar görüyor. Test ediyorsunuz, paketliyorsunuz götürüyorsunuz, her şeyi bütün dataları, usb’de size mi veriyorlar, adamlar hepsini kaydediyor. Yani gizlilik falan yok.” AKD5-LUH

AKD5’in bu ifadesi gizlilik bariyerini kırmanın mümkün olmadığını, tersine, dış denetime hatta **elektronik denetim ve gözetime** maruz kalındığını düşündürmektedir.

Katılımcıların değerlendirmelerinde dikkat çeken nokta, her ikisinin de test merkezlerini ‘sanayi casusluğu’ ile ilişkilendirerek ele almalarıdır. Buradan da yerli bir test altyapısına sahip olmanın, tasarım ve imalât altyapısına sahip olmak kadar önemli olduğu açıkça görülmektedir. Prototip aşamasına getirilerek somut bir hal alan ‘özgün düşüncelerin’ yerli olanaklarla test **edilememesi**, imalâta yaşanan en önemli sorunlarından başında ele alınabilir.

Son olarak AKD11 “... *Şu anda maalesef eğitimim bile ithal*” diyerek THUS ekosisteminin dışa bağımlılığının malzeme, tasarım, test ve imalât teknolojisi ile sınırlı olmadığını vurgulamaktadır. Eğitim ve bilgi konusundaki dışa bağımlılığa ilişkin AKD7 de “*Bilginin yüzde 100’ü ithal bunu kesin diyebilirim. Ama bu kötü bir şey mi? Yani şöyle bir şey,*

bilginin yerlisi, ithali olmaz; bilgi bilgidir, nerede olsa alacaksınız. Ama şu var bu bilgiye biz ne katkı sağlıyoruz, bu problem” diyerek teknik bilginin dışarıdan alınmasını değil, alınan bu bilgiye **yerli** bir katkı yapılmamasını sorun olarak görmekte ve öne çıkarmaktadır.

Görüldüğü gibi imalât sürecinin hemen tamamında (ör. malzeme temini, tasarım araçları [tool], test altyapısı) dışarıya bağımlılık ile karakterize olan bir THUS görüntüsü bulunmaktadır.

Taşeron Rolü Üstlenmesi

THUS faaliyetleri içerisinde ‘patent altında imalât’ öne çıkmakta ve THUS’un taşeron rolü bu bağlamda oluşmaktadır. Bu süregelen rol, iki açıdan önem taşımaktadır. Bunlardan ilki, taşeronlukta kalmanın kendi özgün ürünlerine ulaşmada yavaşlatıcı olmasıdır. Bu etki, mevcut uluslararası imalât yapılarına ‘yan roller’den entegre olunmasıyla ortaya çıkmaktadır. Örneğin END10 bunu ‘lisanslı üretim’ ve ‘tedarik zincirlerine entegrasyon’ üzerinden tarihsel bir yaklaşımla ele almakta ve THUS’un ‘parça üreticisi’ olarak bu zincire entegre olduğunu ifade etmektedir. KMU2 ise Türkiye’nin dünya havacılık ve uzay sanayi içerisindeki ‘tedarikçi’ rolünü ve işbirliklerini detaylandırmaktadır:

“Türkiye’de çok ciddi bir kabiliyet var, Türkiye’de 1930’lu yıllardan beri gelişmiş bir havacılık mühendisliği altyapısı var, ancak bunun üretime geçmesine ya da bir tasarım geliştirmesine mani olan da bir sistem var. ... Brezilya da uçak üretimine lisanslı üretimle başladı ama kavramsal tasarımcılarını yetiştirdikten sonra bağımsız üretime geçti. Türkiye’de ise havacılık sanayi, dışarıdan alınan tip sertifikalarını Türkiye’de üretmek veya yabancı ülkelere offset adı altında parça üretmek üzere geliştirdi. Türkiye’deki ... üniversite eğitimi üniversite olmaktan çıkıp yüksek okul seviyesine düştüğü için de tasarımcı, kavramsal tasarımcı çıkmıyor. Bu sebepten dolayı da yeni uçak projelerinde çok kaba bir tabirle etkilenmek yani başkasının yaptığı işin kopyasını çekmek gibi bir eğilime gidiyoruz.” END10-Delta Havacılık

“Aslında üretim yapan ya da uçak üreten firmaların çoğuna Türkiye artık tedarikçi konumunda. Hatta bazı malzemeleri tek tedarik eden ülke Türkiye. ... Uçak motoru üreten firmaların tedarikçisiyiz aynı zamanda. İşte GE’nin ortağıyız, bazı malzemeler Eskişehir’deki TEI tarafından üretiliyor. Yine Pratt&Whitney’in Türkiye’de yatırımları var, işte Kale Havacılıkla bildiğim kadarıyla var. Yine İzmir’de bir fabrika kurdular orda yine Pratt&Whitney’in üretimleri var. Dünyanın önde gelen hem uçak üreticileri hem de uçak motoru üreticileriyle temas halindeyiz.” KMU2-HUTGM

Ancak buna karşın birçok ‘geç kalan’ ülkenin taşeronluktan özgün üretime geçmiş olması, taşeronluğun bir öğrenme aşaması olarak ele alınmasını da gerekli kılmaktadır. Nitekim araştırma verileri de (5/34), bu sürecin bir öğrenme süreci başka bir deyişle ‘tersine mühendislik’ olduğuna işaret etmektedir. AKD6, montajın Türkiye için bir teknolojik öğrenme süreci anlamına geldiğine vurgu yapmaktadır:

“Aslında o zamanlarda çok eleştiriliyor, parçaları geliyor burda montaj yapıyorsunuz. Ama teknik anlamda şunu unutmamak lazım, bir şeyi tanımadan onu geliştiremezsiniz. Yani montaj aslında öğrenmenin bir aşaması, bir bacağı, bir yolu. ... Durum böyle olunca, biz de yavaş yavaş havacılığı öğrenmeye başlıyoruz.” AKD6-AYBÜ

AKD5 de bu rolü ‘tersine mühendislik (reverse engineering)’ bağlamında ele almıştır.

Yapılmışlardan öğrenme, teknik öğrenmenin bir fazıdır ve bu yönüyle önem taşımaktadır:

“... o modellerin çoğu kopya. ... Kötü bir şey değil, eleştirmiyorum. ... Çin de böyle başladı, her şeyin kopyasını yaptılar. Adamlar kopyalaya kopyalaya özgün teknolojiyi geliştirdiler. Kopyalamaya ben hiçbir şekilde karşı değilim. Yani yoksa, al bir şekilde, lisanslı üretimini yap, öğren. Bu tersine [mühendislik] reverse engineering yapılmalı.” AKD5-LUH

Sürdürülebilir Bir Ekosistem Oluşturulamaması, Bilim ve Teknoloji (BT) Birikimi Yaratılamaması

Sağlıklı işleyen, verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemin ana damarı olan sürekliliğin sağlanamaması, Türkiye’nin en önde gelen sorun alanlarından biridir:

“Türkiye’de zaman zaman çok özverili çalışmalar olmuş. Vecihi Hürkuş ciddi çalışmalar yapmış, yani okullar açmış, uçak yapmış, bununla ilgili mücadele etmiş. Nuri Demirağ yatırımlar yapmış, ... Başka isimler de var ama Türkiye’de sürekliliği sağlayamamışız.” AKD6-AYBÜ

Katılımcıların sürdürülebilirlik konusunda verilen yanıtlar incelendiğinde **dört temel konu** öne çıkmaktadır. Bunlar; ‘bilimsel, teknolojik bilgi üretilememesi, üretilse bile gelecek kuşaklara aktarılamaması’, ‘temel bilim araştırmalarına önem verilmemesi’, ‘uzun vadeli plânlama yapılamaması’ ve ‘Türkiye’nin veri yönelimli olmaması’ olarak sıralanabilir.

THUS’un özelliklerinden biri olan ‘kesinti alışkanlığı’, başka bir deyişle yap-boz-yap dizgesi, sürdürülebilir bir ekosistem yaratmada yaşanan sorunların başında gelmektedir. Bu kesintili dönemlerde üretilen bilginin dokümanite edilmeyerek kaybedilmesi ya da imha edilmesi esas sorunu oluşturmaktadır. Katılımcılar (11/34) belirli dönemlerde üretilen bilgilerin, yalnızca üretildiği dönemle sınırlı kaldığını vurgulamışlardır:

“Türkiye’nin maalesef en kötü şeyi, geçmişten gelen bilgiyi koruyamamış olması. Türkiye her 3-5 yılda bir yeniden bilgi üretmeye çalışıyor. Bu çok büyük bir israf, ülke kaynaklarının. İşte hani bir zaman uçak yapmış o bilgi nerede veya işte 15 yıl önce birçok şeyi başarmışız ondan sonra bir şeyler olmuş bütün kitleyi yok etmişiz ... bu işin temeli insan. Ve zannediyorum Türkiye’nin dokümantasyon sorunu var. Dolayısıyla yaptığı çalışmaları doğru bir şekilde dokümanite etmiyor veya dokümanite kurumsal değil. Bilgiyi oluşturan, bilgiyle birlikte yok oluyor. ... Yapılmışlardan yararlanmıyor ülke. Sürekli, her gelen baştan başlıyor. ... Bence en büyük sorunumuz bu. ... Çünkü her dönem farklı farklı alanlarda yapılan birçok iş var, ama hep baştan başlıyor. Yani işte kişisel savaşlar çok fazla. ... Bir konuda uzmanlaşmak 10 yıldan başlıyor, bizde 3 yılda bir falan değişiyor. Yani daha uzmanlaşmamış kişi, her yeni gelen kişi bilgi sahibi olmadan, çok kısıtlı bilgiyle, bildiğini zannederek iş yapmaya çalışıyor. Öğrenme sürecini bir türlü tamamlayamıyoruz. Bence ülkemizin en büyük sorunu bu.” AKD3-İTÜ

AKD3’ün bu değerlendirmesi, ‘devam etme’de bilgi birikiminin ve o bilgi birikimini yaratan insanların korunmasının önemini ortaya koymaktadır. Çabaların ‘kaydedilmemesi nedeniyle’ kaybedilmesi, sürekli ‘sıfırdan’ başlama halinin de gerekçesini oluşturmaktadır. AKD3’ün de vurguladığı gibi, Türkiye’nin belirli dönemlerde yaşadığı ‘hafıza kaybı’, hem havacılık/uzay çalışmalarının sürdürülebilirliğinin sağlanamamasında hem de ekosistemin

toprağının verimsiz, kurak kalmasında önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir. Geliştirilen ve sahip olunan bilginin kullanılmaması, ulusal bilgi birikiminin yaratılmasının önünde de engel teşkil etmektedir. Ayrıca burada katılımcının değindiği ‘öğrenme sürecinin tamamlanamaması’ da önemli bir tespittir.

Bu ‘öğrenme sürecinin tamamlanamaması’, **temel bilim araştırmalarının göz ardı edilmesi**yle de ilişkilendirilebilir. Havacılık/uzay teknolojilerinin ‘merkezinde’ temel bilim araştırmaları yer almaktadır. Buradan hareketle katılımcılar (10/34), temel bilim araştırmalarının göz ardı edilmesinin, Türkiye’de yenilikçi, üretken bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi yaratılmasının önündeki engellerden biri olduğunu ifade etmektedir. Türk eğitim sistemi, zaman içinde ne yazık ki temel bilimlerden uzaklaşmıştır. PİSA gibi uluslararası temel bilgi sınavlarında ülkenin düşük skoru bunun önemli bir göstergesidir.¹⁷¹ Bu durum, bilimsel bilgi üretilmesinde, ihtiyaç duyulan motivasyonunun ortaya çıkamamasına neden olmaktadır:

“Matematik ve fenin, core bilimlerin çok önemli olduğu kesin. Türkiye’de şöyle bir yapılanma var maalesef, temel bilimlere öğretmen olarak bakılıyor. ... Matematikçilerden dünyanın en iyi kodcuları, en iyi yazılımcıları çıkabiliyor. Ama Türkiye’de öyle bakmıyoruz. Bizde matematikçi kendine kadro bekleyen öğretmen sıfatına giriyor, en büyük yanlışlarımızdan biri. Bizim bilim yuvalarımızda hep mühendisler var, temel bilimciler yok, bu çok büyük bir eksiklik.” END4-TUSAŞ

Bu özelliklere ülkenin kültürel yapısından kaynaklanan zayıflıklar da eklendiğinde, sürdürülebilirlik sekteye uğramaktadır. Anılan zayıflıklar içinde, ‘uzun vadeli plânlara yapamama’ ve ‘kararlı olamama’ öne çıkmaktadır. Katılımcılar (7/34), Türkiye’nin bu iki alandaki eksikliğini önemli bir sorun alanı olarak işaret etmektedir:

“Bizim ülkemizde sabretme yok, sabır diye bir kavram yok. Diğer ülkeler teknolojilerini geliştirirken yıllarca sabretmişler bizim öyle bir sabrımız yok, hemen istiyoruz en iyi teknolojiyi böyle bir dünya yok. Sabır istiyor, yolculuğa çıkmak istiyor, uzun süreli yapboza tahammül etmemiz gerekiyor.” END3-OSTİM

“Bizde ne diye düşünüyor insanlar, bir tuşa basayım olsun, öyle bir dünya yok. Bu Almanya, Amerika[’da insanlar] bir tuşa basayım olsun diye, önce o tuşa yapan sistemi buluyor; aylarını, yıllarını veriyorlar ki o sistemi bulsun. Biz de o sistemden yararlanarak bir tuşa basıp bir şey almayı bilim sanıyoruz.” AKD5-LUH

“Maalesef biz ülke olarak bu uzun süreçleri yönetmekte çok zorlanıyoruz. Yani uzun nefesli programları sonuçlandıramıyoruz.” AKD6-AYBÜ

Bu da dördüncü bir nokta olan ‘veri yönelimli olmama’yı öne çıkarmaktadır. Türkiye’de karar süreçlerinin veri yönlü olmaması, deneyimi içeren bilginin değerinin bilinmemesi sonucunu doğurmaktadır. Türkiye zaman içerisinde güncel olan konuları yakından takip etse de bu konuların özünü kaçırmaktadır. Bu özü kaçırma hali, Türkiye’nin teknolojik

¹⁷¹ bkz. Pisa Türkiye Resmî Web Sitesi, <http://pisa.meb.gov.tr>.

dönüşüm kabiliyetine ilişkin katılımcı değerlendirmelerinde de görülmektedir (bkz. s.170). Bununla birlikte, AKD10 *“bir anda getirmeye çalışıyoruz dolayısıyla kaçırıyoruz trendleri. ... Biz böyle görüp de beğenip almaya çalışan türdeniz. Aynısını ben Endüstri 4.0 için de görüyorum. Herkes Endüstri 4.0 demeye başladı, ... herkes bir Endüstri 4.0'a geçtik diyordaki ne demek acaba yani. ... Endüstri 4.0 için büyük veri bunu biliyorlar, veri toplamamız lazım, başlıyorlar veri toplamaya. Yani ne bir veri standardı var ne bir şey var”* sözleriyle Türkiye'nin bu kez de 'veri'nin önemini 'keşfederek' bunu izlediğini ancak yöntemin hatalı olduğunu vurgulamaktadır. Katılımcı sözlerine daha önce katıldığı bir AB projesinden örnekle devam etmektedir:

“Mesela Avrupa Birliği'nde bir proje vardı, bütün ulaşım sistemlerini tüm ülkelerin yazılımları birlikte çalışabilecek. Siz bir trenden indiğinizde sıradaki ulaşımınızın neler olabileceğini ülke bağımsız olarak görebileceksiniz elinizdeki cihazdan. ... Avrupa Birliği içinde rahat hareket etmeyi sağlayan bir sistem. Bunu yapabilmek için sırf 3 sene veri sözlüğü hazırladılar. Yani işi gücü bıraktılar, hemen yazılıma girelim şu bu değil madem bir sürü ülke, bir sürü şirket yazılım yapacak ortak dil ne olmalı. ... veri yapılarını belirleyelim ondan sonra bunu, ortak anlaşmayı, bu protokolü insanlara sunalım. Buna uygun olarak yazılan tüm programlar zaten birbiriyle konuşacaktır.” AKD10-ODTÜ

AKD10'un değerlendirmeleri, Türkiye'nin veriden öğrenme ve veriyi bilgi birikimine dönüştürme konularında geride kaldığını göstermektedir. Çünkü Türkiye'de veriyi toplamadan önce atılması gereken standartlaştırma adımlarını atmadığı gibi, gelişigüzel de olsa toplanan verinin işlenmesinde de yetersiz kalınmaktadır. Burada işaret edilen sorun, tezde önerilen 'entegre eğitim işbirliği modeli'nin özünde yer alan düşünceyle örtüşmekte olduğundan ayrıca önemli görülmektedir.

Partiler Üstü Politikalar İzleme Zafiyeti, Yönetimsel Zafiyetler ve Liyakat Sorunu

İdari ve/veya yönetimsel zafiyetler, yukarıda 'zihniyet sorunu' ve 'sürdürülebilir bir havacılık ve uzay ekosistemi yaratılamaması' başlıkları altında yer verilen sorunlarla kesişen bir tarihsel sorun alanı olarak belirlemektedir. Katılımcılar değerlendirmelerinde bu zafiyeti de öne çıkarmışlardır.

İdari ve yönetimsel zafiyetler, geniş ve dar olmak üzere iki boyutta ele alınmaktadır. Birincisi, devleti yönetenlerin BT politikalarında partiler üstü bir zihniyeti kullanmayı başaramaması, ikincisi ise havacılık ve uzay sanayi ekosistemindeki yöneticilerin göreve atanmalarında yeterli alan bilgi ve deneyimine sahip olmamalarının yarattığı liyakat sorunudur.

Katılımcıların (16/34) üzerinde durduğu bu 'kesintili ilerleme' hali, ulusal bir bilgi birikimi yaratılamaması ile her yeni dönemde, daha önce erişilen bilgi seviyesinin tekrar edildiği

kesintili çabaların sergilenmesi bağlamında ele alınarak, THUS'da üretken bir yenilik ekosistemi oluşturulmasının önündeki engel olarak tezde vurgulanmaktadır. Elde edilen veriler ışığında bakıldığında, bir ülkenin havacılık ve uzay sanayinin gelişmesinde ve başarısında, bu alandaki çalışmaların süreklilik arz etmesi, hiçbir koşulda kesintiye uğramaması önemli görülmektedir.

Başarılı ülke örneklerinin ele alındığı başlıkta (bkz. Bölüm 4.2.) hemen tüm ülkelerin başarısında yapılan 'vazgeçmeden devam ediyorlar' vurgusu, izlenecek politikaların kesintiye uğratılmamasının, BT politikalarının partiler üstü olmasının önemini göstermektedir. Çünkü bu politikalar devlet ajandası (gündemi) dışında kaldığında, hükümetlerce 'iktidar yarışı' kapsamında dönemsel 'popülist' kararlara açık hale gelmektedir. AKD2 "*İngiltere'ye baktığınızda ... hep ajandaları var, yani kişilerden bağımsız. David Cameron gitti hiçbir şey olmadı. Teresa May gidecek hiçbir şey olmuyor mesela*" sözleriyle bu durumu ifade etmektedir. Türkiye'de ise tabir yerindeyse, her gelen iktidarın aldığı yönetim erkini, öncekinin yaptıklarını hiçe sayarak bir aile şirketi mantığıyla yönetmesi partiler üstü politika izlenememesinin açık ifadesidir.

Katılımcılara göre (8/34) THUS ekosisteminin diğer bir sorunu, yöneticilerin belirlenmesinde 'liyakat esasının izlenmemesi'dir. AKD7'nin "*Türkiye'de ciddi bir popülizm olduğunu görüyorum. Gelişmiş ülkelerin çok daha üzerinde. Bu popülizmin de daha çok eğitime, bilime uzak olan insanları kayırdığını düşünüyorum*" sözleriyle ifade ettiği 'kayırmacılık', liyakat esasının izlendiği bir sistem oluşturulmasının önünde önemli bir engel olarak görülmektedir:

"... kadrolar oluşturuluyor, bunların liyakat esasına uyması, yani hiç umudum yok ama ... bu, her şeyi çözer. Yani şimdi siz liyakate uygun olmayan herhangi bir yapı kurduktan sonra, alta ne yaparsanız yapın hiçbir şekilde oradan bir şey çıkmaz tam tersine engelleyici olur. Esas aslında dönüp dolaştığı yer burası." K MU4-TÜBİTAK UZAY

"Bizde halen çok ciddi bir liyakat sorunu var. ... Dediğim gibi yeterince o süreçten geçmemiş kişiler, işte kulaktan dolma bilgiyle yönetici olup, o bilgiyle iş yönetmeye çalışınca ne kadar gidebilirsiniz." AKD3-İTÜ

"Liyakat, ötesi yok. ... bilmeyen de nasıl doğru karar verecek. ... Liyakatle gidersek bu iş olacak da liyakatle gitmezsek olmayacak sanki." AKD4-THKÜ

"Çok basit olarak, havacılık sektörünü yöneten kişilerin kısa özgeçmişlerine bakın, orada olmamaları gerekir. Bu mucize kabul eden bir yer değil." AKD11-ESTÜ

Liyakate ilişkin katılımcı değerlendirmelerine bakıldığında, özellikle AKD10'un ifadeleri dikkat çekmektedir. Katılımcı, yöneticilerin 'yönetim ve organizasyon konularını bilen ve

bunların yanında teknik konularda bilgi sahibi olan' ve 'sistemin içinde yetişen' kişiler olması gerektiğini ifade etmektedir:

“Bir de ... yönetici boyutu var. Yani bu kadar insanı bir arada çalıştırabilecek, birbirleriyle uyumlu çalışmasını sağlayacak, üstün yetenekli yöneticiler. Yöneticilerin teknik bilgisi de ne kadar fazla olursa, sadece yönetim bilgisi değil, o kadar iyi oluyor. Çalışanlarının problemlerini daha yakından anlayabiliyorlar. Bizim ülkemizde benim gördüğüm en önemli sorunlardan biri de bu. O sistemde yetişmemiş kişiler, atanarak yönetici olursa, yani kendi yetişmediği bir alana, çok başarısız oluyorlar. Mutlaka o alandan çıkmış, yetişmiş, her noktasını görmüş, elini bulaştırmış kişilerin bu personeli yönetmesi gerekiyor.” AKD10-ODTÜ

Havacılık ve uzay sanayinin zamanının en yüksek teknoloji seviyesinde imalât yaptığı düşünüldüğünde, bu sanayideki teknik işgücünün de nitelik bakımından, işgücü piyasasındaki en ileri teknoloji bilgisine ve uygulama deneyimine sahip olan işgücü olduğu sonucu doğmaktadır. Dolayısıyla bu nitelikli ve deneyimli teknik işgücünü yönetecek, yönlendirecek, bir araya getirecek, ulusal ve uluslararası ölçekte iş yapma konusunda motive edecek yöneticilerin bu sanayinin içinde yetişmiş olmasına yönelik yapılan vurgu yerinde görülmektedir.

Devletin Öncü Rolü Üstlenmede Yaşadığı Sorunlar/Zorluklar

THUS'un tarihsel ilerlemesi göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'nin, havacılık ve uzay sanayinde yaşanan uluslararası rekabeti takip etmediği, sıcak ve 'soğuk' savaş ortamlarında doğan ve gelişen BT yarışına katılmadığı görülmektedir. Türkiye'nin, Cumhuriyetin ilk yıllarından beri süregelen teknoloji ve bilgi birikimini kesintiye uğratıp, 'pazar' olmayı kabul ederek 'BT yarışı'ndan çekilmesi uluslararası rekabet yönünde bir motivasyon oluşmasını engellemiştir.

Başarılı ülke örneklerinden öğrenildiği gibi, hem BT konularında izlenecek yol haritasının oluşturulmasında hem de ekosistemin aktörlerinin birbirinden haberdar olacağı yapıların inşa edilmesinde ve bu aktörlerin koordinasyonunda, devletin öncü rolü üstlenmesi kilit önem taşımaktadır. Araştırma verileri, devletin öncü rolüne ilişkin çok farklı görüşlerin tartışıldığı bir yelpaze sunmaktadır.

THUS ekosistemi, tek büyük alıcının devlet olduğu ve az sayıda büyük firmanın faaliyetlerin çoğunu sürdürdüğü bir ekosistemdir. Devletin talebiyle biçimlenen bir THUS'da yenilikçilik ve özgünlük yerine, 'işaret edilen ihtiyaçların karşılanması' yönünde hareket edilmektedir. Esasen kamu alımları sisteminin işleyişinde önemlidir ancak sadece ya da büyük oranda kamu alımlarına dayanan bir THUS yenilikçilik, özgünlük gibi motivasyonlardan mahrum kalmaktadır. Örneğin KMU10 “*Şu andaki sıkıntımız ...*

ASELSAN ürünlerinin yüzde 90'ını SSB'ye satıyor. Tek müşteriyle olamazsınız yani müşteriye çeşitlendirmek lazım” sözleriyle piyasada tek alıcının devlet olduğu bir sanayinin varlığını bir ‘sıkıntı’ olarak değerlendirmektedir.

Bu ‘belirli’ ihtiyaçları karşılayabilecek sınırlı firmaların olması da ulusal ölçekte ‘yenilikçi bir rekabet ortamı’nın doğmasını engellemektedir. Başka bir deyişle, ulusal rekabet ‘yenilikçilik, özgünlük ve birbirinden öğrenme motivasyonu’ içermektedir ve THUS’da bu motivasyon eksiktir:

“Türkiye’de rekabetçilik de çok yok. ABD rekabete dayalı gelişmeye bağlı bir ülke. Mesela bir uçağı aynı anda hem Boeing’e hem de Lockheed’e sipariş veriyor, diyor ki ikimizin uçağının da parasını vereceğim ama hanginizinki daha iyi olursa onu alacağım. Rekabet yaratıyor. Türkiye’de böyle bir durum yok. Para da yok. Türkiye’de bir savaş uçağı için ayrılan para, Amerika’nın bir projesinin binde biri neredeyse. Bizim böyle bir rekabet gücümüz de yok, kaynakları doğru kullanmak zorundayız.”
END6-ASELSAN

Bunlara ek olarak, bir de devlet tarafından askeri havacılık/uzay teknolojilerini konu alan tasarım ve imalât kabiliyetinin desteklenmesi, uluslararası entegrasyonu ‘sınırlayıcı’ yönde etki yaratmaktadır. Her şeyden önce savunma sanayi ürünleri ‘dost ve müttefik’ olma üzerinden şekillenen bir entegrasyon zorunluluğu ile sınırlanmaktadır. Bununla birlikte erişilen ulusal teknoloji seviyesinin içerdiği gizlilik unsuru da savunma teknolojilerinin entegrasyon özelliğini kısıtlamaktadır. Bu gerçek, havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin taşıdığı gizlilik ve güvenlik bariyerinin ele alındığı kısımda örneklerle ele alınmıştır (bkz. s.221).

Entegrasyon ve Sinerji Sorunu

THUS ekosistemi aktörleri arasında sinerjinin olmaması, birden fazla özelliğin kesişiminde yer almaktadır. Başka bir deyişle, ‘devletin aktörleri koordine etme rolünü tam olarak üstlenememesi’, ‘Türkiye’de aktörlerin benimsenen ortak bir hedefe doğru bir arada çalışma yönünde bir çalışma kültürünün olmayışı’, ‘uzun vadeli plânlama yapılamaması’, ‘teknolojik öğrenmenin ve yeniliğin temelinde olan sabır ve kesintisiz çabanın sergilenememesi’ en öne çıkan engelleyici faktörlerdir. Dolayısıyla Türkiye’de her ne kadar başarılı tekil projeler üretilebilse de üretken bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi kurulamamıştır:

"Havacılık/uzay alanında; kurumlar arası işbirliği, strateji bütünlüğü ve birbiriyle ortak çalışma konularında sıkıntılıyız. Bunlar Türkiye’nin sorunlu alanları. Bir uzun vadeli strateji çıkarıp bütün kurumların aynı yöne baktığı, sürdürülebilir ve üst üste koyarak geliştirdiğimiz bir süreç olmuyor. Gerek siyasi gerek ekonomi dönüşümleri buna sebep oluyor; hep silbaştan yapıyoruz. Politikalarda başa sarıyoruz.” END3-OSTİM

“Ben Türkiye’deki havacılık şirketlerinin üniversiteyle olan bağlarını çok zayıf görüyorum. ... Türkiye’de hem üniversiteler zayıf hem [de] şirketler üniversitelerle iş yapmak istemiyor. Yapılanlar göstermelik. ... Yani Endüstri 4.0’a geçişte bence bu şirketlerin en önemli eksikliği üniversiteyle olan bu zayıf bağlantıları ve zayıf iş yapma becerisi. ... Birçok problem çıkacak, bunu şirketler her zaman kendi bünyelerinde çözemezler.” AKD7-PM

“Şu anda maalesef bu savunma ve havacılık kümesi, Savunma Sanayi Başkanlığı’nın kendi görebildiği ... dar çevresiyle bir üretkenlik yapmaya çalışıyor. Diğer kurumlardan çok fazla bir etkileşim yok. ... TAI şu anda uluslararası endüstriyel satın aldığı kodlarla aerodinamik analiz yapıyor, kendi bazı kodlar geliştirmiş ama onların yanında çok zayıf kalıyor. Ülke olarak mesela kolektif bir işbirliğiyle ... ortak projeler geliştirip, platform tasarladığımız, yeni aerodinamik analiz kodlarımızı, düşük görünürlük analiz kodlarımızı falan geliştiren bir iklimimiz yok yani.” KMU6-SSB

Katılımcıların vurguladığı THUS ekosisteminde sinerji yokluğu, devletin kendisinden beklenen rollerden biri olan ‘aktörler arasında koordinasyonu sağlama rolü’nü yerine getirememesi ile de ilişkilidir. Bu ilişkiyi, AKD12’nin sinerji ve koordinasyon konusunu birlikte ele aldığı değerlendirmesi ortaya koymaktadır:

“Acil bir uzay ajansına ihtiyacımız var gerçek anlamda. Uzay alanında koordinasyon sağlayacak işte bu alanda olan TAI, TÜBİTAK UZAY ve üniversite paydaşlarını bir araya getirip bu alandaki bilgi ve teknoloji paylaşımını ülke adına yürütecek, yönetecek ve bunu dikte edecek bir eli kuvvetli kuruma ihtiyacımız var bu hali hazırda yok.” AKD12-ODTÜ

AKD12 ulusal koordinasyonun ve hedeflenen etkileşimin sağlanmasında TUA’yı işaret etmektedir. Katılımcı ayrıca, THUS ekosisteminde bir sinerjinin yaratılamamış olmasını sadece ana aktörler arasında değil, “*Türkiye’de işleri kilit noktaya sürükleyen bir hiyerarşi var*” vurgusuyla yapıların kendi bünyelerinde de ele almaktadır.

Görüldüğü gibi havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin üretken, yenilikçi bir ‘iklim’e sahip olmasında, aktörlerin etkileşiminden beslenen bir yapının inşa edilmesi önemlidir. Türkiye’de ise bu yönde çabalar olsa da henüz tüm aktörler tarafından benimsenen, özümşenen ve takip edilen bir ‘ulusal yön’ün belirlenemeyişi, THUS’un ihtiyaç duyduğu sinerjinin yaratılamamasını bir ölçüde açıklamaktadır.

Bu tespitler üzerine aşağıda THUS ekosisteminin toprağının ‘nasıl yeşereceği’ katılımcıların değerlendirmeleri ve önerileri üzerinden incelenmektedir.

4.4.2. Katılımcıların Verimli Bir Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Ekosistemi İçin Önerileri

Türkiye’nin geçmişten günümüze havacılık ve uzay sanayinde yaşadığı ‘tekrar’lar ve sorunların kapsamlı bir sunumunun üzerine bu alt başlıkta, THUS ekosisteminin nasıl daha üretken hale getirilebileceğiyle ilgili katılımcı görüş ve önerileri sıralanmaktadır.

THUS'un daha özgün, yenilikçi, Ar-Ge odaklı olması için yapılması gerekenlere dair katılımcıların tamamı (34/34) bazen ortak bir noktaya odaklanarak bazen de kendilerine özgü önem verdikleri konuları vurgulayarak görüşlerini ifade etmişlerdir. Bu başlık altında katılımcılar tarafından sunulan öneriler, bir önceki başlıkta sıralanan 'sorun alanları'yla bağlantı kurularak değerlendirilmektedir. Katılımcıların 'mevcut işgücünün sürekli eğitimi', her düzeydeki 'eğitim kurumu ile diğer aktörlerin işbirlikleri' ve işgücünün önemini vurgulayan değerlendirmelerine sadece değinilmektedir. Bu konular, Bölüm 4.4.3'te detaylandırılmaktadır.

THUS ekosisteminin geleceğine ilişkin katılımcı önerileri **5 grupta** toplanabilir. Katılımcıların (22/34) THUS'un verimli bir ekosisteme dönüştürülmesinde en öne çıkardıkları öneri, **devletin öncü ve belirleyici rolüdür**. Burada rolden kastedilen ekosistemdeki sanayi, kamu kurum ve kuruluşları, üniversiteler ve STK'lar içinde yer alan öğrenciden işgücüne kadar tüm aktörler tarafından izlenecek bir yol haritası hazırlanmasıdır. Ayrıca katılımcılar, Türkiye için sürdürülebilir bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi yaratılmasına yönelik önerilerinde **temel bilim araştırmaları** (14/34), **üniversite ile sanayinin entegrasyonu** (13/34), **deneyimli teknik işgücünün transfer edilmesi** (13/34) ve **yerleşme çalışmaları** (11/34) konularına değinmişlerdir. Bu listeye ek olarak KMU1, 6 ve 10 tarafından işaret edilen **bölgesel uçak** konusu, araştırma bulguları içerisinde yer alan diğer önerilerden ayrı tutulmakta ve Türkiye'de canlı bir havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin yaratılmasında önemsenmektedir. Bu öneriler ve onları destekleyen değerlendirmeler aşağıda sunulmaktadır.

Devletin Öncü ve Belirleyici Rolü Üstlenmesi

Havacılık ve uzay sanayinde verimli bir ekosistemin oluşturulmasında devletin öncü ve belirleyici rolüyle ilgili katılımcılar, ulusal ve/veya sektörel bir vizyon ile bu vizyona uygun politikalar oluşturmaya ve sürdürülebilirliğini sağlamak üzere bunları partiler üstü hale getirmeye öncelikle vurgu yapmaktadırlar.

Devletin öncü rolü, öncelikle THUS'un kırılma noktasını temsil edecek yeni bir vizyon ve politikanın belirlenmesinde belirlemektedir. KMU4 buna şu sözlerle işaret etmektedir:

"Bizim önceliğimiz ne, niye, güçlü tarafımız ne, işte güçlü tarafla ihtiyacı nerde birleştirebiliriz birincisi bunlar. Çünkü bunlar geri kalan her şeyi yürütecek. Siz bunları oturtmazsanız bir manası yok." KMU4-TÜBİTAK UZAY

Katılımcı böylelikle karar alma ve politika üretme aşamasını vurgulamaktadır. Devletin öncü rolü sadece yol haritası belirlemekle sınırlı değildir; bu tür bir anlayışın partiler üstü bir niteliğe kavuşturulmasında da devletin öncülüğüne ihtiyaç vardır. KMU7 bunu ‘kalıcı devlet politikaları’ şeklinde ifade etmekte ve bu politikaların önemini “... *farkındaysanız teknik bir zorluk yok, ortaya bir irade konsun, gerisi hallolur. Bunun için kalıcı bir devlet politikası olması lazım, değişmemeli. ... Bu bir devlet politikası olmalı. Ne gerekiyorsa onu işaret edecek devlet politikaları lazım. ... bu devlet politikası olmalı ve sonuçlarını görünceye kadar da uygulayacaklar*” sözleriyle açıklamaktadır. Benzer şekilde END6 “*Uzun dönemli politikalarımızı, stratejilerimizi de belirleyeceğiz. Uzun dönemli politikalarımızın olması önemli, onların devamlılığını sağlamak da önemli*” diyerek uzun vadeli politikaların önemine dikkat çekerek katılımcıları desteklemektedir.

Bunların yanı sıra devletin, kapsayıcı bir anlayışla, havacılık ve uzay sanayine ilişkin politikaları sanayinin geneline yansıtmasının önemi de vurgulanmaktadır. Örneğin END4 “... *Stratejiyi devlet teknolojik olarak, hedef olarak koyuyor bütün sanayiyle paylaşıyor, onlarla konferanslar yapıyor, yol haritasını gösteriyor, kendi ihtiyaçlarını tanımlıyor. ... Kimi zaman projelerin içinde birebir yer alıp, projenin paydaşı haline geliyor*” sözleriyle devletin oluşturduğu bu vizyonun yaygınlaştırılarak benimsenmesinin önemine değinmektedir. Katılımcı, bu tür bir stratejiyi “*devlet, ana çatıyı oluşturduktan sonra şirketler de o yoldan devam edip vizyonu artıracaklar*” açıklamasıyla desteklemekte ve sanayiye devletin belirlediği hedef ve yol haritasıyla uyumlu ancak onunla sınırlanmayan bir hareket alanı tanımlamaktadır.

Katılımcılar devletin öncü rolünü tartışırken, THUS’un hem ulaşılan en ileri teknoloji seviyesini temsil etmesi hem de uluslararası rekabette ülkenin siyasi gücünü etkilemesi nedeniyle, bu alandaki rekabetin ve ticarileşmenin desteklenmesi konusuna da ayrıca vurgu yapmaktadırlar:

“Ülkenin şu anda ihracat potansiyeli yeni açılmış durumda, yeni yeni büyüyor. ... devletin ihracat desteğini devam ettirmesi, yani politik destek ve ekonomik desteğin devam etmesi, ... ve firmaların artık, ... dünyayla rekabet edebilir hale gelmesi lazım. Rekabet edebilir ürünlere ulaştık ama ihracat sadece özellikle savunma sanayinde teknik bir konu değil, çok da politik bir konu. İyi ilişki, iyi devlet yaklaşımı, ekonomik destekler bunu çok etkiliyor.” END4-TUSAŞ

“Biraz politik olarak da desteklenmesi gerektiğini düşünüyorum ben. ... Bizim mevcut yeteneklerimizi dışarıya da pazarlayabilmek bundan ... kar edebilmek için dış ilişkilerimizin, politik gücümüzün de buna destek olması lazım. ... Kar edebilmek, bunu geliştirebilmek için, çarkı döndürmek için kaynak da sağlayabilmek adına, bunları ihraç edebilmek adına biraz politik olarak da daha baskın olmamız gerekiyor.” AKD10-ODTÜ

Açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, THUS'un canlandırılması, ortaya çıkan özgün ürünlerin ticarileşerek yaygınlaşması, devletin ekonomik ve politik desteğinin birlikteliğini gerektiren bir kesişim alanıdır. Örneğin AKD4 *“Çok canlı bir özel sektör olması lazım diye düşünüyorum, desteklenmesi lazım, devletin onlara kaynak ayırması lazım”* sözleriyle devletin canlı bir özel sektörün oluşturulmasındaki rolünü ifade ederken, AKD6 bunu şu sözlerle ele almaktadır:

“Bir ürünü ortaya çıkarttığımızda onu korumamız gerekiyor, ticarileştirmemiz gerekiyor. ... Bu konuda çok ciddi çalışma yapmamız gerekiyor. Devletin buna ciddi teşvikler vermesi gerekiyor. Çünkü eğer biz bu anlamda, teknolojik anlamda üstünlük sağlarsak, ticari açığımız kapanacaktır yani ülke feraha erecektir bu önemli bir nokta.” AKD6-AYBÜ

AKD2 de —katılımcıların havacılık ve uzay sanayinin geleceğine ilişkin değerlendirmelerinde en fazla işaret ettiği dördüncü alan olan— yerleşme konusunda risk alınması gerektiğini ifade etmektedir. Katılımcı burada sanayideki ve kamudaki yöneticilerin eşgüdüm içinde olmaları gerektiğine işaret etmektedir:

“Bazı insanların risk alıp, şirketlerdeki üst yönetici[ler] olabilir hatta hükümet tarafı veya devlet tarafında olabilir. Bu kişilerin risk alıp süregelen bu parçaların bazılarını yerleştirilmesi gerekiyor.” AKD2-Sabancı Ü.

Devletin ekonomik ve politik desteğinin zorunluluğu, yenilikçi düşüncelerin devlet desteği olmaksızın ticarileşemediği ve ‘kaybolduğu’ ölüm vadisi kavramıyla da pekiştirilmektedir. İlgili literatürde görüldüğü üzere, havacılık ve uzay sanayi ekosisteminde verimli bir toprak ve o verimli toprağı işleyecek yetkin bir işgücü sağlansa bile yenilikçi fikirler ve ürünler, devlet desteği olmaksızın ‘ölüm vadisi’nden çıkamamaktadır. Katılımcılar devletin öncü rolünü vurgularken, bu rolü çeşitli kurumlar aracılığıyla sürdürmesi gerektiğini ifade etmektedirler. Örneğin END3 *“... savunmada bu ekosistemi oluşturmada SSB'nin ciddi katkısı var. ... Orada bunun bir zihinsel altyapısı var, bir farkındalık var”* sözleriyle ifade etmektedir. Uzay çalışmalarında ise devletin öncü rolünü TUA'nın üstlenmesi gerektiğini KMU4 *“Şimdi önerilerim tabi Uzay Ajansı'na yönelik olacak. Madem [devlette] böyle bir yapı kuruldu, bu yapının görevleri bunlar, ... şimdi bu görevleri yerine getirmesi lazım. ... Bir kere uzay vizyonu, politikası bunların bir kere tekrar konması lazım. ... Böyle sade, temiz, hedefleri açık bir şey lazım. Özellikle odaklanma, yani ‘biz şunun şurası, bunun burasında çok iyi olacağız’ gibi. Yoksa uzun uzun listeler, uzay teknolojileri bunlar, bunları geliştireceğiz falan çok anlamlı olmuyor”* diyerek vurgulamaktadır. KMU8 ise devletin öncü rolü üstlenmesinde TÜBİTAK'ı önemli bir aktör olarak tanımlamaktadır:

“Ben TÜBİTAK enstitülerini önemli görüyorum, kuluçka merkezi gibi işlev görebilir. Bu konuda birtakım stratejiler belirlenmesi lazım, hem spin-off tarafında hem de bu spin-off'ların enstitüye katkısı tarafında. Ticarileşmede yaşanan sıkıntılar mesela. İyi bir mekanizma kurulup, spin-off'lar yapılması

ve buradan enstitülere gelirler sağlanması. Almanya'nın devlet destekli enstitü modellerinde güzel örnekler var. Birtakım lisans anlaşmalarıyla enstitüler de faydalanıyor. Belki böyle uygulamalarla, bizim enstitülerimiz de kuluçka görevi üstlenebilir ve bunlar Türkiye'yi daha ileriye götürebilir.”
KMU8-SSB

KMU8'in açıklamasında görüldüğü gibi, THUS ekosistemine yönelik kamusal teşvik ve destek mekanizmalarının etkin işleyişinin sağlanmasıyla, ürünlerin ticarileştirilmesi desteklenebilir. Devletin öncü rolünün yerleşirme politikalarında da önemli bir yeri vardır. Ancak bu konu aşağıda ele alınmaktadır.

Temel Bilim Araştırmalarının Desteklenmesi

Katılımcıların yarısına yakını (14/34) verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi kurulmasında ve bu ekosistemin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında, temel bilimlerin ve bu alanda yapılacak araştırmalarının önemine işaret etmektedir. Temel bilimlerin önemini vurgulayan 14 katılımcının 8'inin akademisyen olması şaşırtıcı değildir. Teknik eğitim ve teknik işgücünün yetiştirilmesinin doğrudan akademisyenlerin mesleki ilgi alanında olması, bu konuda yorum yapabilmelerini kolaylaştırmaktadır. Diğer iki grup katılımcı konuya daha yüzeysel ve dolaylı değinmişlerdir.

Temel bilimler ve temel bilim araştırmaları daha önce de değinildiği gibi ülkelerin başarı kaynakları arasında ön sırayı almaktadır. Türkiye'nin de benzer şekilde sahip olduğu genç nüfus potansiyelini doğru kullanabilmek için, bu nüfusun temel bilim alanlarına ve bilimsel araştırmalara yönlendirilmesi önem arz etmektedir:

“... işin özü temel bilimdir, temel bilgidir; ki mühendislik de temel bilgiyi destekleyip onu gerçekleştirmek üzere vardır aslında, bu tür sorunları çözmek üzere. Ama hani temel bilgiyi üretmiyorsanız, başkasına çalışıyorsunuzdur yani.” AKD3-İTÜ

Böylelikle Türkiye'nin kendine özgü bilgi birikiminin yaratılmasında ve “*başkasına çalışan*” yapısının ortadan kaldırılarak uluslararası işbölümündeki alt yüklenici rolünün değişmesinde en etkili olacak bu adıma daha fazla kaynak aktarılması da elzem hale gelmiştir. AKD4, AKD5 ve AKD8 havacılık ve uzay sanayinin pahalı bir sektör olduğunu ve ayrılması gereken kaynakların artırılması gerektiğini şu sözlerle ifade etmektedirler:

“Fakat neticede her şey paraya dayanıyor bizim alanımızda havacılık uzayda büyük laboratuvarlar çok para gerektiriyor. Büyük kaynakların ayrılması lazım.” AKD8-THKÜ

“[Havacılık ve] uzaya ayırdığınız kaynakla olabilecek bir şey.” AKD4-THKÜ

“Olaylardan biri de bu, para akışı, parasız olmuyor. Çünkü bu para geldikçe, adamlar yeni düzenek kurabiliyor, yeni insan istihdam edebiliyor. ... Kesintiye uğramadan, siyasi istikrarsızlık olsa dahi.”
AKD5-LUH

Temel bilim araştırmaları, ulusal bilgi üretilmesini sağlayacağı gibi kullanılmakta olan ‘ithal’ tasarım, imalât teknolojilerine ve bilgilere, ‘yerli’ bir katkı sağlama anlamına da geleceğinden ayrıca önemli görölmektedir:

“Bilginin yerlisi, ithali olmaz; bilgi bilgidir, nerede olsa alacaksın. Ama şu var bu bilgiye biz ne katkı sağlıyoruz, bu problem. ... Bu bilginin gelişmesine çok ciddi bir katkımız yok.” AKD7-PM

AKD8 de mevcut bilgi birikimine katkı boyutuyla değerlendirmektedir. Katılımcı, günümüzde bilgi akışına vurgu yaparak, bu konularda kesin sınırlar olmadığını ifade etmektedir. Bununla birlikte, daha fazla kaynak ayırma ve eğitimin ilerlemesiyle, uluslararası çalışmalara katkımızın artacağı yönünde düşüncesini paylaşmaktadır:

“Dünya[da] ... büyük bir bilgi akışı değişimi var. Dolayısıyla bu konularda kesin bir limit, sınırlar olmadığını düşünüyorum. Tabi gittikçe, bu alana daha fazla kaynak ayırdıkça, eğitimi daha da ileri götürdükçe, bizim dünyaya olan katkımızın daha da fazla artacağını düşünüyorum.” AKD8-THKÜ

Üniversite ile Sanayinin Entegrasyonunun Sağlanması

Katılımcıların yarıya yakını (13/34), ‘yerli’ bilgi birikiminin oluşturulmasında ulusal aktörlerin birlikteliğine başka bir deyişle devlet, üniversite ve sanayi işbirliğinin önemine ‘doğrudan’¹⁷² dikkat çekmektedir. Üniversite sanayi entegrasyonu konusunda yapılan 13 değerlendirmenin 6’sı akademi 4’ü endüstri 3’ü de kamu katılımcısından gelmiştir. Bu da entegrasyon ihtiyacına ilişkin bir farkındalığın hali hazırda var olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

AKD6, teknoloji geliştirme kültürünün oluşmasının uzun bir süreç olduğunu ve bu süreçte üniversiteler, sanayi kuruluşları ve araştırma merkezlerinin eşgüdömlü çalışması gerektiğini vurgulamaktadır. Katılımcı “100 yılın sorunlarını bir günde aşamayız” diyerek bu zorunluluğa dikkat çekmektedir:

“Bakın öyle eşgüdömlü çalışmanız lazım ki, üniversiteler, sanayi kuruluşları, araştırma merkezleri hep birden çalışmamız gerekiyor ama süreç çok uzun. ... Benim tavsiyem şu: Hedefler koyup uzun nefesli, onları başarmak lazım. Çok hedef koymak değil, az koyup başarmak lazım. Bunlar süreç, zaman işi. Ben hep şunu söylüyorum, bir şeyi başarmak için üç tane şart vardır; bir tanesi irade, veya iradeyi koyuyorsunuz ben bunu yapacağım diyorsunuz, bu konuda azminiz var, bunu yapmak hedefiniz var. İkincisi diyorsunuz ki ben, bunu yapmak için başka ne yapmam gerekiyor; çalışmam lazım, çalışacaksınız ama yetmiyor. Üçüncüsü de sabırlı olmanız lazım. Bu üçü yan yana olmazsa olmaz, bir de bu çok uzun yani. Diyorum ya teknoloji geliştirmek detaylarda gizli, know-how’lar detaylarda gizli. Çok derin bilgiye sahip olmanız lazım, derin bilginin merkezi de üniversiteler.” AKD6-AYBÜ

AKD6 ‘irade, çalışma ve sabır’ olmak üzere sıraladığı üç temel noktaya vurgu yapmaktadır. Bu vurgu, tezde sıklıkla değinilen, ‘uzun vadeli, partiler üstü politika izleme ve bunları sürdürülebilir kılma’ ile yakından ilgilidir.

¹⁷² Bu vurgunun gerekçesini, katılımcıların hemen hepsinin (32/34) MTE’nin uygulamalı ve/veya entegre bir şekilde sürmesi gerektiği yönünde değerlendirmede bulunmaları oluşturmaktadır (bkz. s.280).

Verimli bir THUS ekosisteminin yaratılmasının en önde gelen kurallarından biri, ekosistemi oluşturan aktörler arasında eşgüdümün sağlanması ve buradan doğacak sinerjidir. Burada KMU6'nın 'sinerji yokluğu' sorununa dair tespiti (bkz. s.201), çözüm önerisini de içermektedir. Katılımcı, *"Daha kolektif davranmamız gerekir aslında. ... Kolektif çalışalım. ... ODTÜ, İTÜ birleşsinler, ülkenin millî aerodinamik kodunu geliştirelim"* sözleriyle Türkiye'de aktörlerin bir araya gelmesini ve 'kolektif çalışma'yı öne çıkarmaktadır. Aynı zamanda bu önerisini devlet ile sanayi işbirliği bağlamında ele almakta ve bunu ABD Havacılık ve Uzay Sanayi ekosisteminden verdiği örnekle de pekiştirmektedir:

"Mesela NASA'nın kodu var, overflow firmalarına kullanıyor kodu executive file olarak. Source code'u da NASA sürekli geliştiriyor. Ülke için çok önemli bir değer. Boeing, Gulf Stream yeni bir platform tasarlayacaklarında, aerodinamik analiz yapacaklarında NASA'dan mühendislik desteği alıyorlar. Düşünün yani dünyanın en önde gelmiş bilim insanlarının bu aerodinamik konusunda bütün bilgi birikimlerini endüstriye kullanıyorsunuz." KMU6-SSB

Havacılık ve uzay sanayinde teknolojik ilerleme ve yeniliklerin, üniversite-sanayi işbirliği çerçevesinde gelişmesinin önemi dikkat çekmektedir. Havacılık ve uzay sanayinde ve teknolojisinde elde ettiği başarıyla örnek gösterilen hemen her ülkede, akademi ile sanayi arasında bir entegrasyon olduğu görülmektedir:

"Bu üçü çok kritik, gelişmiş ülkelerde olan da bu üçü. Sağlam bir üniversite öncesi eğitim, sağlam üniversiteler ve yüksek lisans-doktorayı hakkıyla veren üniversiteler ve üniversite ve sanayi arasında ciddi bağlantı. Bu üçü yapıldıktan sonra artık zaten gerisi kendiliğinden gelecektir diye düşünüyorum." AKD7-PM

"Burada üniversiteler önemli, sanayi üniversite işbirliği önemli. Türkiye'nin daha iyi yerlere gelmesini istiyorsak, üniversitelere önem vermemiz lazım. ... Havacılık sektörünün gelişmesiyle üniversitelerin arasındaki ilişki birbirini tetikliyor; havacılık sektörü geliştikçe üniversiteye ihtiyaç artacak; üniversiteden eğitim alan kişi sayısı arttıkça, havacılık sektörü gelişecek. Bu ikisi birbirini tetikler, biri durunca diğeri de durur." END6-ASELSAN

"Üniversitelerle sanayinin sadece mezunların paylaşımının ötesinde çok daha örgün projeler geliştirmesi gerekir." KMU6-SSB

Açıktır ki katılımcılar havacılık ve uzay sanayinin başarısını, sistemin aktörlerinin birbirinden öğrendiği yapıların oluşturulmasına ve böylelikle sahip olunan bilgi birikimi ile teknolojik altyapının paylaşılmasına bağlamaktadır. THUS ekosisteminde de aktörlerin birbirinden haberdar oldukları ve ihtiyaç noktalarından birbirine bağlandıkları bir yapı inşa etmek hem ulusal potansiyelin etkin kullanımını sağlama hem de güçlü bir havacılık ve uzay sanayi yaratmada önem taşımaktadır.¹⁷³

¹⁷³ Bu öneri, tezde geliştirilen 'model tasarımı'nda dikkate alınmıştır.

Burada sanayide ortaya çıkan teknolojik sorunların çözümüne yönelik olarak, özellikle lisansüstü seviyede yürütülen araştırmalar ve tezlerin üretilmesinin önemine yer verilmektedir. Üniversite ile sanayi arasında, özellikle lisansüstü düzeyde bağlantı kurulması işaret edilmektedir. AKD5'in "... önemli olan sanayi-üniversite ilişkisi; San-Tez, sanayi tezleri, inanılmaz önemli" sözleriyle ele aldığı bu konuda END4 şunları söylemektedir:

"Türkiye'de uygulanan bazı işte doktora projeleri var devlet destekli, TÜBİTAK destekli, işte sanayinin ihtiyacını üniversiteye tanımlayıp, üniversiteye de buna yönelik burslar veren ve bu burslarla personelin akademik kariyerini sanayi ihtiyacına göre şekillendiren bir yapılanma var. Bu yapılanmanın daha fazla artırılması ve desteklenmesi lazım. ... Üniversitede başarılılar akademik hayata yöneliyorlar. ... Bu tür programlar, akademik başarıyı o tarafa doğru şekillendiriyor. ... Yeterli işgücü ve akademik personel var, doğru yönlendirme ihtiyacı devam ediyor, hâlâ devam ediyor. Kesintisiz devam etmesi gereken bir program yani üniversite-sanayi işbirliğinin ortak menfaatlerde şekillenmesi devletin gücüyle olabiliyor ve bu devam etmeli." END4-TUSAŞ

Deneyimli Teknik İşgücünün Transfer Edilmesi

Nitelikli işgücünün yetiştirilmesi, istihdamı ve göçün yönetimi ile yabancı işgücünün ülkeye çekilmesi hakkında katılımcıların üçte biri (13/34) değerlendirme yapmışlardır. Bu grupta, akademi ve endüstri katılımcılarının ağırlığı yarı yarıyadır. Kamu katılımcıları ise daha dolaylı yorumda bulunmuşlardır.

Türkiye'nin verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine sahip olabilmesi için ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi ve mevcut teknik işgücünün becerilerinin artırılmasına yönelik örgün ve yaygın eğitime ilişkin katılımcı önerileri, tezin bu alana odaklanan 'nitelikli teknik işgücü' başlığı altında ele alınmaktadır. Bundan dolayı bu başlıkta sadece END10, KMU2 ve AKD9 tarafından getirilen bir saptamaya yer verilmiştir.

Katılımcılar, Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu havacılık ve uzay sanayinde deneyimli işgücünün sağlanmasında 'yabancı işgücü transferi'nin bir seçenek olarak değerlendirilebileceğini ifade etmişlerdir. AKD9 bu durumu "*Ama havacılıktaki sıkıntı ne? 'Kardeşim sen yabancı ülke vatandaşsın sen bu projede yer alamazsın' diyor. Yani bu tarz işlerin sona ermesi lazım. ... Nitelikli adamı dünyanın her tarafından bulup getirmek gerekiyor. Bizim ülkemiz de kötü bir ülke değil, cazibe merkezi de çok rahat olur bence*" sözleriyle ifade etmektedir. END10 da yabancı işgücünün transferi konusunu, havacılık ve uzay sanayinde uygulama deneyimine sahip işgücü ihtiyacı çerçevesinde ele almaktadır:

"Daha evvel uçak tasarlamış ve hatalı uçak tasarladığı için milyarlarca dolar batırılmış adamlara ihtiyacımız var. Çünkü bazı şeyler belirli bir seviyeye kadar teknoloji, belirli bir seviyeden sonra tecrübeyle oluyor. Bizim eksik olan kısmımız uçak üretmiş, uçurmuş ve kırmış, o aşamaları geçmiş insanları transfer etmemiz. Bunsuz da yapabiliriz belki tek ithal onu yapalım diyorum, süreç daha pahalı ve daha uzun sürebilir." END10-Delta Havacılık

Bu iki katılımcı gibi KMU2 de yabancı işgücünün istihdamına, ‘eksik olduğumuz konuların tamamlanması’ açısından yaklaşmakta ve Almanya’nın nitelikli teknik işgücü transferinden verdiği örnekle değerlendirmektedir:

“İşgücü için burda ... insanlara iyi fırsatlar sunabilmemiz lazım ki daha iyi beyinleri ülkemize çekebilelim. Örneğin bugün Almanya ... yurtdışından belli alanlarda işgücü çekebilmek için ilanlar veriyor, davetler ediyor, iyi bir yaşam sunuyor. Bizim de ... bunları cezbedecek iyi fırsatlar sunmamız lazım diye düşünüyorum.” KMU2-HUTGM

Verimli bir havacılık ve uzay sanayine sahip olan ülkelere bakıldığında, katılımcıların bu saptamalarının önemi açık bir şekilde görülmektedir. Neredeyse tüm ülkeler, dünyanın her tarafındaki yetişmiş, nitelikli teknik işgücünü kendi ülkelerine çekme çabası içerisinde. KMU2’nin Almanya üzerinden verdiği örnekle vurguladığı bu yöntem, ABD, Fransa¹⁷⁴ gibi ileri havacılık/uzay teknolojilerine sahip olan ülkelerin de başvurduğu bir yöntemdir.

Malzeme, Tasarım ve İmalât Teknolojilerinin ve Test Altyapısının Yerleştirilmesi

THUS ekosisteminin yenilikçi bir zemine kavuşmasında, özellikle imalât ve malzeme teknolojilerindeki yerleşmeye işaret edilmektedir. THUS’da sürdürülen faaliyetlerde kullanılan malzeme, teknoloji ve bilginin yerlilik durumu ve düzeyine ilişkin alınan katılımcı değerlendirmeleri göstermektedir ki malzeme, teknoloji ve bilgi önemli birer uluslararası rekabet unsuru olarak öne çıkmaktadır. Ancak Türkiye’nin mevcut durumunu tartışırken de belirtildiği gibi, Türkiye’de yerleşme konusunda —zaman içerisinde ilerlemeler kaydedilse de— henüz hedeflenen düzeye ulaşamamıştır. Bu durumda, ‘ne yapılması gerekir?’ sorusuna katılımcıların vermiş olduğu yanıtlara bakıldığında, katılımcıların ‘yazılım, imalât ve test altyapılarının yerleştirilmesi’ni önemle işaret ettiği görülmektedir.

Nitekim yerleşmede, özellikle kullanılan mühendislik araçlarının yazılımları üzerinde durulmaktadır. Katılımcılar tarafından, Türkiye’deki teknik işgücünün mevcut yazılımları kullanma becerisinin yüksek olduğu ancak artık kendi yazılımlarımızı geliştirmemiz gerektiği öne çıkarılmaktadır:

“... biz kullanıcı olarak yani onun araştırmacı olarak değil geliştiricisi olarak çok tüketiyoruz teknolojiyi. Bizim bu noktadan diğerine geçiş yapmamız lazım. ... Bize, yaptığı işin içini de bilen yani sadece geliştirici olarak, hazır araçları kullanan, hazır yazılımları kullanan, bunları birleştirdiğinde ortaya bir şey çıkarmayla yetinmeyen kişiler gerekiyor.” AKD10-ODTÜ

¹⁷⁴ Bu ülkelerde hem Türkiye’den hem de diğer ülkelerden sağlanan nitelikli işgücü yönetim kademeleri de dâhil olmak üzere hemen her düzeyde görev almaktadır. Örneğin, TÜBİTAK 2232 Uluslararası Lider Araştırmacılar Burs Programı kapsamında, Türkiye’ye ekibiyle birlikte dönüş yapan Prof.Dr. İskender Gökalp, Fransa’nın Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi’nde (CNRS) direktör olarak görev yapmıştır.

“Potansiyelimiz iyi, üretiyoruz da. Ama mesela bizim kullandığımız benzetim yazılımları, tasarıma destek veren tool’lar; bunları kullanarak üretiyoruz ama bunların hepsi ithal. Bizim yazılım sektörümüzün gelişmesi lazım.” KMU7-TÜBİTAK SAGE

KMU2 de “yazılım teknolojilerinde fena değiliz, daha iyi olmamız lazım” diyerek bu alanı işaret ederken, KMU3 “yazılım ... insan gücü dışında bir sermaye gerektirmiyor. Bir bilgisayar gerekiyor o kadar, onun üzerine geri kalan şey, nitelik anlamında kafa yormak ve ürün ortaya koymak. ... O açıdan hani biz havacılık uzay anlamında bu tip yazılım geliştirme[ye] biraz yatırım yapabiliriz. ... Uzayda kullanılan tasarım, analiz, operasyonel yazılımların geliştirilmesine öncelik sağlanabilir” sözleriyle yazılım teknolojilerinin geliştirilmesinin donanımın geliştirilmesine kıyasla daha az ön koşulu bulunduğunu öne çıkarmaktadır. Benzer bir anlayış KMU8’in “Yazılım alanı bir fırsat, hâlâ tren kaçmış değil. Hipersonik, süpersonik bu ve daha farklı alanlarda baya bir ileride dünya biz değil ama yazılım farklı. Yazılım potansiyelini değerlendirmemiz lazım” sözlerinde de görülmektedir.

Yazılımı öne çıkaran önemli bir konu da havacılık ve uzay sanayindeki güncel imalât eğilimleri arasında olan ‘yeni nesil hava araçlarında yazılımın donanımı belirlemesi’dir. THUS için bir şans da ‘üretimi tersine döndüren’ bu eğilimden doğmaktadır. AKD10 bunu şu sözlerle işaret etmektedir:

“Bu uçak [F-22] software-defined architecture, yazılım tarafından tanımlanan bir mimariye sahip olarak geçiyor. Yani donanımı tasarlamadan yazılımı tasarlamışlar. Donanımı o yazılımı destekleyecek şekilde inşa etmişler. Dolayısıyla bu, yani yapay zekâ sistemlerinin, bu kritik yazılımları, en verimli şekilde kullanacak donanımların üretilmesi. Biraz üretim tersine dönüyor. Genelde ... ülkemizde, benim birkaç çalıştığım şirkette de ‘donanım her şeydir onu bir yapalım da üstüne yazılım her türlü yapılır, her türlü şekillendirilir’ diye düşünülürdü. ... Şimdi biraz daha yazılımsal, yapay zekâ çalışmaları daha ağırlık kazanıyor.” AKD10-ODTÜ

Katılımcılar, havacılık ve uzay sanayindeki yerleşmede, malzeme ve malzeme işleme teknolojilerine de işaret etmektedir. Bu teknolojilere, THUS’un uluslararası rekabetteki rolünü büyük ölçüde değiştirebilecek bir alan olması sebebiyle önem atfedilmektedir. AKD2’nin üzerinde durduğu gibi, eğer bir ülke malzeme geliştirmeyi biliyorsa, kendisine özgü bir malzeme geliştirme tekniğine sahipse veya herhangi bir madenden son ürün elde edebiliyorsa, uluslararası rekabette güç kazanmaktadır:

“Malzeme mühendisliği, metalürji ve polimer malzemesi de aslında dünyanın en kritik konularından bir tanesi. Çünkü malzemesini geliştirmeyi biliyorsanız, sırf bir malzemeyi geliştirmeyi biliyorsanız, mesela Türkiye’de bor madeni çıkıyor. Türkiye eğer bor madeninden son ürün yapabilmeyi bilseydi, şu anda başka bir şeye ihtiyacı yoktu Türkiye’nin. ... Bir madenden son ürün, son ürün derken son ürüne gidecek olan malzemeyi geliştirmeyi bildiğinizde, ondan çok para kazanıyorsunuz. O çünkü çok iyi bir know-how.” AKD2-Sabancı Ü.

Yukarıdaki değerlendirmelere benzer şekilde AKD12 *“Uzay alanında bizim gördüğümüz en büyük problem malzeme. ... Bu zor ortamda her zaman için daha yenilikçi daha iyi malzemelere ihtiyacımız var. İşte uzaydan dünyaya dönerken roketin önünün yanması gibi, en büyük problemlerden bir tanesi. Yine işte dünyadan uzaya giderken sallanmayan yani hem esnekliği olan, kırılmayan hem de farklı frekansları sönmüleyebilen malzemeler”* sözleriyle malzeme geliştirmenin önemine dikkat çekmektedir. Diğer yandan da malzeme geliştirmek için gerekli hesaplamaların kuantum bilgisayarlar yoluyla kolayca yapılabileceğini şu sözlerle işaret etmektedir:

“Bunların hepsi de malzeme bilimi, efektif olarak kuantum bilgisayarlar tarafından bu alan yeniden yazılmak üzere. ... Şu anda laboratuvarında farklı farklı opsiyonlar deneyerek bulabildiğin ve belki 1 yıl, 2 yıl, 3 yıl alan; deneyerek bulduğun malzemeleri, bütün bu opsiyonların hepsini kuantum bilgisayar bir gecede deneyip, size istediğiniz esneklik katsayısında malzemeyi sabaha kadar hesaplayıp verecek. Tek yapmanız gereken şey, bunu nasıl üretmenin gerektiği. Üretim tekniklerindeki gelişmeleri daha önemli buluyorum ben. Yani üretim mühendisliği belki de. Çünkü hesaplama işi, doğanın doğası kuantum olduğu için şimdiye kadar hesaplayamadığımız ne varsa, kuantum bilgisayarlar tarafından çok rahat hesaplanabiliyor.” AKD12-ODTÜ

Malzeme ve imalât teknolojilerinin yerleştirilmesinde süregelen sınırlı kalma halinin giderilmesi konusunda katılımcılar, Türkiye'nin yüksek teknoloji içeren ürün ve sistemleri satın almak yerine kendisinin geliştirmesine vurgu yapmaktadır. Her ne kadar burada katılımcılar tarafından farklı düşünceler ifade edilmiş olsa da ‘belirlenen/belirlenecek stratejik alanlarda dış alım yapılmaması’ yönündeki öneri önemli görülmektedir. AKD10, stratejik ürünlere önem atfederken benzer bir yaklaşım END10 ve AKD12’de de görülmektedir. END10, özellikle Endüstri 4.0 uygulamalarından, bu uygulamalara entegre olduğu anda firmaların bağımsız yapılarını kaybetmeleri gerekçesiyle, uzak durduğunu ifade ederken, Japonya örneği üzerinden de ulusal bağımsızlığı koruma amacıyla ekonomik olmasa dahi millî çalışmalar yapılabileceğini ileri sürmektedir. AKD12 de Çin örneği üzerinden ülkelerin belirledikleri stratejik konularda dış alım yapmamalarının önemli olduğunu ifade etmektedir:

“Japonya daha yeni yeni havacılık sektörünü bağımsızlaştırıyor. Çok uzun yıllar Amerikan şirketleri tarafından iş verilmesi karşılığında bloke edilmiş; ‘ben sana iş getiriyorum ama bunun karşılığında başka hiç iş yapmayacaksın’. Bugün daha yeni yeni ... Japonya tam bağımsız motor ve uçak yapıyor, her şeyiyle. Bugün dünyada üç tane motor üreticisi vardır. Ticari uçaklarda beş tane de uçak üreticisi vardır. ... Hep böyle standarttır ve bunlar kendi aralarında pazar paylaşımı yapmışlardır. Japonya milyarlarca dolar harcayarak, şu anda ekonomik gözükme bile, ısrarla kendi uçak parça ve komponentlerini yapıyor. Yeni bir oyuncu olarak piyasaya çıkıyor ve örnek verilmesi gerekirse millî irade dedikleri bu.” END10-Delta Havacılık

“Çin, uzayı stratejik gördüğü için uzayla ilgili tedarik asla yapmıyor bütün ürünler özgün ve kendisi yapıp fırlatma dâhil a’dan z’ye bütün işlemlerini kendisi gerçekleştirebiliyor.” AKD12-ODTÜ

Benzer şekilde END3 Türkiye için yapılması gerekeni “*Burda bizim ülkemizdeki ihtiyaçlarımızı, kendi imkân ve kabiliyetlerimizle üretmeyi öncelememiz lazım*” sözleriyle, END4 de “*Kendi doğrulama test altyapılarımız olması, kendi test cihazlarımızı üretmemiz lazım. Mekatronik alanını çok kritik görüyorum, mekanik hiçbir zaman dünya sektöründen düşmeyecek, sonuçta her şey mekanik*” diyerek yerlileşmeyi işaret etmektedir. Görüleceği gibi yerlileşme konusunda her teknoloji alanı birbirine bağlıdır, aralarında önem hiyerarşisi olduğunu düşünmek doğru değildir. Başka bir deyişle, iki temel nokta olan bilgi ve malzemenin yerleştirilmesine yönelik çabalar, diğer alanlardaki çalışmaların (özellikle test altyapısında yerlileşmenin) önemini ve değerini azaltmamaktadır.

İşaret edilen bu alanlara yönelerek THUS’un (i) taşeron ve/veya tedarikçi rolünü aşarak, kendi özgün bilgi ve teknolojisini kullanarak özgün ürünlerine kavuşacağı (ii) geç kalmışlık ve kesintiler ile karakterize olan bu sanayinin, gelişmiş ülkelerle arasındaki farkı kapatacağı (iii) uzun vadeli düşünme/plânlama ve birlikte iş yapma kültürünün geliştirileceği ve (iv) aktörlerin sahip oldukları bilgileri birbirleriyle paylaştığı sürdürülebilir bir THUS ekosistemi yaratılacağı öngörülmektedir. Bu ekosistemin teminatı ise nitelikli işgücünün yetiştirilmesinde yatmaktadır.

Diğer öneriler

Bu başlık altında yapılan değerlendirmeler, iki konunun önemini ortaya koymaktadır. Birincisi, havacılık ve uzay sanayinin en yüksek teknoloji seviyesini içeren ve seviyeyi yükseltmeyi sürdüren Ar-Ge çalışmalarının diğer sanayilere ‘yayılması’nın sağlanmasıdır. Bu ilk konu, katılımcılar tarafından, özellikle askeri havacılık ve uzay konularında var olan ‘kapalı’ teknoloji geliştirme eğiliminin yayılmayı engelleyici özelliği üzerinden vurgulanmaktadır.

THUS bünyesinde sürdürülen **kritik, ileri ve yüksek teknoloji alanlarındaki Ar-Ge çalışmalarının diğer sanayilerde ürün, süreç iyileştirmelerinde kullanılması** üzerinde önemle durulan bir konudur. Özellikle kritik teknolojilerin ticarileşmesindeki güçlükler düşünüldüğünde, buradan elde edilen sonuçların diğer teknoloji alanlarına yansıtılarak, ulusal teknoloji birikimine katılması önemli görülmektedir. Böylelikle THUS ekosisteminin, ulusal yenilik ekosisteminin en ileri teknoloji sahibi parçası olarak tüm sisteme katkı sağlaması mümkün olacaktır:

“En ileri teknoloji kullanmamız gerekiyor. Bu yüksek teknoloji farklı alanlara da yayılıyor. Mesela yüksek hızlı bilgisayarların, tıpta görüntüleme kullanılması. ... Yanı sıra haberleşme teknolojileri

konusunda elde ettiğimiz yüksek bilgi birikimini, farklı konulardaki sorunları çözmede kullanabiliyoruz. Kısaca elde edilen askeri kazanımlar, askeri kazanım olarak kalmıyor. Sivile de olumlu bir şekilde yansıyor.” END6-ASELSAN

“Uçak yapmayı, otomobil sanayiyle özellikle çok tüketimi olan sanayilerle birleştirmek lazım. Gıda, otomotiv bunların önde gelenleri. Bu savunma sanayinden gelen teknolojiyi sivil teknolojiyle mutlaka ortaklaştırmak ve oraya kaydırmak lazım. Bu kaymadan açıkçası sahip olunan potansiyel boşa kalır. Çünkü savunma sanayi bir yerde bu teknolojinin doygunluğa ulaşacağı yer. Yani bir ülke, Türkiye’yi düşünün, 2 bin tane uçak almaz, alamaz. Böyle bir besleme veya yatırımın ihtiyacı yok. Ama bu otomobil sanayiyle birleştiği zaman, gıda sanayiyle birleştiği zaman, inşaat dışındaki reel sanayiyle birleştiği zaman, özellikle alt sistemlerle birleştiği zaman önemli bir açılım noktasına gelebilir. Siz dünyaya milyon adet çip satabilirsiniz ama 100 uçak satarsınız.” END4-TUSAŞ

“Savunma sanayinde oluşan bilgi ve teknolojinin sivile aktarımı için sistem, ... Teknoloji Transfer Ofisi uygulamasına benzer uygulamalar yapmamız lazım. ASELSAN, TAI orda sen bunu yaptın uğraştın bir proje yaptın, kaldırdın rafa koydun. Bunu ben bir görevim, özel sektör olarak. Belki alacağım ben onu, sağlıkta kullanacağım, belki enerjide kullanacağım. Sen onu harcadın, koydun. Paraya da çevirmedin. ASELSAN kısmen yapıyor bunu, raylı sistemlerde kullanmaya çalışıyor.” END3-OSTİM

Diğer bir konu ise bölümün başında da ifade edildiği gibi, üç katılımcı (KMU1, KMU6, KMU10) tarafından THUS’un canlandırılmasında stratejik bir öneri olarak sunulan **bölgesel uçak/jet imalâtı**dır.¹⁷⁵ KMU1 bölgesel uçak (regional jet) imalâtının ve bu uçakların hem eğitimde hem de ticari havayolu taşımacılığında kullanılmasının teşvik edilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Katılımcı bu önerisini, “*biz uçak almak için zaten bu parayı harcıyoruz. En azından uçak yapmak için harcarız, iç hacmimiz genişler*” sözleriyle gerekçelendirmektedir. Katılımcı bu projeye hem havayolu taşımacılığının daha maliyet etkin bir şekilde gerçekleştirilmesine katkı sağlayacağını hem de nitelikli işgücüne duyulacak ihtiyacın artacağını işaret etmektedir. KMU10 da bölgesel uçak konusunun önemini, Türkiye’nin coğrafi özellikleri ve iç hat yolcu hacmi ile ilişkilendirmektedir:

“Ben bölgesel uçağı [regional jet] çok kritik görüyorum. ... Şu an bu kadar havayolumuz var ve hâlâ taşımacılığı karayoluyla yapıyoruz biz şu an. ... Bölgesel uçak artık ayağa düşmüş bir şey, her ülkeden know-how transfer edebilirsiniz, tersine mühendislik yapabilirsiniz. ... Zaman zaman bazı istikametlere gittiğinizde uçağın yarısının boş olduğunu görürsünüz. Çünkü oraların bölgesel uçak yolcu kapasiteleri var. ... Bölgesel uçak olsa hem frekansını artırabileceksiniz daha sık uçurabileceksiniz hem de fizibilitesi daha iyi çıkacak. Pist yatırımınız da düşer, çünkü oraya bölgesel uçak indirdiğiniz için daha büyük pist yapmanıza gerek kalmayacak ... ya da havaalanı yapılamayan yerler varsa, oralara da pist yapma ihtimali doğacak. Bu gibi en az birkaç milyar dolarlık zaten harcadığınız parayı, yerli ekonomiye dönüştürme imkanınız olacak ve daha fazla pilotu olan bir ülke haline geleceksiniz.” KMU1-SSB

“Havacılık tarafında da Türkiye küçük bir ülke, 26-45, 36-42 arasında bir ülke. Bu ülkenin iki tane hub noktası var, biri Ankara biri de İstanbul. Mesela bölgesel uçak acilen bir çözüm olmalı, yani 30 kişilik, 40 kişilik uçak mesela. ... Konya’dan Antalya’ya gitmek istesenez ya da Konya’dan Malatya’ya, Van’a gitmek istesenez uçak yok. Mecburen hub noktalarını kullanmak zorunda kalıyoruz, bu da enerjinin boşa harcanması manasında. Mesela Türkiye havacılık noktasında acilen bölgesel uçak konusunu [gündeme getirmeli]. ... Gündeme geldi sonra kayboldu. ... Pin point edilen yani böyle tespit edilen

¹⁷⁵ Sanayiyle olduğu kadar MTE ile de ilişkili olan bu öneri, THUS’un bütünlük bir anlayışla yeniden inşasında önemli görülmüştür.

sorunlar var, bu sorunları acilen çözmesi lazım, bir tanesi bu mesela havacılıkla ilgili.” KMU10-TÜBİTAK UZAY

KMU1, Türkiye için kritik önemde gördüğü bölgesel uçak konusunda ihtiyaç duyulan altyapının, yabancı ortaklıklar yoluyla hızla kurulabileceğini ifade etmektedir:

“Endonezya zamanında denemiş, McDonnell Douglas’ı getirelim burada kuralım gibi, yine öyle girişimler olabilir. Ki bence regional jet [bölgesel uçak] çok kritik. Bu ülkede her ay on tane bölgesel uçak üretecek iç pazar artı dış pazar var ben öyle düşünüyorum.” KMU1-SSB

Bölgesel uçak projesi; havayolu taşımacılığı, eğitim ve Ar-Ge faaliyetleri ile havacılık/uzay çalışmaları üzerinden tüm aktörlerin (devlet, sanayi, akademi) esas konularının kesişiminde yer almaktadır. Sanayile olduğu kadar MTE ile de ilişkili olan bu öneri, THUS’un bütünleşik bir anlayışla yeniden inşasında önemli görülmüştür. Ayrıca projeyi öne çıkaran katılımcıların, kamu görevlisi olmaları da bulgu olarak görülmektedir. Hatta üç katılımcının ikisinin SSB bünyesinde çalışmasından yola çıkarak, SSB’nin savunma sanayinde üstlendiği koordinasyon rolünün, orta ve üst yönetim kadrolarınca benimsendiğini söylemek mümkündür.

Katılımcıların değerlendirmelerinin sunulmasının üzerine, bu değerlendirmelerin arka planıyla ilgili birkaç noktanın özellikle vurgulanması gerekmektedir. Bunlardan ilki, savunma sanayinde (SSB, ASELSAN, TUSAŞ, ROKETSAN) çalışanların, Türkiye’nin mevcut durumu, uyum kapasitesi ve potansiyeli konularında, diğer iki katılımcı grubuna nazaran, daha geniş ve olumlu yönde değerlendirmeler yapmasıdır. İkincisi, Türkiye Savunma Sanayi’nin ulaştığı teknoloji kabiliyetiyle, dünya çapında güçlü bir görünüm sergilemesidir. Ancak yalnızca savunma sanayine bakarak, Türkiye’nin teknolojik altyapısına ilişkin kesin ifadeler kullanmaktan kaçınmak gerekir. Özellikle bu çerçevede ‘savunma teknolojilerinde know-how transfer edilemez’, ‘sivil teknolojiler teknoloji transferine daha uygun alanlardır’ gibi ifadeler dikkate alınmalıdır. THUS’da sürdürülen çalışmalar, dünyanın hali hazırda sahip olduğu malzeme, imalât, tasarım teknolojilerine erişme bağlamında şekillenmektedir. Buradan hareketle, yapılacak özgün bilgi transferi, imalât-tasarım işbirlikleri Türkiye’nin teknoloji ve bilgi kapasitesinin geliştirilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Her iki kapasitenin geliştirilmesinde de sivil teknolojilerde kurulacak işbirliklerinin önemi katılımcılar tarafından dile getirilmektedir.

Katılımcıların THUS ekosisteminin toprağının nasıl yeşereceğine dair önerileri 6 maddede sıralanabilir:

(i) Yerlileştirme konusu kritik bir alan olarak değerlendirilmektedir. THUS’da tasarım, prototip geliştirme, test ve imalât altyapılarının yerlileştirilmesi, ülkeye özgü geliştirilen fikir ve önerilerin özgün ve saklı kalmasını sağlamada önemli görülmektedir. Özellikle test merkezlerinin ‘sanayi casusluğu’na açık yapısı, ülkelerin özgün fikirlerinin saklanamaması sonucunu beraberinde getirmektedir. Bu sonuç, özgünlüğün ve özgünlükten doğan gücün kaybedilmesi anlamını da taşıdığından yerlileştirme süreçleri, teknolojik ilerleme kadar siyasal güç ile de ilişkilendirilmektedir. Çünkü ülkelerin yerli ve millî havacılık ve uzay sistemlerine sahip olmaları, uluslararası rekabette kendilerini güçlendirmektedir. Sonuç itibariyle, ülkelerin kendilerine ait test ve imalât altyapısına sahip olmaları, yenilikçi ürün ve süreç geliştirmenin kilit ögeleri arasında yer almaktadır. Buradan hareketle THUS için öncelikli konuların başında, bu teknolojilerin ve altyapının yerlileştirilmesi gelmektedir.

(ii) Havacılık ve uzay sanayinde istihdam edilecek işgücünün ve yöneticilerin ‘uygunluğunun’ başka bir deyişle liyakatin gözetilmesi gerektiği sıklıkla vurgulanmaktadır. THUS’da istihdam edilecek işgücünün, eğitim sürecinde ‘yaparak ve deneyerek’ öğrenmesi çok kıymetli bir bilgi birikimi olarak görülmektedir. Bu deneyimin ‘kıymeti’, her şeyden önce havacılık ve uzay sanayinin çok pahalı bir sanayi olmasından kaynaklanmaktadır. Katılımcılar, bu sanayide elde edilecek en küçük bir uygulama deneyiminin dahi ‘paha biçilemez’ olduğunu ifade etmektedirler.

(iii) Buradan hareketle, ‘entegrasyona dayalı bir eğitim organizasyonunun kurulması’ önerisine gelinmektedir. Yukarıda da değinildiği gibi havacılık ve uzay sanayinde deneyimin önemli olması, bu alanda alınacak eğitimin entegre yapısının önemini ortaya çıkarmaktadır. Bununla birlikte dünyadaki eğilim de izlendiğinde, özellikle üniversiteler ile firmaların ortak Ar-Ge çalışmalarını yürütmek amacıyla oluşturdukları entegre araştırma merkezleri bu önerinin zeminini güçlendirmektedir.

(iv) Bu eğitim ve araştırma altyapısı bağlamında gelen bir diğer öneri, Türkiye’nin küresel havacılık ve uzay sanayinde taşıdığı ‘satın alan ve lisans/patent altında üreten’ rolünün ‘özgün bilgi ve teknoloji üreten’ rolüne dönüşmesini sağlamakla ilişkilidir. Hem malzeme hem imalât teknolojilerinin yerlileştirilmesi yönündeki çalışmaların daha güçlü bir bilgi birikimi oluşmasını sağlaması beklenmektedir. Böylelikle kendi bilgisiyle ürettiği özgün ürün, süreç ve malzemeleriyle güçlenen bir THUS ekosistemine kavuşulması hedeflenmektedir.

(v) Özgün ürün, süreç ve bilgilere giden süreçteki en önemli bileşen, mevcut çalışma alanlarının neler olduğunun tespit edilmesi ve bu alanlara uygun işgücüne sahip olmadır. Havacılık ve uzay sanayinde yatırım, iş yaratma konularının sorumluluğu, doğrudan devlete atfedilmektedir. Yukarıda da vurgulandığı gibi havacılık ve uzay sanayinin ulusal güvenlik ve uluslararası rekabet gibi konularla olan yakın ilişkisi, bu alanda devletin varlığı ve koordinasyonunu öncelikli kılmaktadır. Buradan hareketle bu alanda yapılacak plânlama, koordinasyon, yatırım ve nihayetinde yeni iş yaratma faaliyetlerinin sorumlu aktörü devlet olarak görülmektedir. Benimsenen özgün ürünlere ulaşılması hedefi yolunda THUS ekosisteminde çalışan işgücü sayısında niceliksel bir artış eğilimi gözlenirse de henüz bu nitelikte ürünlere ulaşmada yeterli işgücüne sahip olunmadığı katılımcılar tarafından öne çıkarılmaktadır. Bu da benimsenen ulusal hedeflerin ‘birlikte’ plânlaması gereğini bir kez daha göstermesi anlamında önemlidir.

(vi) THUS ekosisteminin ilerlemeye, gelişmeye ve güçlenmeye yönelmesi, iç ve dış rekabetin yenilikçiliği desteklemesiyle de ilişkilendirilmektedir. Türkiye’nin mevcut ekosisteminde tek alıcının devlet olduğu ve bu yapının da ekosistem içerisindeki — büyüklüğü ne olursa olsun bütün— firmaları, ‘sınırlı bir yenilikçilik’ düşüncesinin içinde bıraktığı vurgulanmaktadır. Katılımcılar, tek alıcı devlet olacaksa dahi firmalar arasında rekabet yaratılarak, yenilikçiliğin desteklenmesini önermektedir. Bu yenilikçiliğe dayalı rekabet ortamı, verimli bir THUS ekosistemi yaratma hedefine yaklaşmak anlamını da taşımaktadır.

Yenilikçi bir havacılık ve uzay sanayi ekosisteminde faaliyet gösteren aktörlerin, birbirinin çalışmalarından haberdar olmasının sağlanmasının önemi de göz önünde bulundurularak, THUS için, projeler aracılığıyla aktörlerin bir araya geldiği yapıların kurulması önerilmektedir. Böyle bir yapı hem aktörlerin birbirinin çalışmaları hakkında bilgi sahibi olmalarını sağlayacak hem de THUS ekosisteminin tüm aktörlerinin bir araya gelerek yenilik üretme motivasyonunu ve kabiliyetini destekleyecektir. THUS ekosistemindeki ‘ortak sorunlara birlikte çözüm bulunması’, bulunan çözüm ve/veya çözümlerin sonucunda ulaşılan bilgi birikiminin kayıt altına alınması ve ilgili tüm kişi ve kurumların kullanımına açılması verimli bir THUS’un yakalanması için yaşamsal önemdedir. Bu birliktelik düşüncesi, önerilen eğitim işbirliği modelinin ‘entegre’ yapısının da gerekçesini oluşturmakta; sanayi ve üniversite arasındaki yapay ayrımların giderilerek, bu aktörler arasında daha doğal bağlar kurulması düşüncesine dayanmaktadır. ‘Ekosistemin hedefi

ortak olduğuna göre, bu yöndeki çalışmalar da ortak hale gelsin’ düşüncesi, ulusal teknoloji altyapısının bu ‘ortaklığa dayanan anlayış’ üzerinden tüm aktörlerin kullanımına açılması önerisiyle kendisini göstermektedir. Sahip olunan ulusal teknoloji altyapısının etkin ve verimli kullanılması, THUS’un gerçek durumunun ortaya konmasında ve ihtiyaçların ‘doğru’ tespitinde önemli bir yer tutmaktadır.

Bir sonraki bölümde, THUS ekosisteminin geleceğinin teminatı olan bu nitelikli teknik işgücünün ‘örgün ve yaygın (ve/veya sürekli) MTE’ yoluyla nasıl sağlanacağı detaylandırılmaktadır.

4.4.3. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Ekosisteminin Geleceği: Nitelikli Teknik İşgücü

Bulguların paylaşıldığı bu bölümün son başlığında, THUS ekosisteminin üretken bir şekilde varlığını sürdürülebilmesinin ‘teminatı’ olan, nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesine dair katılımcı değerlendirmeleri paylaşılmaktadır. THUS işgücünün mevcut durumunun tespitine ve geleceğine yönelik önerilere de bu başlık altında yer verilmektedir. Bölüm, dört alt başlıktan oluşmaktadır. Öncelikle, katılımcıların ‘THUS’un teknik işgücü profili’ hakkında değerlendirmeleri sunulmakta, bunu takiben bu teknik işgücünün ‘sorun alanları (istihdam, eğitim ve entegrasyon)’ sırasıyla ele alınmaktadır. Üçüncü alt başlık ‘havacılık ve uzay sanayinde istihdam edilecek nitelikli teknik işgücünün sahip olması gereken beceriler’ konusundaki değerlendirmeleri içermekte ve bölüm verimli bir THUS ekosisteminin ‘teminatı’ olarak görülen ‘nitelikli teknik işgücünün nasıl yetiştirileceğiyle ilgili öneriler’ ile sonlandırılmaktadır.

Katılımcıların Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)’ndeki Teknik İşgücünün Profiline İlişkin Değerlendirmeleri

Tezde, havacılık ve uzay sanayinde istihdam edilen ‘teknik işgücü’ terimiyle mühendis, tekniker ve teknisyenlerden oluşan işgücü kastedilmektedir. Bununla birlikte katılımcılar kimi zaman bu işgücünün her bir grubunu kendine özgü yapısı içinde değerlendirmişlerdir. Teknik işgücünün herhangi bir grubunun özel olarak kastedildiği değerlendirmeler ve durumlar, ilgili yerlerde belirtilmektedir. Teknik işgücünün profili, bu işgücünün nicel ve nitel özelliklerini ele alan değerlendirmeleri kapsamaktadır. Katılımcıların tamamı (34/34) teknik işgücünün profili hakkında değerlendirme yapmışlardır. Yapılan değerlendirmelerde tespit edilen en belirgin özellik, teknik işgücünün sayısal açıdan çok veya az olması yerine

bu işgücünün sahip olduğu, olması gereken ve/veya olması beklenen niteliklere neler odaklanmalarıdır. Kamu, akademi ve sanayi katılımcılarının değerlendirmeleri arasındaki farklılıklar bu alt başlığın sonunda ele alınmaktadır.

İşgücünün **niceliği** konusunda, katılımcıların yarıya yakını (11/34) değerlendirme yapmıştır. Bu değerlendirmeler üç grupta toplanmaktadır. Değerlendirmelerin dağılımı incelendiğinde mevcut THUS işgücünün sayısal yeterliliğine ilişkin katılımcıların 7'sinin olumsuz düşüncelere sahip olduğu, 4'ünün ise olumlu ve olumsuz değerlendirmeleri bir arada yaptığı görülmektedir. Katılımcılar içerisinde THUS'daki işgücü sayısını yeterli gördüğünü ifade eden 1 katılımcı (AKD3) bulunmaktadır.¹⁷⁶

Teknik işgücü sayısının az olduğu yönünde değerlendirme yapan katılımcılar, konuyu farklı düzeylerde ele almaktadır. Örneğin KMU3 doğrudan uzay sanayi özelinde değerlendirme yapmakta ve Türkiye'de uzay alanındaki işgücünün, “500-600 kişi ile sınırlı” olduğunu vurgulamaktadır:

“Türkiye’de ne durumdayız; Türkiye’de çok azız. ... Türkiye’de 500-550 kişi var[ız] uzay sektöründe çalışan. Ve biz birçok proje yapmaya çalışıyoruz yani haberleşme uydusu yapmaya çalışıyoruz, Türksat 6A yerli haberleşme uydusu var biliyorsunuz. ... Bunun yanında bir de yer gözlem uydusu yapıyoruz, uydularda kullanılacak olan ekipmanları tasarlayıp, üretiyoruz. Yani çok fazla şey yapmaya çalışıyoruz ama az kişiyle. Bunu genişletmek gerekiyor, o yüzden yeterli olduğunu düşünmüyorum Türkiye’de [işgücü sayısının].” KMU3-TÜBİTAK UZAY

AKD4 de Türkiye’deki işgücü sayısını Fransa ile karşılaştırarak “... ve çok olması lazım. Yani, sayı çok az, Türkiye’de sayı çok az. Savunma Sanayi Bakanlığı’nın ikinci yetkilisiydi UHUK’da [Ulusal Havacılık ve Uzay Konferansı] konuştu; 10 kat fark var Türkiye ile Fransa arasında. Fransa’da 350 binden mi bahsediyordu Türkiye’de 35 binden mi [ne] bahsediyordu. Teknik işgücü, insan sayısı arasında on kat fark var, ... o önemli, insana çok ihtiyaç var” sözleriyle değerlendirmektedir. END9 da bu sayısal karşılaştırmayı ‘yolcu uçağı üretme kapasitesi’ üzerinden yapmaktadır:

“Bir yolcu uçağı yapmak istiyorsanız, istatistiki olarak nüfuslarınızı kıyasladığımızda şöyle bir oran ortaya çıkıyor. Sizin kendi uçağınızı yapabilmemiz için minimum 20 bin çalışanınınız olması gerekiyor. 20 bin, 25 bin, 30 bin çalışanınınız olduğu vakit, siz kendi uçağınızı yapabiliyor bir hacme ulaşmışsınız demektir. Bugün TAI 8 bin. Buradaki büyüme çok yüksek ama henüz hâlâ bu noktaya gelmiş değil.” END9-Numaş

Teknik işgücünün niceliğini olumlu ve olumsuz yönleriyle birlikte ele alan katılımcıların, bu değerlendirmelerinde, ‘yaygın eğitim’e odaklandıkları görülmektedir. Örneğin AKD3, THUS’daki teknik işgücünün ‘yeterli’ olduğunu, “bu süreçte Türkiye için

¹⁷⁶ Bu katılımcı, olumlu ve olumsuz değerlendirmeleri birlikte yapan grup içerisindeydi.

bir sıkıntı olacağını zannetmiyorum. ... Eğittiniz takdirde yeterli bir kitle olduğunu düşünüyorum” sözleriyle ifade etmektedir. Katılımcının açıklamasında *“eğittiğiniz takdirde”* ifadesiyle, teknik işgücünün niceliğinin yeterli ama niteliğinin yeterli olmadığına gönderme yaptığı da göz ardı edilmemelidir.

END8 de THUS’da istihdam edilen nitelikli teknik işgücünün sayıca az olduğuna ancak bu grubun öğrenme hevesi olan kişilerden oluştuğuna dikkat çekmektedir. Katılımcı *“İşgücü sayımız az ama öğrenme hevesimiz var. Herkes iş almak istiyor, ekstra iş almak istiyor. Biz daha başındayız. Yapılan işler de ilk olduğu için herkes bir millî kahraman hissiyle yapıyor işini”* sözleriyle bu işgücünü yüceltmektedir.

Katılımcılar bu genel değerlendirmelere ek olarak, özellikle THUS’un teknisyen açığına vurgu yapmışlardır. AKD5 bu durumu *“Türkiye’de ... herkes üniversite mezunu olmak istiyor. ... Sadece masa başı mühendislik değil bu olay. Türkiye’de teknisyen olmak isteyen yok”* sözleriyle ifade etmektedir. AKD6 ise bu eksikliği, ‘hasta bakıcı metaforu’yla açıklamaktadır:

“Bizim ciddi manada orta eleman ihtiyacımız, yani ara elemanı train etmeye [eğitime] ihtiyacımız var. Bizde ara eleman yok, ... orada bir boşluğumuz var. ... Hani hastanede doktor var, hemşire var, hasta bakıcı yok ... onun gibi. Burada mesela mühendisimiz var ama ara elemanımız yok.” AKD6-AYBÜ

Katılımcıların açıklamalarında da görüldüğü gibi, THUS’un teknik işgücü açısından öne çıkarılan ihtiyacı, teknisyen grubunda ortaya çıkmaktadır. AKD12 bu ihtiyacı *“Yani bence ülkedeki en büyük eksiklik ara eleman, —uzay sanayinde de— yani tekniker, o kritik. ... Şu an tekniker bulamıyoruz. ... Halbuki bir projede en az ... sistem mühendisi, makina mühendisi, elektronik mühendisi kadar bir makina teknikeri, elektronik teknikeri de önemli”* sözleriyle ortaya koymaktadır.

Akademisyenlerin mühendislerin ötesine geçerek, özellikle teknisyen işgücüne olan ihtiyacı vurgulamaları dikkat çekmektedir. Katılımcı yanıtlarından, havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin ‘omurgası’ nı teknisyen ve teknikerlerin oluşturduğu anlaşılmaktadır. Verimli bir THUS için de bu ihtiyacın göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Havacılık ve uzay sanayinin ilerlemesinde teknisyenlere atfedilen rolün önemi AKD5’in şu sözlerinde açıkça görülmektedir:

“Mühendis plânlar, geliştirir; uygulamasını yapan teknisyendir yani faaliyete geçiren, ürün olarak sunan. ... Her şey mühendisle yapılmaz. ... [Teknisyenlik] alt seviye işi değil. Kimse anlamıyor ki teknisyen olmadan senin sanayin gelişmez. ... Mühendis bir şeyi plânlayıp geliştiriyorsa, onlar da [teknisyenler] uygulayıcıdır ... Teknisyen yok demiyorum, var ama teknisyene önem verilmiyor, alt

seviyede bakılıyor çok yanlış. Teknisyenlerin Almanya’da ... işçi hakları o kadar yüksek seviyede ki, mühendisten daha fazla hakkı var. ... Adamlar önem veriyor, çünkü o bir omurga. O çöktü mü mühendisin yapacağı hiçbir şey yok. Mühendis istediği kadar bilgisayarda proje geliştirsün, uygulayacak adam yoksa kalıyorsun. Türkiye’de bu var, herkes mühendis, herkes uzman, herkes CEO. Yapacak adam yok.” AKD5-LUH

KMU1 de benzer şekilde THUS’un teknisyen ihtiyacını, sanayinin ‘sürdürülebilir’ bir yapıya kavuşturulmasıyla ilişkilendirerek ele almaktadır:

“Sadece mühendis aşaması önemli değil, bunun asıl teknik aşaması, uygulayıcısı çok fazla olması gerekiyor. Çünkü o kurduğunuz bütün robotların, iletişim sistemlerinin, ERP altyapılarının hepsinin bakıma ihtiyaçları var. Sürdürülebilirlik açısından bu altyapıyı da kuruyor olmanız lazım. ... Aslında bizim ihtiyacımız milyon tane üniversite mezunu değil, onun yerine milyon tane tekniği bilen, hani o, nasıl yapılırları bilen. Çünkü öbür tarafı teorisinde işini yapıyor ama bunu senin teknik uzmana, teknik yardımcıya aktarıp ona uygulatman gerekiyor. İşte şimdi teorisini herkes yaptı yaptı uygulama kısmında eleman eksikliği var, dolayısıyla ... üretimde sıkıntı yaşıyorsun.” KMU1-SSB

THUS’daki teknik işgücünün **niteliğine** gelindiğinde ise bunu katılımcıların (31/34) ‘yeterlilik’ kavramı üzerinden tartıştığı görülmüştür. Teknik işgücünün niceliğinde olduğu gibi, niteliğiyle ilgili değerlendirmelerde de katılımcılar üç grupta toplanmıştır. Katılımcıların bir kısmı (12/34) teknik işgücünü yeterli olarak tanımlarken, bir kısmı (11/34) bu görüşün tersini iddia etmekte, geri kalanı ise (8/34) konuyu daha esnek şekilde ele almaktadır. 3 katılımcı (END7, KMU1, KMU5) işgücünün niteliğine ilişkin değerlendirme yapmamıştır.

Havacılık ve uzay sanayindeki mevcut teknik işgücünün **yeterli olduğunu** ifade eden katılımcılar, bu değerlendirmelerini ‘mühendislik araçlarını kullanma kabiliyeti’ ve ‘deneyim çeşitliliğine’ dayandırmaktadırlar:

“Bir kere bilişim dünyası yani bizim şu anda işgücümüz var olan tool’larla ürün üretme yönünde yetkinliğe sahip yani yazılım kodu yazabiliyorlar, —çok iyi yazılımcılara sahibiz— bunları ürün haline getirebiliyorlar; yazılım dünyasına sunabiliyorlar. [Ayrıca] hazır olan dijital üretim platformları[nı], uçak çizim programları, analiz programları gibi programları kullanarak uçak tasarlama yeteneği[ni] geliştiriyorlar.” END4-TUSAŞ

“Buradaki yetişmiş insan gücü şu an dünyanın en değerli insan gücü arasında; ... Benim jenerasyonumdaki arkadaşlarım[la] o kadar dar zamanlarda, o kadar çok projelerde baştan sonuna kadar çalıştık ki, kimi yurtdışındaki bir mühendisin hayatı boyunca çalışabileceği tek bir proje varken biz aynı anda 3-4 projede çalıştık ve başından sonuna çalıştık; ... Avrupalı’nın yetiştirdiği mühendis bir tane projede, bir tane kapak yapmak üzerine çalıştı, 15-20 senesini buna harcadı. Biz[im]se zamanımız yok, öyle bir dünya yok. Evet bize belli kısıtlar konuldu ama baktık onlar işlemiyor, biz mecbur kendi yolumuzu bulmak zorunda kaldık ve bu şekilde yetişmiş çok güzel bir insan kaynağımız oluştu. Şu an savunma sanayinde 10 yılını eskitmiş durumda bu kaynak. On yılın içerisinde en az 2-3 projede baştan sona çalışmış durumda ortalaması. O yüzden çok değerli.” END9-Numaş

END9, THUS işgücünün diğer ülkelerden farklı bir uzmanlaşma deneyimine sahip olduğunu ifade etmektedir. Avrupalı bir mühendisin bir tek projede uzmanlığını derinleştirdiği anlaşılırken, Türkiye’deki uzmanlaşmanın ‘mecburiyetten ve zaman

kısıtından kaynaklanan' nedenlerle kendine özgü bir şekilde gerçekleştiği görülmektedir.¹⁷⁷ Burada üzerinde düşünülmesi gereken konu, nihai başarıda kimin daha kazançlı çıkacağı sorusuna verilecek yanıtın ne olduğudur. THUS örneğinde işgücünün deneyimi hem derinleşmemekte hem de sistemdeki sürdürülebilirlik zafiyeti nedeniyle sadece sahip olan kişilerle sınırlı kalmaktadır. Bu da belirli kısıtlara rağmen oluşan teknoloji hafızasının, sektörel ve/veya ulusal bir mekanizma yoluyla toplanması ve aktarılmasının sürdürülebilirlik açısından taşıdığı önemi göstermektedir.

THUS'da istihdam edilen işgücünün niteliğine yönelik olumlu değerlendirmelerde, bir de büyük ölçekli savunma sanayi firmalarının öne çıktığı görülmektedir. Örneğin AKD8 bu durumu *"Ben gayet bu konuda olumluyum. ... Başta TAI, TEI olmak üzere HAVELSAN, ROKETSAN gibi büyük firmalarda çalışanların yeterliliklerini gayet iyi görüyorum"* diyerek ortaya koymaktadır.

END11 ve AKD9 da 'nesil' ve 'kuşak' kavramları üzerinden 'yeni teknolojilere hâkim olma ve onları kullanma becerisi'ni vurgulayarak özellikle genç işgücünün niteliği üzerine olumlu bir değerlendirme yapmaktadır. AKD9 *"Yeni nesil ... kodu mesela çok iyi kullanıyor. Bu bence önemli"* sözleriyle, END11 ise *"Y ve Z Kuşağı teknolojiyi kullanmaya, teknolojiden bir şeyler yaratmaya, iş yapışlarında teknolojiden yararlanmaya çok açıklar ve ihtiyaçları, talepleri var, bu çok güzel bir şey"* diyerek bunu ifade etmektedir.

Katılımcılar (11/34) teknik işgücünün **yeterli olmadığı** yönünde de görüş bildirmektedir. Örneğin AKD12 THUS'da işgücünün durumunu *"Mevcut işgücümüz[ün] ... yeterliliklerini aslında zayıf değerlendiriyorum"* sözleriyle ifade etmektedir. İşgücünün niteliğine ilişkin yapılan olumsuz değerlendirmelerde katılımcıların 'tasarım kabiliyetinin yetersiz olması', 'yabancı dil yetersizliği', 'kavramsal düşünmeme (sorgulamama/eleştirel düşünmeme)', 'havacılık/uzay dışındaki mühendislik alanlarında eğitim alma', 'analitik düşünememe (sistematik olamama ve optimizasyonu kavrayamama)' konularına odaklandıkları görülmektedir. İşgücünün yeterli olmadığı konusunda en dikkat çeken vurgular, akademisyen katılımcılardan gelmiştir.

¹⁷⁷ Kuramsal kısımda da yer verilen teknik/profesyonel meslek becerileri arasında bu tür bir beceriden söz edilmemektedir (bkz. s.100-2). Bununla birlikte, bu durum *"bağlamsal performans"* çerçevesinde değerlendirilebilir. İş akışının kesintiye uğramaması, TKY anlayışı gereği, işyerindeki süreçlerin tamamının bilgisinin tüm çalışanlarda olması gibi durumlarda, çalışanlar görev tanımının ötesine geçmektedir.

Örneğin AKD11 özellikle mühendis işgücünün tasarım becerisine sahip olması gerektiğine işaret ederek, Türkiye'deki mühendislerin 'tasarım kabiliyetinden yoksun' olduğuna *"Türkiye'de üniversitelerin kolej seviyesine çekilmesiyle, normalde mavi yakalı mühendis dediğimiz insanlar, mühendis titriyle mezun oluyorlar. Kendi durumlarının farkında olmadıkları için, tasarım kabiliyetleri yok, ... Kendilerine gelen istekleri yerine getirmek üstüne çalışan mavi yakalı mühendisler grubunu, biz beyaz yakalı mühendis olarak adlandırarak kendi kendimizi aldattıyoruz, durum kötü"* sözleriyle dikkat çekmektedir.

AKD7, AKD2 ve AKD4 ise konuyu işgücünün teknolojik dönüşüme uyum kabiliyeti bağlamında ele aldığı değerlendirmeleri önemli görülmektedir. AKD7 *"Mevcut teknik işgücünün çok yeterli ve yetkin olduğunu düşünmüyorum Türkiye'de. ... [İşgücünün] hem akademik hem lisan yetersizliğinden dolayı uyum sağlamada zorluk yaşayacaklarını düşünüyorum"* diyerek THUS'un mevcut teknik işgücünü yeterli bulmadığını ifade ederken, AKD2 ve AKD4 de THUS'daki teknik işgücünün yenilik üretmekten çok 'verili prosedürlerin uygulanması' yönüyle öne çıktığına değinmektedir:

"Bir işin yapılması istendiğinde mesela yapılıyor, ... 'bunun yapılması gerekiyor' dendiğinde, belirli prosedür verildiğinde Türkiye'deki insanlar, çalışanlar bunu yapabiliyor." AKD2-Sabancı Ü.

"Türkiye'de ... şu anda mevcut teknik işgücümüz ... mekanik. Yani hakikaten, dışıyı döndür, sonuç versin, prosedürü uygula sonuç versin insanları olduğundan dolayı ... neyi neden yapmış diye bakmıyor. ... Teknik işgücümüz cope edemeyebilir [başa çıkamayabilir] ileride." AKD4-THKÜ

AKD4, THUS'daki teknik işgücünün sayıca az olmasına yönelik değerlendirmesini (bkz. s.250), bu işgücünün 'sorgulamayan' kimliğiyle ilişkilendirerek pekiştirmektedir. Katılımcı, bu sorgulamayan işgücünün yeterliliğini teknolojik dönüşüme uyum konusuyla beraber ele almakta ve bunu *"... Neyi neden yaptığımızı sorgulamadan yaptığımızdan dolayı, ... bizim [Endüstri] 4.0'a uyumlu, [onun gerektirdiği] yeterlilikleri sağlayan işgücümüz de çok fazla yok"* sözleriyle ifade etmektedir.

Yine AKD4, havacılık ve uzay sanayi işgücünün, havacılık 'dışında' bir eğitim arka planına sahip olmalarına *"Bizde insan gücü de yok. Uzay alanında çalışacak bütün insanlar devşirme. Makina mühendisliğinden, elektrik-elektronikten devşirme"* sözleriyle dikkat çekmektedir.

Katılımcılar teknik işgücünün yeterliliğiyle ilgili bir diğer sorunu, bu işgücü tarafından, 'sistem anlayışının ve optimizasyonun kavranamaması' bağlamında ele almaktadır. END4 *"Bizde gençler geliyor ve şöyle diyorlar 'ben aerodinamikçi olacağım', 'ben otopilotçu olacağım', 'ben yapısalcı olacağım'; uçağın hepsi yüzde 3'ü bunların. [Soruyorum] daha*

böyle belki otuz tane alan var onlarla ilgili hiçbir bilgin var mı? [diye], yok [diyor]. Sen sadece aerodinamikçi olarak uçakla ilgili iyi bir şey yapamazsın. İyi bir aerodinamikçi ve diğerlerini bilen biri olarak bir şeyler yapabilirsin. Diğerlerini bilen adamlarımız az” diyerek işgücünün sistemin bütününün bilgisine sahip olmadan önce uzmanlaşma yönünde bir isteği/eğilimi olduğuna dikkat çekmektedir. Bu durum, THUS’da ihtiyaç duyulan, sistemin bütününün bilgisine sahip olan bir işgücünün yetiştirilmesinde FeTeMM Eğitimi’nin önemini de doğrulamaktadır. KMU6 ise bu durumu ‘sistemde mühendis yetiştiremiyoruz’ diyerek şu sözlerle değerlendirmektedir:

“Sistemde bir mühendis yetiştiremiyoruz, herkes bir tarafta kalıyor. ‘Ben structure’cıyım’ diyor, ‘structure’ın bilmem ne özelliği konusunda çalışacağım. Çalış arkadaşım da ... ana resmi de kaçırma. Ana resmi kaçırınca dışarıda ne olup, olmadığını bilmiyor, ne önemli, ne değil onu kaçırıyor bu sefer de. ... Bir hava aracı veya bir sistem tasarlıyorsun, bir mühendislik faaliyeti yapıyorsun. Başta gereksinimleriniz var, bu gereksinimleri ürüne dönüştürürken bunu doğrulayacağınız aşamalar var, tasarımı derinleştireceğiniz aşamalar var. Ana resmi kavra, ondan sonra amaca doğru yönel.” KMU6-SSB

Bu iki katılımcı (END4, KMU6), THUS’da teknik işgücünün ‘sistematik düşünme ve davranma’ ile ‘optimizasyon’ konusundaki yeterliliğine de aynı şekilde yaklaşmaktadır. KMU6 *“optimizasyon konusunu hafsalalarına alamıyor arkadaşlar, çok gereksiz ayrıntılara takılıyorlar tasarım projesinde. ... Oturup optimizasyon anlatıyorsunuz”* sözleriyle mevcut işgücünü değerlendirirken, END4 *“mühendislik bir optimizasyon sanatıdır”* diyerek, optimuma odaklanmanın mühendisliğin ‘özü’ olduğunu ifade etmektedir:

“Mühendislik bir optimizasyon sanatıdır. Mühendislik birçok alanda en iyiyi yapmak değil, en optimize, herkesin memnun olacağını yapmaya çalışmaktır. Bunun içinde, bütçe de vardır, maliyet de vardır. Üniversite de siz bu insanları bütçe, maliyet konularına sokmazsanız, size kağıtta dünyanın en iyi uçağını tasarlar ama o kadar pahalı olur ki üretemezsiniz. ... önemli olan üretilebilir, sanayiye sokulabilir bir şey tasarlamak.” END4-TUSAŞ

THUS’un teknik işgücünün yeterliliği hakkında **olumlu ve olumsuz değerlendirmeleri bir arada içeren** yanıtlar incelendiğinde, katılımcıların teknik işgücünün yeterliliğini ‘yaygın eğitim’, ‘uygulama kabiliyeti’ ile ‘farkındalık’ bağlamında ele aldığı görülmektedir:

“Daha yeni helikopter fuarına gittim orada da baktığım zaman bizim mevcut işgücümüz ve farkındalığımız onlardan farklı değil. Aynı dili konuşuyoruz bu anlamda. Mevcut işgücümüz var ama yeterlilikleri nasıl görünüyor dersiniz belki daha fazla eğitim aldırarak gerekebilir. Farkındalığımız var ama yetkinliğimizi artırmak için eğitim ve uygulamaya daha fazla ağırlık vermemiz gerekiyor.” END8-TUSAŞ

“Sırf havacılık sektörü için konuşacaksak, kabiliyet bakımından çok büyük bir eksiklik olduğunu düşünmüyorum. Sadece belki bunların uygulanması anlamında eksiklikler olabilir veya bakış açısı bakımından olabilir. İnsanların yani o işi niye yaptığının farkında olmasıyla ilgili belki eksiklikler olabilir.” AKD2-Sabancı Ü.

İşgücünün niteliğini konu alan tartışmalar, katılımcıları doğrudan Türkiye’de havacılık ve uzay eğitiminin yeterli olup olmadığı yönündeki bir tartışmaya yönlendirmektedir. Hiç kuşku yok ki mevcut teknik işgücünün yeterliliklerinde gözlenen eksiklikler, bu alandaki eğitim yetersizliklerinin (ör. örgün eğitim, iş başında eğitim [staj, uygulama olanakları, proje-tabanlı eğitim olanakları]) ve hatalı istihdam plânlarının doğal sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. İşgücünün kabiliyetlerinin eksik olduğunu ifade eden ve bu eksiği, MTE’deki aksaklıklarla ilişkilendiren katılımcıların açıklamalarına aşağıdaki ‘sorun alanları’ arasında yer verilmektedir.

Sonuç itibariyle katılımcıların, THUS’da istihdam edilen teknik işgücünün niceliksel ve niteliksel özellikleri hakkındaki değerlendirmelerinde anlamlı bir dağılım tespit edilmiştir. Her bir katılımcı grubuna THUS’daki teknik işgücünün nicel ve nitel duruma ilişkin değerlendirmeleri **aynı soru(lar)da ve/veya birlikte** sorulmuş olmasına rağmen, katılımcıların 18’i yapmış olduğu değerlendirmelerde nicel konulara değinmemiş, yalnızca işgücünün niteliğine odaklanmıştır. Bu tespiti anlamlı kılan, niteliksel değerlendirmeler yapan katılımcıların yapısıdır. Örneğin endüstri katılımcılarının neredeyse tamamı (10/12) sayısal herhangi bir değerlendirme yapmaksızın, işgücünün sahip olduğu ve olmadığı beceriler ile bunların nasıl kazanılacağına yönelik düşüncelerini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde kamu katılımcıları da (8/10) niceliksel değerlendirmelerden çok işgücünün niteliğine odaklanan açıklamalar yapmıştır. Akademisyenler ise konuyu nicel boyutuyla değerlendiren grup olarak belirlemektedir. Niceliksel değerlendirmelerin 7’sinin akademisyen 2’sinin endüstri 2’sinin de kamu katılımcısından gelmesi bunu göstermektedir.¹⁷⁸

Katılımcıların değerlendirmeleri ve bu dağılım beraber yorumlandığında, Türkiye’deki tüm aktörlerin THUS’un **nitelikli ancak az sayıda insanın varlığıyla** ‘yetindiği’ gerçeği görülmektedir. Oluşan bu tablo, THUS’un tarihini konu alan literatür ile de desteklenmektedir. Daha önce de değinildiği üzere, Türkiye’nin tarihin her döneminde gerek işgücü sayısı gerek malzeme ve teknoloji anlamında içinde bulunduğu kısıtlı koşullara rağmen, katettiği yol ile kazanımların varlığı, bugün de katılımcılar tarafından işgücünün niceliğinden çok niteliğinin ön plana çıkarılmasını açıklamaktadır.

¹⁷⁸ Ancak bu tablo, akademisyenlerin değerlendirmeleriyle ilgili hatalı bir yorumu getirmemelidir. Akademisyen katılımcılar, hem teknik işgücünün hem de teknik eğitimin niteliğine yönelik değerlendirmeleriyle de öne çıkmaktadır.

Katılımcıların Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)'ndeki Teknik İşgücüne Yönelik Sorun Alanlarına İlişkin Değerlendirmeleri

THUS'un sorun alanları, 4.4.1. başlığında ele alınmıştır. Bu kısımda sadece, teknik işgücünün güncel sorunları hakkındaki tespitlere yer verilmektedir.

Araştırmaya katılan tüm katılımcılardan —doğrudan ve dolaylı bir şekilde— teknik işgücünün yaşadığı sorunları değerlendirmesi istenmiş ve katılımcıların hemen hepsi (28/34) buna dönük açıklamalar yapmıştır. Katılımcı yanıtları incelendiğinde, THUS'da teknik işgücünün sorun alanlarının (i) istihdam sorunları (işsizlik, yeni iş yaratmama ve yurtdışına göç) (18/34), (ii) nitelik/beceri sorunu (19/34) ve (iii) entegrasyon sorunu (13/34) olmak üzere değerlendirilebileceği görülmektedir.

İstihdam Sorunu: Yeni İş Yaratılmaması, İşsizlik ve Göç

İstihdam sorunu ile 'işgücünün çalışma yaşamı beklentilerinin karşılanamaması', 'yeni iş yaratılmaması' ve dolayısıyla 'bu işgücünün yurtdışına göç etmesi ve/veya başka alanlara yönelmesi' konuları içerilmektedir. Katılımcı yanıtlarına bakıldığında, istihdam açısından en öne çıkan sorunun göç olduğu (18/34) görülse de bu göçün 'tetikleyicileri' göz ardı edilmemelidir. Çünkü yaşanan bu göç, ulusal ve sektörel istihdam sorunlarının sonucu olarak doğmaktadır.

Katılımcılar, THUS'da yaşanan istihdam sorununu da '**iş tanımlamada ve iş yaratmada yetersizlik**' bağlamında ele almışlardır. Bu anlamda, AKD3'ün sektörün iş tanımlamada yetersiz kaldığı yönündeki tespiti dikkat çekmektedir:

"Tabi bizim şey sorunuz da var; sektör ne yapacağını ne kadar biliyor. Yani bizim temel sorunlarımızdan birisi, sektör[ün] iş tanımlama konusunda, akademinin gerisinde [olması]. Akademi hiçbir zaman sektörün ilerisinde olamaz iş tanımlamada. Yani tüm gelişmiş ülkelerde işleri sektör tanımlar. Akademi oraya destek verir ya da çok ileriye yönelik bilgi verir, iş tanımlamaz. Ama bizim sektörün iş tanımlama sıkıntısı var. Yani hangi işi tanımlayacağını bilmiyor. Yurtdışına bakıyor iş tanımlarken, yurtiçi ihtiyaçlara bakmak yerine. ... Bu bir sıkıntı yani. 'İşe adam alın' diyorlar, alıyorlar. Adam orda oturuyor, maaş veriyor, ne yaptırıldığı belli değil." AKD3-İTÜ

Bu açıklamalara ek olarak KMU3, yapılan yatırımların yetersizliğini de istihdam ve/veya yeni iş yaratma açısından ele almaktadır. Örneğin KMU3 "*... akademik anlamda bence biraz daha gelişebilir, ortam var, açık var uzay alanında. Ama bu tabi ... ülkenin [havacılık ve uzay alanına] ne kadar yatırım yaptığına da bağlı. Sizden mezun olan insanları istihdam edemiyorsanız, bunun devamlılığı biraz zor tabi. İnsanlar başka alanlara yöneleceklerdir*" diyerek teknik eğitimin kapasitesinin, sanayiye yapılan/yapılacak yatırım ile ilişkisini ortaya koymaktadır.

AKD12 de mühendis **işsizliğini**, ‘proje-tabanlı çalışma’yla ilişkilendirmekte özellikle uzay projelerinde devamlılığın sağlanmasının, işgücü göçünün önlenmesindeki önemine dikkat çekmektedir. Katılımcı “Eğer ... uzayda biten bir projenin devamında yeni bir proje başlamazsa insan kaynağını elinizde tutmanız olmuyor. Sürekli bir projeye beslenmesi ve projelerin de uzay alanına yönelik olması önemli, yoksa personel kaybediliyor” sözlerinin üzerine değerlendirmesini şu sözlerle detaylandırmaktadır:

“Ne yazık ki Göktürk-2 uzaya gittikten sonra yaklaşık 1,5 yıl boyunca... hatta 2 yıl boyunca TÜBİTAK UZAY’da bir proje başlatılmaması, o ekibin hem tasarım kabiliyetinin hem de operasyonel kabiliyetinin düşmesine neden oldu. ... Alt sistem projeleri başlatıldı ama bir uydu projesinin başlatılmaması bu sistem seviyesindeki kazanımların bazılarının kaybolmasına ve hatta ekipten de yine yurtdışına gitmelere neden oldu.” AKD12-ODTÜ

İstihdam sorunları arasındaki **göç** konusu açısından bakıldığında, nitelikli, genç teknik işgücünün göçünün ‘iş hayatına ilişkin beklentilerin karşılanmaması’na bağlandığı görülmektedir. Aşağıda bu konuyla ilgili öne çıkan değerlendirmeler yer almaktadır:

“Son zamanlarda Türk savunma sanayi ... çok göç verdi. Bu iyi değil. Gençlerin değerlendirme kriterleri farklı onları iyi anlamak lazım. Neden gittiler? Devlet bir anket yapmış gidenlere soruyor neden gittiklerini. Ben o anketin sonuçlarına inanıyorum, gerçeği yansıttığını düşünüyorum. Para için gitmediler bence de. Para için gitseler, oralarda aldıkları paralar da çok yüksek paralar değil. Buradan bakınca fazla görünüyor ama orada ortalama bir hayat sürdürebilecekleri paralara gittiler. Kendilerini özgür hissetme, düşüncelerini ifade etme, yaşam tarzlarına müdahale gibi nedenlerle gittikleri görülüyor. Ben anketlerin de gerçeği yansıttığını düşünüyorum. Para için gitmiyorlar yani.” END6-ASELSAN

“Bu iyi çocukların arasından belli ODTÜ, Bilkent, Boğaziçi, İTÜ, Hacettepe gibi üniversitelere giden çocuklar, yani mühendislik eğitimi açısından söylüyorum, mezun olduklarında hayal ettikleri iş yaşamını bulamıyorlar. Belli bir süre tecrübelendikten sonra bu işgücü kaybı, yurtdışına doğru devam ediyor.” KMU2-HUTGM

“En büyük eksikimiz insan kaynağı. Şu anda bu alanda yeterince atılım olmadığı, kümeleşme olmadığı için insan kaynağımız yurtdışına gitmeye meyilli. ... İnsan kaynağımız beyin göçünden dolayı gittikçe azalıyor.” AKD12-ODTÜ

“Burada o koşulları sağlayamıyorsak, insan iyi bulduğu yere gider, ki bunu da eleştiremezsin. Ve çoğu zaman para değil, ‘ben burda işte ilerleyebilecek miyim?’ geleceğinden kaygı duymaması gerekiyor, hele kendi ülkesinde hiç duymuyor olmalı. ... Bir sürü insan gidiyor, orda başka yere faydalı oluyor baktığımız zaman.” AKD3-İTÜ

“... ve en nitelikli adamlarımızı yine bu sanayileşmiş ülkeler elimizden alıyor; bu bizim için büyük bir kayıp. Yani en lazım olan adam, en çok emek verdiğimiz adam, en çok entelektüel kapasitesinden faydalanacağımız adamı tutamıyoruz. Bu vahim bir durum. ... Bu, ekosisteme geliyor. Adam diyor ki ‘ben niye burada çalışayım, bana daha iyi imkan sunan yerler var.’ [diyor]... paraya bakıyor ve gidiyor.” END3-OSTİM

Görüldüğü gibi katılımcılar THUS’da yaşanan istihdam sorunlarını ‘paraya bağlı’ ve ‘paraya bağlı olmayan’ olmak üzere iki şekilde ele almaktadır. Paraya bağlı olmayan sorunların ‘kariyer beklentilerinin karşılanmaması’, ‘sektörel atılımların yetersizliği’, ‘yeterli kümeleşmenin olmayışı’, ‘beklenen iş yaşamının bulunamaması’, ‘kendilerini özgür hissetmemeleri’, ‘yaşam tarzlarına müdahale algısı’ şeklinde sıralanabileceği

görülmektedir. Burada dikkat çekici bir bulgu, yaşam tarzı nedeniyle göçün, havacılık ve uzay sanayinde yaşanan istihdam sorunlarıyla ilişkili olmayıp, ülkenin özgün politik ve ekonomik yapı değişikliğine bağlı olmasıdır.

Yurtdışına teknik işgücü göçü¹⁷⁹, katılımcılar tarafından (18/34) THUS'un en önemli sorunu olarak vurgulanmaktadır. AKD10 bunu “Çok iyi eğitilmiş yeteneklerimiz de var. Yani bizim TÜBİTAK UZAY var, uzaya uydumuzu gönderdik. Ama onlara da pek sahip olamadık. 80 kişinin ayrılmasına sebep olduk. Yine ASELSAN'dan son zamanlarda yüzlerce kişinin özellikle Hollanda'ya gittiğinden bahsediliyor. Olanı kaybediyoruz. ... Daha da çok ihtiyaç var ... biz artırmak, mevcudunu da kalitesini de artırmaktan ziyade biraz kaybetme yönünde ilerliyoruz” sözleriyle THUS'un zaten kısıtlı olan nitelikli teknik işgücünün bir de göç yoluyla kaybedildiğine dikkat çekmektedir. Benzer şekilde AKD11 de “Türkiye’de mevcut teknik işgücü yok, çok az sayıda var. Türkiye’nin ileri teknolojide uygulamakta olduğu devlet politikaları sebebiyle var olan teknik işgücünün de büyük bir kısmı yurtdışına gitti” diyerek bu iki konuyu birbiriyle ilişkilendirmektedir.¹⁸⁰

Bu deneyimli ve nitelikli teknik işgücünün kaybedilmesini iki katılımcı (END6, AKD7) kurum kültürüyle ilişkilendirerek ele almışlardır:

“Çünkü tecrübeli elemanınızı kaybediyorsunuz yani kimse yeni mezunu almıyor. ... Bir kurumun kültürü tecrübeli elemanlarına bağlıdır. Ne kadar tecrübeli eleman uzun süre kalırsa orada bir kültür oturur. Bu insanlar 5-10 senede ayrılırsa, orada bir kültür oturmaz ve kaybolur, olan da kaybolur.” AKD7-PM

“... sadece gençler de gitmedi, hani gençsin, evli değilsin, çocuk olmaz gidersen; ama evli, çocukları okula devam eden deneyimli ... mühendis arkadaşımız gitti. Bu da önemli; yeni kişileri değil tecrübelileri alıyorlar. ... 3-5 senelik çalışanları tercih ediyorlar, uyum sağlasın ve bizde şekillensin diye bakıyor olabilirler. 8-10 yıl olunca insan içinde olduğu kurum kültürüyle şekillenmiş oluyor. Onu da değiştirmek zor. Ama 3-5 yıl hem işi öğrenmiş, deneyim kazanmış hem de daha şekillenmeye hazır.” END6-ASELSAN

Katılımcıların bu değerlendirmeleri, havacılık ve uzay sanayinde kesintisiz istihdamın ve kurum kültürünün oluşturulması ile oluşan kültürün dinamik yapısıyla birlikte sürdürülebilirliğinin sağlanmasının, sanayinin başarısında kilit önemde olduğunu

¹⁷⁹ Kuramsal kısımda da yer verildiği gibi, kimi dönem ve koşullarda nitelikli işgücü kaybı, ‘beyin taşması’ niteliği de sergilemektedir.

¹⁸⁰ AKD11 nitelikli işgücünün göçü konusunu ‘gidenler’ ve ‘gelenler’ olmak üzere iki yönlü olarak değerlendirmiş, 1990’lı yıllarda, Türkiye’nin, ülkeye gelen ve/veya gelmek isteyen deneyimli işgücü konusunda önemli bir fırsatı kaçırdığına şu sözlerle dikkat çekmiştir: “Türkiye çok ciddi bir hata yaptı Sovyetler çöktüğü zaman, Türkçe konuşan birçok Sovyet mühendisi Türkiye’ye gelmek istedi. Çok azını alabildik, ki fazla bir beklentileri de yoktu. Çünkü şaka yollu şunu söylerdi ‘Orta Asya ülkelerindeki Sovyet vatandaşlarının üst seviyeye çıkabilmesi için ya piyanist ya balerin ya uçak mühendisi olması gerekiyor, aksi takdirde köylü olarak hayatlarını sürdürecekler’. Çok zeki olup da bu seviyeye gelen insanların da bir sempatisi vardı Türkiye’ye ve biz bu insanları alabilseydik şu anda Türk uçak sanayi bambaşka olurdu”.

desteklemektedir. Bu nokta aynı zamanda, nitelikli teknik işgücünün, sürdürülebilir ve verimli bir havacılık ve uzay ekosisteminin teminatı olarak ele alınmasının dayanağını oluşturmaktadır.

Teknik İşgücünün Nitelik/Beceri Sorunu: Teknik Eğitimde Yaşanan Sorunlar

Katılımcıların teknik işgücüne dair üzerinde durdukları ikinci sorun alanı, teknik işgücünün nitelik/beceri düzeyinin yetersiz olmasıdır. Katılımcıların yarıdan fazlasının (19/34) bu soruna ilişkin değerlendirme yaptığı görülmektedir. Bu sorun, kuşkusuz ki MTE'nin sorunlarıyla ilişkilidir ve katılımcılar tarafından 'MTE'nin yetersizliği' bağlamında ele alındığı görülmüştür.

Katılımcıların Türkiye'de MTE'nin yetersizliğine yönelik işaret ettiği konular 'teknik eğitime yönlendirme sorunu' ve 'teknik eğitimde kalite sorunu' olmak üzere iki başlıkta ele alınabilmektedir. **Yönlendirme sorunu** hem teknik lise hem de üniversitede temel bilimler ve mühendislik bilimlere yönlendirmede yaşanmaktadır. **Kalite sorunu** ise kendi içerisinde, 'üniversite öncesi eğitimde kalitenin azalması', 'eğitim içeriğinin yetersizliği (müfredat, açılan dersler, ölçme/değerlendirme araçları gibi)', 'teknik eğitimde uygulama alanı yetersizliği (laboratuvar, ekipman gibi)', 'akademik kadroların yeterliliği ile performans değerlendirme kriterleri sorunu' ve 'sürekli değişen politikaların eğitimin kalitesi üzerindeki olumsuz etkileri' olmak üzere alt boyutlar içermektedir.

'Teknik eğitime yönlendirme sorunu' açısından bakıldığında, imalât sanayinde teknik işgücüne duyulan talebe rağmen, toplumda 'yerleşik' olumsuz anlayış ve önyargılar nedeniyle, hem çocuk ve gençlerin hem de ebeveynlerin MTE'ye yönelmedikleri görülmektedir. KMU2 "*[teknik liselerden çok] Anadolu Lisesi'ne gitmek gibi bir eğilim var çocuklarda*" sözleriyle teknik eğitime ilginin az olduğunu ifade etmektedir. AKD5 de "*Türkiye'de teknisyen olmak isteyen yok. Çünkü aşağıda [aşağı statüde] görülüyor bu da önemli. ... Teknisyene önem verilmiyor, alt seviyede bakılıyor çok yanlış*" sözleriyle mesleğin prestij boyutuna işaret etmekte ve bu yaklaşımı eleştirmektedir.

Lise tercihlerinde yaşanan yönlendirme sorunu, üniversite tercihlerinde de gözlenmektedir. Örneğin AKD12 de "*Ne yazık ki şu anda Türkiye'nin en yeterli ve yetkin insan kaynağını doktora olmaya yönlendiriyoruz*" diyerek bu eğilimi teknik eğitim (mühendislik ve temel bilim alanları) için olumsuz olarak değerlendirmektedir. KMU2 de "*İyilerin büyük bir bölümü sağlık eğitimine kayıyor, tıp eğitimi ve dişçilik eğitimi gibi*" sözleriyle Türkiye'de

lise eğitiminde akademik açıdan başarılı gençlerin sağlık bilimlerine yönelmelerine dikkat çekmektedir:

“Ortaöğretimden sonra üniversitede, biraz da aileden ve çevreden kaynaklanan ya da yaşamın içinden kaynaklanan problemlerden dolayı, öncelikle sağlık alanını daha sonra mühendislikleri bu çocuklar tercih ediyorlar.¹⁸¹ Bizim bilim ve teknoloji alanında bu çocuklara açıkçası desteğimiz çok yok”
KMU2-HUTGM

Bununla birlikte, yükseköğretime giriş sınavlarında yüksek puan alan öğrencilerin üniversite tercihlerinde temel bilim alanlarına yönelmediklerini tespit eden KMU2, temel bilim alanlarına yönelen gençlerin de akademik başarılarının düşük olduğunu ifade etmektedir:

“Bizim ülkemizde fizik okuyan, kimya okuyan ya da matematik okuyan yani bilimin temellerini okuyan çocuklarımız, bugün çok özel bir hayranlığı yoksa çocuğun ... daha çok böyle 200 binden 300 binden [öğrenciler]. Yani 1 milyon çocuk içerisinde yüzde 40’dan sonrası bu alanları tercih ediyorsa, bizim bilim alanında bu çocuklarla bir yere gitmemiz çok zor görünüyor. Tamam çocuklarımızı yönlendirelim, üniversitelerimizde de belki yetkin hocalarımız var ancak öğrenci portföyü düşük kalitede olduğu için, ülkemizi sürükleyecek genç nüfus da buradan yetişmiyor maalesef. Tamam mühendislikte ... kaliteli çocuklar var ama, bu yeterli değil. Zaten bu çocuklar ne okuyorlar, makina okuyorlar, elektrik-elektronik okuyorlar ne bileyim havacılık-uzay okuyorlar ama bu çocuklar hani bilim için yeterli değil.” KMU2-HUTGM

Katılımcının temel bilim eğitimi olsa da akademik başarısı düşük olan bu gençlerden “*ülkemizi sürükleyecek genç nüfus çıkmayacağı vurgusu*” önemlidir. Çünkü havacılık ve uzay sanayi, bilim tabanlı bir sanayi olarak, özellikle temel bilimlerden beslenmekte ve bu alandaki çalışmalara dayanarak gelişmektedir. Dolayısıyla temel bilimlerde eğitim almış olan bilim insanları ve mühendis işgücü verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin önemli bir unsurudur.

Teknik eğitimde kalite sorunu açısından bakıldığında ise farklı sorun alanlarının belirdiği yukarıda ifade edilmişti. Bunlardan öncelikle ‘**üniversite öncesi eğitimde kalitenin azalması**’ konusuna değinilmektedir. Çünkü AKD3’ün de ifade ettiği gibi, üniversite eğitimi, bu temel eğitim üzerine inşa edilmekte ve buradaki eksiklik doğrudan üniversite eğitimini şekillendirmektedir:

“... bizim öğrencilerimize baktığımızda, yani burası çok üst taraftan öğrenci alan bir kurum, burda bile gelen öğrencilerin, çok çok iyi dediğimiz sayının her yıl azaldığını görüyoruz. ... Buraya gelen öğrenci ilk-orta-lise eğitiminin kalitesiyle geliyor. Ordaki kalite önemli bizim burda üzerine koyabilmemiz için. Hani ona baktığımızda, burda bir gerileme olduğunu söyleyebiliriz genel olarak. ... Üniversitenin görevi sıfırdan bir şeyleri öğretmek değil, belli bir altyapıya meslek kazandırmak. Hani biz lisede verilmeyeni burda vermeye başlarsak, mesleği veremeyiz ondan sonra. ... Bizim zamanımızın gücü, zannediyorum ortaöğretimin gücüydü. Üniversiteye geldiğimizde birinci sınıfta bir tür tekrar yapıyorduk.” AKD3-İTÜ

¹⁸¹ Mühendis yetiştirmek üzere kurulmuş olan Fen Liseleri’de de bu mantıkla mezun öğrencilerin tıp ve diş hekimliği alanlarını tercih ettikleri, istatistiklerle sabittir (bkz.YÖK Lisans Atlası, <https://yokatlas.yok.gov.tr>).

AKD7 de lisans öncesi eğitimin yetersizliğini ‘bilimsel düşünme nosyonu’ üzerinden ele almaktadır. Katılımcı bilimsel düşüncenin lisans öncesinde kazandırılması gerektiğine dikkat çekmektedir:

“... lise, ortaokul, ilkokul bu eğitimler bu kısımda bizim çok ciddi eksiklerimiz var. STEM-A diyoruz ya, mesela benimle aynı pozisyonda bir insanla İtalya’da karşılaştığımız zaman size sanatla ilgili birçok şey anlatabilir mühendis olmasına rağmen. Sanat akımlarından haberdardır vs onun dışında, matematik, fizik altyapısı, bilimsel düşünme altyapısı yeterlidir. ... Bu nosyonun, bilimsel düşünme nosyonunun, bilimsel problem çözme nosyonunun çok daha önceden [lisans eğitiminden önce] verilmesi gerekiyor ve bu eksik. Dolayısıyla biz bu konuda çok ciddi sıkıntı yaşıyoruz.” AKD7-PM

Üniversite öncesi eğitimde kalitenin azalması ise katılımcılar tarafından ‘**sürekli değişen politikalar**’ ile ilişkilendirilmektedir. AKD10 “*Eğitimimiz ... olumlu değil olumsuz yönde etkileniyor. Sürekli değişen politikalar, işte ilköğretim, ortaöğretim, lise eğitiminin bir türlü rayına oturmaması, ... üniversiteye gelen, teknik işgücü olarak eğitilecek kişilerin temel altyapısının yetersiz olmasına sebep oluyor. ... Dolayısıyla bizim üstüne inşa edeceğimiz ... altyapı biraz zayıf*” sözleriyle değişen politikaların üniversite öncesi eğitim üzerindeki olumsuz etkilerini ifade etmektedir. Katılımcılara göre, üniversite öncesi eğitimin zayıflığı, üniversite eğitimine doğrudan yansımakta ve hatta buradaki eğitimi şekillendirmektedir.

Katılımcılar (19/34) Türkiye’de verilmekte olan teknik eğitimin yetersiz olduğuna dikkat çekmektedir. KMU1 bu durumu “*Üniversitelerimiz çok etkin eğitim vermiyor. ... Endüstriyel mühendis yetiştiremiyoruz yani*” sözleriyle ortaya koymaktadır. Katılımcı yanıtları incelendiğinde, özellikle izlenen ‘**müfredat**’a vurgu yapıldığı ve eğitim içeriğinin ‘öğrencileri yönlendirmekten uzak ve yetersiz’ olduğu ifade edilmektedir. Bu konuda seçilen iki örnek değerlendirme aşağıda sunulmuştur:

“Maalesef bunu iyi değerlendiremiyorum daha doğrusu bunu belki de liseden getirmek lazım. Gençleri hazırlama anlamında belki lisede eksiklikler var. Ama toplama baktığımızda hem lisede hem de üniversitede, motivasyonu sağlamak ve yetenekleri artıracak müfredatları sunmakta sıkıntı var.” KMU8-SSB

“Ben üniversitelerin de kalitesinin düştüğünü düşünüyorum. Müfredatı beğenmiyorum açıkçası, çocukların aldığı eğitimin seviyesi düşük. Okullarda aslında çok güzel olanaklar sağlanabilir ama temeli geçemediği için özel alanlara geçilemiyor. Yönlendirici programlarımız yok.” KMU7-TÜBİTAK SAGE

Müfredat konusunda katılımcılar tarafından ifade edilen bir diğer sorun alanı da ‘**açılan dersler**’dir. AKD7 “*Türkiye’de ... yüksek lisans ve doktora kısmında çok ciddi eksiklikler var. Yani Türkiye’de bir üniversite yüksek lisans, doktora yaptığınız zaman alacak ders bulamıyorsunuz. Araştırma konuları yetersiz*” sözleriyle, AKD12 de “*Türkiye’de hali hazırda hiçbir üniversitede, belki biraz İTÜ veriyor, ... uzay alanında çok bir ders yok. ODTÜ’de mesela uzay alanında verilen ders sayısı çok az*” diyerek havacılık ve uzay

bilimleri alanında hem lisans hem lisansüstü seviyede açılan derslerin yetersiz olduğunu ifade etmektedir.

Müfredata ilişkin en orijinal değerlendirme KMU4'ten gelmiştir. Katılımcı *“Müfredat açısından çok kusur bulacağım bir şey yok, aslında bizim müfredat kâğıt üzerinde çok yüklü. Yani karşılaştırın Amerika’da ya da Avrupa’daki pek çok ülkeye göre müfredat kâğıt üzerinde daha ileri ama kâğıt üzerinde daha ileri olması aslında çoğunlukla çocukların o müfredatı takip edemeyip kopmasıyla sonuçlanıyor. Yani daha iyiyi isterken daha kötüye sonuçlanıyor”* diyerek Türkiye’de müfredat ile müfredatın izlenmesi arasında oluşan boşluğa dikkat çekmektedir.

Yine **‘eğitim materyalleri ve ölçme/değerlendirme araçlarının yetersizliği’** katılımcılar tarafından önemle işaret edilmektedir. Akademisyenlerin kullandığı eğitim materyallerinin güncellenmemesi, öğrencilerin sahip oldukları akademik ve mesleki bilgilerin yetersizliğine neden olmaktadır. AKD5 bu sorunu *“Ders notlarına bakıyoruz hocaların, hâlâ 1990’lardan kalma aynı şey, siyah beyaz daktilolu şeyler gösteriyorlar; biraz güncelle kendini. ... Senede birkaç haftanı ver, sürekli o yansılarını yenile. Yeni bir sürü makaleler buluyorsun, resimler buluyorsun, öğrencilere güncel şeyler göster ki hoşlarına gitsin. Ama derse giriyorsun daktilolu şeyler, adam diyor ki ‘ben bunu mu öğreneceğim’, çekip gidiyor. O dersi almıyor mesela”* sözleriyle ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin bilgi seviyesini ölçme amacıyla kullanılan ölçme ve değerlendirme araçlarının yetersizliği ve güncel olmayışı da katılımcılar tarafından işaret edilmektedir. KMU10 *“... multiple choice, çoktan seçmeli sorularla Türkiye bir yere gidemez”* sözleriyle öğretmenlerin ‘kolaya kaçarak’ uzun değerlendirmeler gerektiren sorular yerine çoktan seçmeli sorulara yönelmelerini eleştirmektedir:

“Önce hocaların kendisini değiştirmemiz lazım, hocaları-öğretmenleri eğitmemiz lazım; ikinci seviyede de öğretim metodlarını değiştirmemiz lazım. Yani şu andaki bu multiple choice, çoktan seçmeli sorularla Türkiye bir yere gidemez. ... Hocanın işine geliyor klasik soru sormamak, öbürünü soruyor optik kafaya veriyorlar iki dakikada okuyor. Ben elli tane öğrencimin tek tek klasik — üniversite verdiğim derslerde— ödevini okuyorum. Çok zoruma gidiyor ama emek vermek zorundayım. Ben çoktan seçmeli soru sorsaydım o optik kafaya verecektim, iki dakikada okuyacaktı bütün kâğıtları, bütün sınavları; öyle değil ama. Ben çocukların öğrenmesini istiyorum. Öğrenmesini isterken de zor yolu tercih ediyorum. Bu zor yolu birçok öğretmen göze alamadığı için seçmek istemiyor.” KMU10-TÜBİTAK UZAY

END1 ise değerlendirmesinde, sınavlarda özgün sorulara yer verilmemesini işaret etmektedir:

“Şimdi bakıyorsunuz öğrenci geliyor, öğrenciye hocaları proje yaptırıyor, ödevler veriyorlar, sınavlar yapıyorlar. Sınavlarda özgün sorular yok, çocuklar mezun olmaya yakın artık sanayiye staj için, aday mühendis programları için başvuruyorlar, kabul ediliyorlar. Ama o çocuklara ilk güncel problemi verdiğiniz anda far tutulmuş tavşan gibi kalıyor; ne kaçıyorlar ne hareket ediyorlar. Şimdi bu şaşkınlık evresinde bu öğrenciden iki farklı reaksiyon alıyoruz. Bir gerçekten kabuğunu kırıyor ve gerçekten de çok ciddi sorunları çözebiliyorlar ya da basmakalıp bir çözüm sunduğunu zannederek kendisine kısır bir çerçeve çiziyor ve kendisini kapatıyor.” END1-ROKETSAN

Katılımcılar tarafından dile getirilen ‘**teknik eğitimde uygulama alanı yetersizliği (laboratuvar, ekipman gibi)**’ konusu ‘entegrasyon sorunu’ içerisinde ele alınmaktadır.

Teknik eğitimin kalitesini olumsuz yönde etkileyen sorunlar içerisinde son olarak, AKD7’nin “... *hoca sayıları yetersiz üniversitede*” sözleriyle ifade ettiği gibi, ‘**akademik kadroların yeterliliği**’ne yer verilmektedir. AKD1 de benzer şekilde “*Bütün dersleri verebilecek yetkinlikte, yeterli sayıda adam olması gerekir. Mesela ... uçak mühendisliği eğitimi veriliyor, ... sektörden gelmeyen veya meslektan olmayan başka alanlarda yetişmiş insanlar katkıda bulunmaya çalışıyor. Bu doğru değil*” diyerek kadroların yetersiz olduğunu değerlendirirken, KMU7 “... *Bakıyoruz üniversitelere aynı müfredatlar, aynı hocalar, aynı dersler. Hocalar yenilenmiyor. ... Aslında altyapı yeterli, kadrolarda sorun var. Öğretmenlerin vizyonu yeterli değil, öyle olunca ne verebilecek çocuğa*” tespitiyle bu değerlendirmeyi desteklemektedir.

KMU3 ise “... *akademik kadro olarak yeterli bulmuyorum hani biz gidip ders verdiğimiz için. Endüstriden de insanların ders vermesine ihtiyaç duyuluyor şu an. O anlamda akademik kadro yeterli değil*” diyerek, teknik eğitime ulusal araştırma enstitülerinde ve havacılık ve uzay sanayinde fiilen çalışmakta olan kişilerin katılmasını, akademik yetersizlik bağlamında değerlendirmektedir. Ancak KMU3’ün bu değerlendirmesi farklı bir yaklaşımla yorumlanabilir. Başka bir deyişle, teknik eğitime, kamu kurum ve kuruluşlarında ve endüstride çalışan uzmanlar ve profesyoneller tarafından sağlanan katkı, akademik yetersizlik ile gerekçelendirilmenin ötesinde havacılık ve uzay sanayi aktörlerinin eşgüdümlü olmalarını sağlama yönünden ele alınabilir.

Akademik kadroların başarılarının değerlendirildiği ‘performans kriterleri’ de katılımcılar tarafından ‘hatalı’ görülmekte ve teknik eğitimin yetersizliğinin gerekçeleri arasında sıralanmaktadır. Burada katılımcılar, akademisyenlerden ders başarısı yönünde bir beklentiden çok ‘makale beklentisi’ içinde olunmasını, teknik eğitimin güncellenmeyen bir yapıda seyretmesinin gerekçesi olarak göstermekte ve bu durumu eleştirmektedir:

“Ben ... ODTÜ mezunuyum; bugün hâlâ aynı lab’lar, aynı dersler; bir kendini yenileyememe var. Özellikle devlet üniversitelerinde bu hantallık var. ... Ben bunu da akademide, makale yazımına çok önem vermeleriyle eleştirebilirim. Makale yazmaya bu kadar önem vermek yerine gençlerin motivasyonları nasıl artırılabilir diye düşünülmesi.” K MU8-SSB

“Üniversitelerde performans değerlendirme kriterleri, hocaların atama-yükselme kriterleri maalesef yine yayın sayıları gibi eğitim harici şeylerle ölçülüyor çoğunlukla. ... Bu hocalar için o zaman bir incentive vermiyor [teşvik edici olmuyor] ‘o zaman vaktimi yayın yapmaya ayıracağıma niye derslere ayırayım’ gibi. Bu da kaliteyi düşürüyor.” AKD10-ODTÜ

Yukarıdaki açıklamaların yanı sıra K MU4 yaptığı kapsamlı değerlendirmede, Türkiye’de mevcut eğitim sisteminde müfredat, altyapı ve akademik kadrolardan çok daha önemli bir ‘eğitim sorunu’nun bulunduğunu ifade etmektedir. Bu sorun, **‘öğrencilerde öğrenme merak ve isteğinin olmaması’**dır. Katılımcı “... *dolayısıyla bir şey öğrenmek istemeyen insanlara bir sürü imkân yaratıp bir şeyler üretmek için uğraşmak beyhude bir çaba. Yani onu yok eden şeyler ne kadar kontrol edilebilir ondan da emin değilim*” diyerek bu engelin kolay aşılamayacak yapısını öne çıkarmaktadır:

“Mesela internetin var olması, her öğrencinin cebinde akıllı telefon olması falan bunlar müthiş bir şey. Yani çok canlı, harika bir dünya var burda, burada da işte bilim ve teknoloji var. Yani bir an ilgi duysa bile, şu dünya onu öyle bir cezbediyor ki dikkatler oraya dönüyor. Yani bu şartlar altında, öğrencinin dikkatini ve isteğini, merâkını alıp nasıl buraya çeviririz o çok zor bir problem.” K MU4-TÜBİTAK UZAY

Entegrasyon Sorunu

Teknik işgücünün eğitime yönelik sorun alanları konusunda yer verilecek son sorun alanı, katılımcıların (13/34) hemen her değerlendirmelerinde¹⁸² önemle vurguladığı ‘entegrasyon sorunu’dur. Havacılık ve uzay sanayinin kendine özgü yapısı, bu alandaki teknik eğitimin de ‘kendine özgü’ tasarlanmasını zorunlu kılmaktadır. Katılımcı yanıtları incelendiğinde, teknik eğitimde uygulama ve araştırma olanaklarına yakınlık vurgusu üzerinden sıklıkla havacılık/uzay eğitiminin sanayiye entegre olmasının bir ihtiyaç olarak ifade edildiği görülmektedir. Havacılık ve uzay sanayinin, —K MU6’nın da belirttiği gibi— ‘diğer hiçbir sanayiye benzememesi’ bu entegrasyon sorununu (ve ihtiyacını) açıkça ortaya koymaktadır:

“Havacılık endüstrisi[nde] ... kullanılan malzemelerin, tool’ların hiçbir ortak yönü yok. Havacılık endüstrisi, tümüyle farkı bir endüstri. Bu noktada mesela, dördüncü sınıf öğrencilerine havacılık malzemesi nedir, nasıl geliştirilir [anlatılmalı]. ... [Çünkü] havacılıkta standart malzemeleri kullanma şansınız limitli. Yani uçağın bazı bölümlerinde kullanabiliyorsunuz. Çok özel yerlerde daha ileri malzemeler istiyorsunuz. ... Yani isterim ki endüstriden birisi gelip havacılık mühendisi diye çıkacak, kendini böyle tanıttak arkadaşına şeyi anlatsın ‘niye havacılık malzemeleri sıkıntılı, niye zor elde ediliyor, dünyada birkaç üretici var diye niye herkes onlardan almak zorunda’ ... bunu anlatsın, sınav

¹⁸² Entegrasyon konusu hemen tüm katılımcılar tarafından (32/34) doğrudan veya dolaylı şekilde öne çıkarılmıştır. 13 katılımcı konuyu doğrudan ifade ettiği için burada dolaylı işaret eden katılımcı sayısına yer verilmemiştir.

yapsın bu konuyla ilgili. Temel gereksinimleri mühendis arkadaş en azından bir kez okusun, anlansın.”
KMU6-SSB

Yaşanan entegrasyon sorunundan kaynaklanan ‘beceri uyumsuzluğu’ işgücü için önemli bir sorundur. Bu durum, havacılık ve uzay konularındaki teknik eğitimdeki ‘laboratuvar/uygulama alanı sıkıntısı’ ile birlikte düşünüldüğünde çok daha önemli bir hal almaktadır:

“Normal eğitimden geçmiş mühendisler mezun olduklarında işe adaptasyonları vakit alıyor gerçekten. Uygulamaya yönelik ... veya havacılık ve uzay sanayi özelinde bir donanımına sahip, bilgi birikimine sahip olarak gelmiyorlar.” END12-ROKETSAN

“Üniversitelerimiz çok etkin eğitim vermiyor. ... Endüstriyel mühendis yetiştiremiyoruz yani. ... ODTÜ’deki, İTÜ’deki bölümlerden mezun arkadaşlar, uluslararası çapta havacılığın bilimsel yönünü çok iyi görmüş arkadaşlar olup, endüstriye atılıyor, burda kopukluk var. Endüstriye gittiğinizde diyelim ki bir ... yeni mezun [ile] ... iletişim kuramıyoruz çünkü endüstriyel yani yok.” KMU6-SSB

“... en büyük sıkıntı üniversite-sanayi işbirliğinde oluyor diye düşünüyorum. Yani öğrencilerimiz çok fazla teorik bilgi alıyorlar, halbuki sanayiye gittikleri zaman daha farklı beceriler bunlardan isteniyor.”
AKD8-THKÜ

Görüldüğü gibi havacılık ve uzay sanayi alanındaki eğitim ile sanayinin birbirinden kopuk yapısı, ikisi arasında bir boşluk oluşturmaktadır. Başka bir deyişle, aktörler arasında beklentilerin karşılanmaması durumu doğmaktadır. Bu da eğitimin okulda değil, ‘iş başında’ gerçekleşmesi sonucunu beraberinde getirmektedir:

“Okullarla, akademiyle endüstri arasında çok büyük bir gap [boşluk] var. Bu nedenle hem okuldan çıkanlar için hem de çalışanlar için sektörün iç eğitim plânları var. ... Çünkü okuldan çıkan adam doğrudan sektörde çalışmıyor. Şirketler de bunu genellikle iç eğitimle yapıyor. YÖK sektörün ihtiyaçlarını üniversiteye ve okullardaki eğitime yansıtmadığı için, ihtiyaca uygun teknik insan yetişemiyor.” END2-Kale Havacılık

“Eğitim tarafında endüstrinin beklediği nitelikte, vasıftaki insanı yetiştiremiyor Türkiye. Daha çok yine sanayide yetişiyor. Yani mezun olduktan sonra insanlar, sanayiye girdikten sonra orda tecrübe kazanarak, ordaki firmanın katkısıyla yetişmeye çalışıyor.” END3-OSTİM

“... uzaya spesifik ayrı bir mekanizmamız yok, genellikle iş üstü eğitim şeklinde oluyor. İş üstü eğitimde başarılı [oluyor] o işin içine giren kişiler, akıllı insanlar hani kısa sürede uyum sağlıyorlar; ama böyle disiplinler arası uzay ve havacılığa spesifik birtakım yetenekleri veren çok bildiğim herhangi bir program yok.” KMU4-TÜBİTAK UZAY

“Mevcut teknik işgücü ne yazık ki şu anda ancak işe başladıktan sonra uyum sağlayan bir işgücü. Yani işe başlamadan önce bu alanda üniversiteden en azından uzay alanında doğru kafa yapısıyla, işte uzay alanında gereken standartları, uyumluluk gerekliliklerini bilerek çıkan personel ben henüz görmedim. ... Herkes el yordamıyla, çıktıktan sonra ... o disipline yaklaşım kazanıyor.” AKD12-ODTÜ

AKD11 beceri konusundaki eksiğine rağmen, hali hazırda istihdamda olan bu işgücünün kısa sürede ‘formatlanabileceğini’ ifade etmektedir. Bu ‘biçimlendirme’de katılımcı, havacılık ve uzay sanayindeki teknik işgücünün ‘meslek standartları’nı konuşan, bu konudaki ilgili aktörleri bir araya getiren ‘toplulukların’ önemini vurgulamaktadır. THUS ekosisteminin aktörlerini bir araya getirmede rol üstlenecek bilim topluluklarının (scientific communities) olmayışı da bir entegrasyon sorunu olarak belirlemektedir:

“Teknik işgücü ... çok kısa bir süre içinde formatlanabilir. Yeter ki bir irade çıksın bir ideal koysun ve Türkiye’deki bütün bu konuda çalışan insanları bir araya getirsin. Ben bilmiyorum Türkiye’de Amerika’da olduğu gibi uçak mühendisleri odası var mı veya İngiltere’deki gibi Royal Aeronautical Society var mı veya Fransa’daki gibi Fransız Havacılar Cemiyeti var mı; bütün bu standartları konuşan, okulları birbiriyle entegre eden, gelecekteki işgücünü tartışan bildiğim kadarıyla yok, olmadığı sürece biz şaka yapıyoruz.” AKD11-ESTÜ

AKD5, havacılık/uzay eğitimini, geniş bir çerçevede ele almaktadır. Katılımcı “*Uçak kanadını yapacaksınız mesela onlarca farklı versiyonunu yapmanız lazım. ... Çok malzeme tüketeceksiniz, test edeceksiniz. Onların testlerinin yapılması için cihazlar lazım, o verileri analiz edecek mühendis lazım, teknisyen lazım. Bir de bunları öğrenecek, yeni kadroları oluşturacak öğrencileri getirmeniz lazım. Böyle bir sistem ben görmüyorum, çok geniş bir alan bu*” sözleriyle havacılık ve uzay sanayine yönelik teknik eğitim için ‘bütüncül’ bir sistem tanımlamakta ancak Türkiye’de bu sistemin henüz oluşmadığını ifade ederek entegrasyon eksikliğine işaret etmektedir.

Katılımcıların Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)’ndeki Nitelikli Teknik İşgücü Profiline Olması Gereken Becerilere İlişkin Değerlendirmeleri

Havacılık ve uzay sanayinde istihdam edilecek işgücünün sahip olması gereken beceriler konusunda katılımcıların üçte ikisi (23/34) doğrudan değerlendirmelerde bulunurken, diğerleri bunu dolaylı şekilde ele almaktadır. Bu katılımcıların, teknik işgücünün sahip olması gereken becerileri, bu becerilerin kazanılmasını sağlayacak eğitim ortamına ilişkin değerlendirmeler içerisinde ele aldığı görülmektedir.

Katılımcılar, THUS’un istihdam edeceği yüksek nitelikteki teknik işgücünün sahip olması gereken becerileri mühendis, tekniker-teknisyen ve yönetici olmak üzere üç boyutta değerlendirmekteyse de katılımcıların işgücüsüyle ilgili bu değerlendirmelerini ‘teknik işgücünün becerileri’ biçiminde topluca ele almak mümkündür. Bu beceriler; ‘disiplinlerarasılık ve çok yönlü olma’, ‘havacılık ve uzay sanayinin kendine özgü yapısına dair bilgi sahibi olma’, ‘bilimsel yaklaşımı benimseme’, ‘takım halinde düşünme ve hareket etme’, ‘yeni teknolojilerin bilgisine hâkim olma, teknolojik araçları kullanabilme ve teknolojik gelişmeleri takip etme’ şeklinde sıralanabilir.

Katılımcıların havacılık ve uzay sanayindeki teknik işgücünün hemen her becerisini, ‘**disiplinlerarasılık ve çok yönlü olma**’ çerçevesinde ele aldıkları görülmektedir. Katılımcıların yanıtları incelendiğinde, bu kapsamda ifade edilen becerilerin, ‘temel bilimlerle mühendislik bilimlerini birlikte kullanabilme’, ‘farklı mühendislik dallarını

birleştirebilme’, ‘optimizasyon konusunu bilme’, ‘problem çözme ve tanımlama’, ‘yenilikçi düşünme’ ve ‘teknik işgücünün kendi arasında rol geçişlerini sağlayabilmesi’ olmak üzere 6 alt boyutu olduğu belirlenmiştir.

Katılımcıların disiplinlerarası olma ile kastettikleri becerilerin başında, temel bilimler ile mühendislik bilimlerini bir arada kullanabilme gelmektedir:

“Temel bilim ve doğa bilimleri. Her şey matematik ve fen bilimleri bazında teknikten bahsediyorsak.”
AKD5-LUH

“Matematik çok önemli. ... Matematik bu işin temeli, mühendis adam, matematik bilen adamdır.”
END9-Numaş

“Temel bilimler artı mühendislik bilimleri önemli tabi. Ürünler her platformu kapsadığı için her mühendislik dalına ihtiyaç var. Çok disiplinli bir çalışma gerektiriyor.” END6-ASELSAN

AKD4 de temel bilimler ile mühendislik bilimleri arasındaki bu ilişkiyi “... *teknik işgücü uzay sanayi için ultra donanımlı olmalı. Temel science da bilmeli engineering de bilmeli, multidisipliner olmalı bence. Hatta şunu yapsanız yeridir, makina mühendisi yetiştiriyorsanız fizik de okusun, sonra da gelsin uzay mühendisi olsun ya da uzay mühendisi yetiştiriyorsanız çok sağlam temel bilim bilsin matematik bilsin, engineering’i de iyi bilsin. Ben uzay sanayi özelinde multidisipliner olması gerektiğini düşünüyorum*” diyerek açıklamaktadır.

Katılımcıların işaret ettiği, temel bilimler ve mühendislik bilimlerinin buluşması, FeTeMM Eğitimi’ni çağrıştırmaktadır. Literatür kısmında da yer verildiği gibi, FeTeMM Eğitimi; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik bilimlerinin bütünleştiği bir eğitim modeli olarak öne çıkmaktadır. Özellikle 21. yüzyılda çalışma yaşamının gerektirdiği çoklu becerilerin kazandırılmasında öne çıkan bu eğitim modeli, tezde THUS için önerilen ‘entegre eğitim işbirliği modeli’ne de kaynaklık etmiştir.

Bununla birlikte, AKD10’un da vurguladığı gibi, farklı mühendislik dallarının bir arada çalışması da önem taşımaktadır:

“Yine her uçağın bir uydunun her parçasının artık veriler toplayacağı, bu verilerin işlenmesi gerektiği ortaya çıkıyor. Yapay zekâ işin biraz merkezinde yer alıyor, karar verici olarak. Bu noktalarda interdisipliner çalışmalar çok önem kazanacak. Yani sadece bir makina mühendisinin tasarladığı, sadece bir havacılık mühendisinin ölçümlerini yaptığı şeylerin dışında yazılım mühendisleriyle birlikte bir ürünün tasarlanması gerekiyor.” AKD10-ODTÜ

Bu disiplinlerarasılık, özellikle mühendis işgücü için önerilen beceriler arasında yer alan ‘optimizasyon konusunu bilme’ bağlamında da gözlenmektedir. END4 “*mühendislik bir optimizasyon sanatıdır*” sözleriyle bu bağlamı açıklarken, KMU6 da optimizasyonun

işgücünün ‘ayrıntılara takılmasını önleyeceği’ne değinmektedir.¹⁸³ Aşağıda bu konuda öne çıkan değerlendirmeler sıralanmaktadır:

“Mühendislik bir optimizasyon sanatıdır. Mühendislik birçok alanda en iyiyi yapmak değil, en optimize, herkesin memnun olacağını yapmaya çalışmaktır. Bunun içinde, bütçe de vardır, maliyet de vardır. Üniversite de siz bu insanları bütçe, maliyet konularına sokmazsanız, size kağıtta dünyanın en iyi uçağını tasarlar ama o kadar pahalı olur ki üretemezsiniz.” END4-TUSAŞ

“Optimizasyon şu anda çocuklara lisansta çok iyi anlatılabilir. ... Optimizasyon kodu yazmasını isterim, yani bir problem geliştirip öyle tasarım mühendisi olsun. Bunu yerleştirmedeği sürece, ... ayrıntılara takılır.” KMU6-SSB

Optimizasyon, mühendis işgücü için ‘problem çözme becerisi’ni de kapsamaktadır. Esasen mühendis kimliğinin de bu beceriyle kazanıldığı bilinmektedir. END5 bunu “*mühendis, problem çözen; uzman mühendis, problem tanımlayandır*” sözleriyle işaret etmektedir:

“Mühendis dediğimiz zaman benim aklıma problem çözen adam geliyor, uzman mühendis dediğimiz zaman problem tanımlayabilen adam geliyor, yani ... on yılı geçmiş adamdan sadece sorunu çözmesini beklemeyiz, sorun tanımlasın adam yetiştirsin diye de bekleriz. ... Sorun çözebilme, bununla ilişkili sorun tanımlayabilme. ‘kök neden budur’u bulup tespit edebilme ve sorun çözebilme bu ikisi bence bulunmaz yeteneklerdir.” END5-TTGV

Disiplinlerarası ve çok yönlü olma, temel bilimler ve mühendislik bilimleri konularında öğrendiklerini, bildikleriyle ilişkilendirerek başka bir bilgiye/teknolojiye dönüştürebilme yani ‘yenilikçi (inovatif) düşünme becerisi’ni de içermektedir:

“... yaracılığı olan, özgür düşünen ve hayal gücü geniş olan insanlara ihtiyacımız var. İnsanın kendisini rahat hissetmesiyle birlikte daha hayali geniş oluyor ve ileri teknoloji üzerine düşünebiliyor.” END6-ASELSAN

KMU4 bunu “... *kutunun dışında düşünme yeteneği, olaylara farklı bakma, bir de birden fazla disiplini bir araya getirme yeteneği yani disiplinlerarasılık. Yani en fazla altını çezeğim şey inovasyon, bu disiplinlerarasılık*” diyerek ifade ederken KMU3 “*Olabilmişince farklı şeylerde tecrübe ettirmek; ... yani bu disiplinlerarasılığı tecrübe etmek gerekiyor. Ama tecrübe ederken mesela öyle yüzeysel de değil, yeri geldiğinde derinlemesine [gidilmeli] ... oradaki uç noktalar neler, uç noktaları anlamak için. Niye? Çünkü oradan bir inovasyon yakalayacak; çünkü siz bir şeyi tamamen anlamazsanız ona yenilik getirmek zor olur. O yüzden çok yönlü ama derinlemesine de gidebilecek olan şeyler*” sözleriyle disiplinlerarasılık ve çok yönlü olma ile yenilikçi düşünme arasındaki ilişkiyi ele almaktadır.

Disiplinlerarasılık ve çok yönlü olmanın bir diğer boyutu da mühendislerin ve teknisyenlerin, ‘iş ve süreçlere birbirinin gözünden bakabilmesi’yle oluşmaktadır. Başka bir

¹⁸³ Katılımcıların THUS’daki işgücünün optimizasyon konusundaki eksikliğine işaret ettiği kısım için bkz. s.256.

deyişle, havacılık ve uzay sanayinde yürütülen işlerin ‘teorisine hâkim’ ve bu işlerde ‘uygulama kabiliyetine sahip’ olan bir mühendis ve gerektiğinde üretilebilirlik konusunda mühendise geri bildirim veren bir teknisyen vurgusu, çok yönlü olmanın bir diğer temsilidir:

“... problemi çözen ve hem teorisine hem pratiğine hâkim, yetişirken yeterli laboratuvar ortamını görebilmiş, bir usta kadar bir şeyleri sıkabilecek, sökebilecek yeterliliğe sahip bir işgücü olması lazım. ... Yani yazılımdan da anlayıp, matematikten de anlayıp, aynı zamanda bir teknisyen kadar eli işe yatkın bir işgücü olması lazım diye düşünüyorum.” AKD7-PM

“... [Mühendisin de] bunun [bir parçanın] teknik olarak üretim alanında nasıl üretilebileceğiyle ilgili de iyi fikir sahibi olması gerekiyor. Yani kendisi üretim mühendisi olabilir evet ama o üretim mühendisi o üretim prosedürünü çıkarırken teknisyenin bunu nasıl yapacağını da canlandırması lazım mühendislik tarafında. ... [Yani] mühendis olan kişinin, ... teknisyen gözüyle de bakabiliyor olması gerekiyor. Teknisyen olan kişinin de mesela ... mühendis gözüyle bakabiliyor olması gerekiyor.” AKD2-Sabancı Ü.

Bu disiplinlerarasılık ve çok yönlü olmanın yanında, katılımcılar tarafından önerilen diğer beceriler —birbiriyle ilişkili olanlar birleştirilerek— aşağıda sıralanmıştır. Örneğin AKD2 genel bir değerlendirmeye “*Genel gereklilikler şunlar işte; bilgisayar teknolojisini bilecek, yazılım teknolojisini bilecek, çalıştığı ortamla alakalı kullanacağı ekipmanı bilecek, amacını bilecek aslında*” diyerek teknik işgücünün sahip olması beklenen bilgileri sıralamaktadır.

Katılımcılar tarafından teknik işgücünün sahip olması gerektiği ifade edilen bir diğer beceri, ‘**havacılık ve uzay sanayinin kendine özgü yapısına dair bilgi sahibi olma**’ üzerinden ifade edilmektedir. Havacılık ve uzay sanayi hem tarihi hem teknoloji altyapısı hem de imalât süreçleriyle diğer sanayilerden ayrılan bir yapı sergilemektedir. Katılımcılar tarafından da bu sanayide çalışacak teknik işgücünün, ‘sanayinin kendine özgü yapısını bilmesi (ör. sertifikasyon kısıtı gibi engeller ile geriye doğru takip edilmeyi sağlayan kayıt altına alma prosedürlerinin gerekliliği)’, ‘havacılık ve uzay sanayine sistem yaklaşımıyla bakması’ ve ‘sanayinin —tarihi ve bugünüyle— geneli hakkında bilgi sahibi olması’ gerekliliği işaret edilmektedir.

Havacılık ve uzay sanayinin ‘kendine özgü yapısı’ denilerek kastedilen, bu sanayinin hemen her aşamasında (ör. malzeme geliştirme, test, imalât) söz konusu olan sertifikasyon engeli gibi bilgilerdir. KMU6 bunun önemini “*Havacılık uçuş emniyeti sertifikasyonu var, her şeyi baskılıyor oradaki gereksinimler. ... Bir ara THK Üniversitesi’nde STM üzerinden ... seçmeli ders olarak verildi, zorunlu olması lazım yani. Havacılık mühendisliği veya işte havacılık alanında çalışacak arkadaşlar, sertifikasyon dersi almadan endüstriye girmesin*”

diyerek vurgulamaktadır. Bu değerlendirmeden yola çıkarak, havacılık ve uzay sanayinde çalışacak teknik işgücünün, Ar-Ge ve imalât konularındaki sertifikasyon gibi ‘bariyerleri’ bilmesinin, tasarım ve üretilebilirlik kararlarının alınmasında son derece önem taşıdığı söylenebilir.

Buna ek olarak, havacılık ve uzay sanayinde yapılan tüm işlerin kayıt altına alınmasının önemini AKD2 şu sözlerle ifade etmektedir:

“Havacılık sektörü için konuşacak olursak, bir parçanın imalâtının nasıl geçtiğiyle ilgili bütün o kritik veriler tutuluyor gerçekten. ... Mesela bir uçak düştüğü zaman, önce düşüş sebebi öğreniliyor, eğer mekanik bir arızadansa o parça üzerine gidiliyor, bu parça nerede üretilmiş, kim üretmiş vs., hangi süreçlerden geçmiş. Hep bunlar aslında back traceable [geriye doğru izlenebilir]. ... Teknik ekibin de işte bu süreç hakkında bilgilenmesi gerekiyor.” AKD2-Sabancı Ü.

Anlaşılağı gibi, sürdürülebilir bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi geliştirilmesinde, bu sanayiye ‘sistem’ bütünlüğüyle bakan ve bu sistem bütünlüğünün tarihselliğinin farkında olan bir teknik işgücü yetiştirilmesi katılımcılar tarafından vurgulanmaktadır. AKD2 sanayinin bütününe ilişkin bilgi sahibi olmanın önemini “... *Burdaki [havacılık ve uzay sanayindeki] değer zinciri hakkında fikir sahibi olması gerekiyor. Bir uçak nasıl uçardan tutun da içindeki parça nasıl çalışır ve parça nasıl üretiliri bilmesi gerekiyor. Yani havacılık sektöründeki hiçbir şey birbirinden bağımsız değil*” sözleriyle ortaya koymaktadır. Benzer şekilde KMU7 de “*Bu işin felsefesini bilmesi lazım işgücünün. Sonra [da] sektörün teknik kapasitesini*” diyerek sanayiye özgü konularda bilgi sahibi olunmasını ön plana çıkarmaktadır. Ulusal ve kurumsal hafızanın önemini ise END6 şu sözlerle ele almaktadır:

“Buradaki yetkinlikler standart bir üniversite eğitimiyle sağlanabilecek yetkinlikler değil. Bir kurumsallık, tarihsellik gerekiyor. ... İçeride olmak, dâhil olmak önemli. Kurumsal hafıza bana önemli geliyor, ... Bilgilerin zaman içerisinde kuşaklara aktarılması önemli. ... Değişim açısından belki kurumsal hafıza iyi bir şey olarak görülmeyebilir, ama şeyi unutmamak lazım ‘ASELSAN niye kuruldu?’ diye sorulduğunda, gençler bunu hatırlamıyorsa, bu sorun. Neden kuruldu, kendi gemimizi vurduk haberleşemediğimiz için, sonrasında ambargo. Bunları bilmek önemli, bunu bilmeyen bir genç, büyük zafiyet.” END6-ASELSAN

Havacılık ve uzay sanayi teknik işgücünün sahip olması gereken beceriler arasında üçüncü sırada, ‘bilimsel merak/sorgulama’, ‘özgür düşünme’, ‘eleştirel yaklaşma’ ve ‘öğrenmeye açık olma’ özetle ‘**bilimsel bakış açısına sahip olma**’ üzerinden tanımlanan bir beceri kümesi yer almaktadır. Bunun önemini AKD7 şu sözlerle ifade etmektedir:

“Havacılıktaki problemlerin çoğu en zor problemlerdir. ... Bir araba bozulursa durur yani uçak bozulursa düşer. Şimdi bu açıdan bilimsel düşüncenin bir numarada olacağı [alan]. ... Yani o insanın hayata bakış açısı tamamen bilimsel olmalı.” AKD7-PM

Konulara bilimsel yaklaşma becerisi bağlamında ele alınabilecek bir diğer beceri de END8'in "... [okulda] endüstriyi koklama nosyonu vermeniz lazım. Mesela okulda katmalı imalât dersi verseniz ne olacak, mezun olup işin başına gelene kadar zaten teknoloji değişmiş olacak" sözleriyle ele aldığı ve teknik işgücünün, kendi çalışma alanıyla ilgili teknolojik değişimleri takip etmesini sağlayacak **'endüstriyel uzmanlığın kazandırılması'**dir.

Merak ve/veya sorgulama, bilimsel yaklaşımın merkezinde yer alan bir niteliktir. AKD2 bu becerinin önemini "Araştırma merakı gerekiyor. ... Sorgulamayı da biraz öğrenmeli, sorgulamayı da biraz öğretmek gerekiyor" diyerek ifade ederken, END3 "İnsanların sorgulama kabiliyetini geliştirmemiz lazım. Yani niçinini, nasılını sorgulayabilen [insanlar olmalı]" sözleriyle öne çıkarmaktadır. Buradaki sorgulama kabiliyeti, özgür düşünme ile öğrenmeye açık olmayı içermektedir. END10 bunlar arasındaki ilişkiyi "Hayal kurmalı, öğrenmeyi bilmeli. Öğrenmeyi bildiği takdirde her şeyi öğrenebilir" şeklinde ortaya koymaktadır. Katılımcıların bu konudaki değerlendirmeleri arasından seçilen örnekler aşağıda sunulmaktadır:

"Von Braun, Korolyov gibi adamlar olması lazım mühendis deyince. ... Von Braun, mechanical engineering okurken hemen yerel, amatör roketçilerin arasına katılıyor, orda pratik yapıyor. Yani elini bulaştırıp, pratik yapa yapa, maker olarak, proje yapa yapa bir şeyi elde ediyor. Korolyov, Rusya'nın ilk sıvı yakıtlı roketini yapan ekibin içinde, o yüzden o adamı GULAG¹⁸⁴'dan çıkarma gereği hissediyor[lar]. Bu adamlar, zaten sevdası olup, elini de bulaştırıp, derin teknik bilgiye sahip olan, tasarım yapabilen mühendisler. Böyle bir profil olması lazım." AKD4-THKÜ

"Öğrenmeyi öğretirseniz, o gerekli bilgileri alır. Öğrenme süreci ve kültüründe kalması yeter." END2-Kale Havacılık

"Öğrenmeye açık olmalı, kendini geliştirmeye açık olmalı. ... Kapalı olmaması lazım. ... Mesleğini sevmiş kişi olması lazım ilk başta yani okuduğu bölümü tesadüfen de girmiş olsa, okurken sevmiş, benimsemiş olmalı, ... sonrasında da ilgili, açık fikirli olmalı, özverili olmalı." END12-ROKETSAN

Verimli bir havacılık ve uzay sanayi oluşturulmasının 'kök unsuru' olan nitelikli teknik işgücünün sahip olması gereken becerilere dair katılımcılar tarafından ifade edilen bir diğer beceri, **'yeni teknolojileri takip etme ve teknoloji araçlarını kullanma'**dır. Katılımcıların ifadeleri incelendiğinde özellikle 'bilgisayar teknolojisi', 'yazılım teknolojisi' ve 'sensör teknolojisi' konularının öne çıkarıldığı görülmektedir:

"... Bilgisayar teknolojilerine çok vakıf olması gerekiyor. ... Bir yazılım gördüğünde, bu yazılımın esas olarak nasıl çalıştığını bilmesi gerekiyor. ... Bir de o kullandığı yazılımın, aslında gerçekten kendi hayatını kolaylaştırdığını anlaması gerekiyor. ... Yazılım tarafı değil sadece, kullandığı ekipmanı gerçekten tanıması gerekiyor. İşte bu ekipman nasıl davranır, ne yapar, ne işe yarar? Sırf kendine verildiği şekilde değil, yani gerçekten etraflıca görmesi gerekiyor." AKD2-Sabancı Ü.

¹⁸⁴ GULAG, Glavnoe Upravlenie Lagerei (Kamp Genel Merkezi) kelimelerinden türetilmiştir ve Sovyetler Birliği'ndeki çalışma, sürgün, cezalandırma amaçlı kullanılan kamplara verilen isimdir.

“Çok farklı yetkinlikler var, çok farklı alanlarda. ... Sensörü kullanmayı, sensörü seçecek insana ihtiyaç var. ... Onun dışında sensörleri gidip yerleştirecek, düzgün bir şekilde yerleştirecek, düzgün okuma yapmasını engelleyecek kurgulardan kaçınacak, ... ondan sonra bu bilgileri toplayacak, denetleyecek ki bunları otomatik denetleyecek yazılımları geliştirecek kimselere veya böyle yazılımların oluşturulmasına ihtiyaç var.” AKD3-İTÜ

Ayrıca bu yeni teknolojilerin imalât ve simülasyon teknolojisine uyumu da AKD10 tarafından vurgulanmaktadır:

“Eski yöntemden çok daha kaliteli, çok daha hafif, çok daha uygun materyalle, çok daha hızlı ve verimli üretim teknolojileri var, ... [Teknik işgücü] bu sistemleri kullanacak, üç boyutlu yazıcıyı kullanabilecek, onu verimli kullanacak. ... [Ayrıca] sistemi üretmeden önce, simülasyonlarda doğrulamaları gerekecek. Dolayısıyla bilgisayar, üç boyutlu sanal ortamlar tasarlama, simülasyon sistemleri bunlarda yetkin olmaları yine çok önemli olur. Kontrol sistemleri var, bir uyduyu atıyorsunuz ama bunun yerde hem simülasyonu var, uydusu herhangi bir hareket yapmadan önce simülasyonlarda deniyor, ondan sonra başarılı olursa gerçek sistemle yapıyor. Dolayısıyla yerdeki kontrol, yine benzetim sistemleri bunlar [da] önemli olacak.” AKD10-ODTÜ

Katılımcılar, bu teknik işgücünden —özellikle mühendislerden— mevcut araçları (tool) kullanmalarının yanı sıra bu araçların çalışma prensibine/arka planına hâkim olup, çalıştığı alana ‘yenilik katmaları’ni beklemektedir:

“Bilgisayar çağının gelişmesiyle artık böyle eskisi gibi ‘diferansiyel denklemleri çözerken şöyle yapayım, böyle yapayım’dan ziyade ‘diferansiyel denklemleri iyi çözen sistemler var. Ben bununla ne yapabilirim, yani gerçek hayatta ne yapabilirim’ sürecine geldi.” AKD9-THKÜ

“Tamam, uygulayıcı insanlar gerekiyor ama belki firmaların bu uygulayıcı insanlara, araştırma sonuçlarını verecek, bu insanları yönlendirecek kişilere de ihtiyaç var. ... Sırf ordaki toolu, sırf ordaki teknolojiyi, ‘bu bize verildi ve bu şekilde kullanacağız’ diye düşünmek yerine, ‘başka ne yapılabilir’i de düşünmek gerekiyor; benim bakış açım o.” AKD2-Sabancı Ü.

Bu güncel teknolojilere uyum sağlaması ve onları kullanarak yenilik yaratması beklenen işgücünü KMU9 ‘kullanıcı ve yenilikçi teknik güç ayrımı’ üzerinden değerlendirmektedir. Katılımcı, hali hazırda uygulanmakta olan teknolojileri bilen ve kullanan işgücü ile bu teknoloji seviyesinden yola çıkarak, katma değer üretecek olan yenilikçi işgücünü tanımlamakta ve her iki grubun da önemine şu sözlerle değinmektedir:

“Bu teknik gücü, ikiye ayırıyorum ben kendi içerisinde de bir kullanacaklar, kullanıcı olarak teknik güç; ikincisi de bu teknolojiye ürün çıkaracaklar, yaratacaklar, katma değer çıkaracaklar diye ayırıyorum. İkinci söylediğim aslında işte bir ürünün akıllanması, bir sürecin akıllanması gibi ürünler çıkaracak kişiler. Burada aslına bakarsanız teknik güç olarak bunun altında var olan zaman zaman 12’ye 13’e kadar çıkan bütün o teknolojilerin içeriklerini bilen, ne olduğunu bilen, o konuda eğitim almış üniversite eğitimi almış kişilerin olması teknik güç; meraklı olmaları, meraklı olup uygun şekilde yapmaları. Düşünebilen insanlar olmaları teknik güç. Ama ben onun kadar teknolojiyi kullanmanın da bir teknik güç olduğuna inanıyorum. Teknolojiyi reddetmeyecek, çıkan teknoloji ürünlerine adapte olacak, onları kullanmayı sağlayacak bir altyapıya sahip olması lazım.” KMU9-STB

Katılımcının, teknolojinin kullanıcısı olmanın önemine işaret ettiği değerlendirilmesi, Türkiye’nin ulusal kabiliyetini açıklamada da işlevseldir. Gerek katılımcıların değerlendirmeleri gerekse Türkiye’nin mevcut teknolojik yeterliliğine dönük çalışmalar göstermektedir ki, Türkiye’de teknik işgücü teknoloji araçlarını kullanmadaki yeteneğini

ispatlamıştır. Bu doğrultuda, Türkiye'nin birleştirme, uygulama, benzetim gibi imalât ve yazılım teknolojilerini (Ar-Ge, tasarım, prototip, test, nihai ürün) kullanmada bir kapasitesi oluşmuştur. Beklenen ve istenen bunun ileriye taşınarak THUS'da yenilikçi bir dönüşümün yaşanması ile yaşanacak bu dönüşümün süreklilik arz eden, verimli bir Ar-Ge anlayışına kavuşturulmasıdır. AKD10 bu durumu *“bize yaptığı işin içini de bilen yani sadece geliştirici olarak, hazır araçları kullanan, hazır yazılımları kullanan [kişiler değil], bunları birleştirdiğinde ortaya bir şey çıkarmayla yetinmeyen kişiler gerekiyor”* sözleriyle ifade etmektedir.

Bu noktada AKD2'nin 'inisiyatif alan işgücünün işten çıkarılma endişesi taşımaması'na yönelik değerlendirmesi önemli görülmektedir. Katılımcı yenilik için 'çemberin dışına çıkmak' gerektiğini ve bunun da başarısızlık ihtimalini içerdiğini ifade ederek, çalışanlara bu alanın yaratılması gerektiğine şu sözlerle işaret etmektedir:

“... kendi inisiyatifini alarak daha geliştirici bir şey önerdiğinde, bu başarısız olduğu zaman, ... işini kaybetme riski olmaması lazım yani belli bir süre boyunca. Çünkü öyle ya yeni bir şey yapmak için bulunduğunuz, oradaki circle'dan [çember] çıkmak için başka bir şey yapmanız lazım. ... İnsanlara bunun için yer açılması gerekiyor.” AKD2-Sabancı Ü.

Bu yeni teknolojileri takip etmesi beklenen teknik işgücünün doğal olarak bilgiye ulaşma yollarını sistematik kullanabilmesi de beklenmektedir. Katılımcılar bu konu üzerindeki değerlendirmelerini 'doğru bilgiye ulaşma', 'bilgi kaynaklarını kullanma' ve 'İngilizce bilme' konuları üzerinden paylaşmaktadır:

“... Bugün bilgiye çok çabuk ulaşabiliyoruz. Eskisi gibi bilgi tek elde değil. ... Lüzumsuz çok bilgi var, bunların arasından işe yarayanı alabilmesi için de metodolojik çalışması gerekiyor.” END10-Delta Havacılık

“Her şeyden evvel bilgiyi çok iyi almalı. ... Mevcut altyapılarımızı çok iyi kullanarak bilgiye ulaşabileceklerini gençlere göstermemiz lazım. Yani interneti sadece sosyal medya olarak algılamadan, bilgiye doğru zamanda, doğru yerde ulaşabileceklerini söylememiz gerekiyor.” END1-ROKETSAN

“Çok fazla bilmesine gerek yok ama bence bilgiyi kullanabilmesi ve bilgiye erişebilmesi önemli.” AKD4-THKÜ

“Bilgi artık herkesin elinin altında ve gençlere de ulaşabileceği o bilgiye belki de ulaşmayı öğretmek gerekiyor en başta. Yani bu androidi, tabletleri ya da bilgisayarları sadece oyun oynamak için değil, o bilgiye ulaşabildiği yer olarak görmeli ve ona ihtiyacı olduğunda da hızlı bir şekilde ulaşıp, bir çözüm üretmesine katkıda bulunmalı. Eğitimde bence en önemli şeylerden biri o; bilgiye ulaşabilmeyi öğretmek.” END12-ROKETSAN

“... iyi bir İngilizce bilgisi öncelikli, kaynakları yakından takip eden, sürekli takip edebilen [bir işgücü olması lazım].” AKD7-PM

Katılımcılar teknik işgücünün, **'takım çalışması becerisi'**ne sahip olması gerektiğini de ifade etmektedir. Katılımcılar tarafından, takım olarak düşünme ve hareket etmenin konu edildiği açıklamalardan seçilen örnekler aşağıda sunulmaktadır:

“... deneysel çalışmaları yapan bir işgücü yetiştirmemiz gerekiyor. Deneysel çalışma yapmış, ... kendince en basit imkanlarla ürün ortaya koymuş ve bunu birkaç kişilik proje grubuyla bir takım çalışmasıyla yapmış insanlara ihtiyacımız var.” END4-TUSAŞ

“Toplu olarak düşünme ... mesela beyin fırtınası yapıp fikir almak neden önemli? Herkes farklı bir yönünden bir şeyi öğrendiği noktadan fikir ortaya atabilirse, orda daha fazla fikir çarpıştırıp daha iyi bir çözüm bulabilirsiniz.” KMU3-TÜBİTAK UZAY

“Bugünü yarınını aynı anda bir arada tutabilecek, farklı felsefelere sahip, yeri geldi mi birbiriyle de kavga etmesi gereken, bakış açılarını bir arada tutmamız gerekiyor. Aslında bunu, başka bir sesin duyulmasını bir güvenlik meselesi olarak görüyorum. ... Hepimiz kör olabiliriz, ürünümüze aşık olabiliriz sanayiye baktığımızda bu ürünün sonuna kadar başarılı olması gerektiğine gönülden hepimiz inanıyor olabiliriz. Ama birisi kalkıp ‘arkadaş ya şunu niye yapmadık’ diyorsa ... onun o tarafını beslemeliyiz, o kanat da yürümeli.” END9-Numaş

Nitelikli teknik işgücü profilinin becerilerine yönelik katılımcı değerlendirmeleri içerisinde KMU3, ‘mühendis ve teknisyen işgücü ayrımı’ yaptığı değerlendirmesiyle dikkat çekmektedir. Katılımcı havacılık ve uzay sanayindeki —esasen uydu teknolojileri çalışmaları özelinde— mühendis ve teknisyen işgücünü sahip olmaları beklenen beceriler açısından birbirinden ayırarak, her iki grubun da kendine özgü becerileri olduğunu ifade etmektedir. Katılımcının **mühendis işgücü için** öne çıkardığı beceriler ‘çok yönlü olma’, ‘sistemin bütününe görme’, ‘risk alma’, ‘model felsefesini kavrama’, ‘teknoloji ve temel bilimlerdeki gelişmeleri takip etme’ ve ‘sabırlı olma’dır:

“Mühendis olarak bakacak olursak bir kere çok yönlü olması lazım, bir de risk alabilen insanlar olması lazım çünkü işin yüzde 70-80’i risk almak bizde. ... O yüzden belli başlı riskleri değerlendirip, çalışması için yeterli önlemleri alıp, onu değerlendirebilecek çok yönlü mühendislere ihtiyaç var. Bir konuda inanılmaz uzman olmak yetmiyor. Biraz kafayı kaldırıp, başka alanlarla ilgili alaka da kurabilmek gerekiyor. Mesela sizin aldığımız bir tasarım kararı başkasını nasıl etkiler, bunu biraz olsun düşünebilmeniz lazım. Atıyorum mesela siz kendinizi garanti altına almak adına bir komponent seçersiniz ama bu çok maliyetlidir, inanılmaz güç tüketiyordur, işte inanılmaz ağırdır falan. Bu diğer taraflar için dert olmaya başlıyor; o gücü sağlamak için güneş paneli, pil boyutları büyüyor, o yüzden biraz disiplinlerarası bakmak gerekiyor. ... Ondan sonra mesela ... biz uyduyu tasarlıyoruz ve uçuş modeli üretmeden önce test modelleri üretiyoruz hani bizim bu tasarımımız çalışacak mı çalışmayacak mı [diye] baya vur-kır yapıyoruz böyle hani sınırlarını görelim diye bizim tasarımın. ... Bu model felsefesini doğru anlayabilmesi lazım. ... Teknolojiyi takip ediyor olması lazım, teknolojiyi takip ediyor derken, temel bilimleri takip edebiliyor olması lazım, sürekli okuması lazım, problem çünkü her proje için unique olabiliyor, bazen kutunun dışından bakmak gerekiyor, dışarıdan bakmak gerekiyor. Bazen sabırlı olmak gerekiyor işte o süreç hep bilinmeyenlerle boğuşmak üzerine olduğu için hani sizin hem enerjik olmanız lazım hem çok yönlü olmanız lazım hem cesaretli olmanız lazım, yani bir iş verildiği zaman onu bir cümleyle anlayıp, peşinden koşabiliyor olmanız lazım. Şimdi bu mühendisler açısından böyle.” KMU3-TÜBİTAK UZAY

KMU3 **teknisyen işgücü için** ise ‘titiz ve sabırlı olma’, ‘mühendise üretilebilirlik konusunda geri bildirim sağlama’, ‘prosedür ve standartların gerekliliğini bilme’, ‘komponentlerin raf ömrü, saklama koşulları gibi teknik bilgilere ve imalât ortamına hâkim olma’ becerileri üzerinden değerlendirme yapmaktadır.

“Teknisyenler açısından çok titiz olmak gerekiyor. Yani titiz ve sabırlı olmak gerekiyor. Çok yüksek kalitede iş yapmanız [gerekiyor]. Mesela vidayı sıkmanın bile bir standardı var, ... her şeyin bir standardı var; bunlara dikkat etmesi gerekiyor, prosedürleri iyi anlaması gerekiyor. Bazen mühendis tasarımının ‘bu üretilebilir bu üretilemez’ diyebilmesi gerekiyor mesela mühendis şöyle gelebilir yani

kendi açısından bakıp ben verimli bir kart tasarladım ama üretilemiyordur mesela bunu görebilmesi lazım. Komponentlerin raf ömrü, saklama koşulları konularını takip edebiliyor olması lazım. Neyin nerde olduğu belli olması lazım, çünkü bir kaos ortamına orda yer yok yani. ... Yani titiz olması lazım, bilmesi lazım, hâkim olması lazım ortama.” K MU3-TÜBİTAK UZAY

Teknik işgücünün becerilerinin yanında bu ‘nitelikli’ mühendis, tekniker ve teknisyenlerin yöneticilerinin sahip olması gereken becerilere ilişkin AKD10, havacılık ve uzay sanayindeki bu yüksek nitelikli işgücünü yönetecek kişilerin hem teknik ve mesleki bilgisinin hem de yönetim bilgisinin olması gerektiğini işaret etmekte ayrıca bu yöneticilerden alanın bilgisine sahip olmasının beklendiğine dikkat çekmektedir:

“Bir de ... yönetici boyutu var. Yani bu kadar insanı bir arada çalıştırabilecek, birbirleriyle uyumlu çalışmasını sağlayacak, üstün yetenekli yöneticiler. Yöneticilerin teknik bilgisi de ne kadar fazla olursa, sadece yönetim bilgisi değil, o kadar iyi oluyor. Çalışanlarının problemlerini daha yakından anlayabiliyorlar. ... O sistemde yetişmemiş kişiler, atanarak yönetici olursa, yani kendi yetişmediği bir alana, çok başarısız oluyorlar. Mutlaka o alandan çıkmış, yetişmiş, her noktasını görmüş, elini buluşturmuş kişilerin bu personeli yönetmesi gerekiyor.” AKD10-ODTÜ

Son olarak, katılımcılar tarafından havacılık ve uzay sanayi ekosistemini verimli kılacak nitelikli teknik işgücünün sahip olması gerektiği ifade edilen ve yukarıda detaylandırılan becerileri özetleyeceği düşüncesinden hareketle, END5’in “*World Economic Forum’un 2020 critical skills diye bir şey vardır, ben ona inanıyorum*” ifadesi izlenmektedir. Dünya Ekonomik Forumu (WEF) tarafından 2020 yılıyla birlikte öne çıkacağı vurgulanan bu beceriler, —havacılık ve uzay sanayi özelinde olmamakla birlikte— çalışma yaşamının temel becerileri olarak hem uygulamada hem literatürde kabul görmektedir. Bu 10 beceri; karmaşık problem çözme (complex problem solving), eleştirel düşünme (critical thinking), yaratıcılık (creativity), insan yönetimi (people management), işbirliği (coordinating with others), duygusal zekâ (emotional intelligence), karar verme (judgement and decision making), hizmet odaklılık (service orientation), müzakere (negotiation) ve bilişsel esneklik (cognitive flexibility) şeklinde sıralanmaktadır.¹⁸⁵

Katılımcıların Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)’ne Nitelikli Teknik İşgücü Yetiştirmek İçin Yapılması Gerekenlere İlişkin Önerileri

Bu alt başlıkta, üretken bir havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin oluşturmak için ‘kök unsur’ olan teknik işgücünün, yukarıda belirlenmiş becerileri nasıl kazanacağı, başka bir deyişle, bu becerileri kazanabilmesi için nasıl bir eğitim ortamının tasarlanması gerektiği konusu ele alınmaktadır.

¹⁸⁵ The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution, <https://www.weforum.org>, (03.12.2019).

Katılımcıların tamamının (33/34¹⁸⁶) önerilerinde, THUS ekosisteminin verimli bir yapıya dönüşmesi ve bu ekosistemin devamlılığını sağlayacak nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesinde üç tür eğitime yer verdikleri belirlenmiştir. Katılımcılarca **örgün MTE (33/34)**, **yaygın ve sürekli eğitim (12/34)** ve **temel eğitim (17/34)** olarak sıralanan bu eğitimler gerek mühendis gerekse tekniker ve teknisyen işgücünün yetiştirilmesinde önem arz etmektedir.

Temel eğitim ile MTE, bir ülkenin ‘potansiyel teknik işgücü’ olan çocuk ve gençlerin, sahip olmaları beklenen, temel, akademik, teknik ve mesleki bilgi/becerilerin kazandırıldığı eğitim basamaklarını tanımlamaktadır. Yaygın ve sürekli eğitim ise çok farklı şekiller olsa da burada, istihdamdaki teknik işgücünün sahip olduğu becerileri geliştirmesi/güncellemesi ve ‘yeni’ teknolojilerle uyumlu ‘yeni’ becerileri kazanması anlamını taşımaktadır. Bu anlamda aktif işgücü programları dâhil çok farklı platformlara katılarak alınabilecek yetişkin eğitimleri kastedilmektedir. Aşağıda katılımcıların bu üç eğitime dair önerileri sunulmaktadır:

Katılımcıların Örgün Mesleki ve Teknik Eğitim (MTE)’e Yönelik Önerileri

Örgün MTE’ye ilişkin katılımcı önerilerine (33/34) bakıldığında, birbiriyle yakından ilişkili iki öneri, ‘MTE sisteminin tamamen değiştirilmesi’ ve ‘entegre bir eğitim ortamı yaratılması (ör. iş başında eğitim [on the job training], uygulamalı eğitim)’ ortaya çıkmaktadır. Başka bir deyişle bu önerileri, ‘mevcut MTE sisteminin entegre bir eğitim sistemi/modeli olarak yeniden organize edilmesi’ şeklinde okumak mümkündür.

THUS’da entegre bir eğitim işbirliği modeli için **MTE’nin tamamen değiştirilmesi gerektiği vurgusu**, katılımcıların uzmanlık alanları düşünüldüğünde önemli bir çağrı niteliğindedir. Bu kapsamlı değişme talebinin gerekçesini AKD11 ‘amaca yönelik insan yaratma’ vurgusu yaparak “*Bizim eğitim sistemimizi tamamen değiştirmemiz gerekiyor, bırakın var olan sistemi eleştirmeyi. Amaca yönelik insan, yaratıcı insan yaratmamız gerekiyor*” sözleriyle açıklamaktadır. END2 ise “*radikal bir eğitim sistemi değişikliği*” ihtiyacını ‘teknolojik dönüşümün seyri’ ile ilişkilendirmektedir:

“Radikal bir eğitim sistemi değişikliğine ihtiyaç var kanımca. Ama çok iyi plânlamamız, en az yüz yıllık geleceği göz önünde bulundurarak plânlamamız gerekiyor. İleri malzemeler havacılık ve uzay sanayilerini kökten değiştirecek. ... Bunun için ileri malzeme ve üretim teknolojilerini düşünerek

¹⁸⁶ 1 katılımcı (KMU7), eğitim konusunda tespit ve değerlendirmeler yapmakla birlikte herhangi bir öneri getirmemiştir.

hazırlanmış eğitimler gerekiyor. Tabii bu eğitimleri verebilecek sanayiden korkmayan bir eğitim sistemi ... tasarlanmalı.” END2-Kale Havacılık

Görüldüğü gibi END2, eğitim sisteminde uzun vadeli, ileri malzeme ve üretim teknolojilerini dikkate alan, özenle plânlanmış bir değişimin, sürdürülebilir bir THUS ekosisteminin sağlanabilmesi için zorunlu olduğunu ileri sürmektedir. MTE’de bu köklü değişiklik talebinin bir diğer gerekçesi de ‘ihtiyaç duyulan eğitim süresi’ bağlamında oluşmaktadır. AKD11 *“Bugünkü teknolojide gereken eğitim süresi dört yıllık eğitim değil. ... Teknoloji çok hızlı geliştiği için ... eğitimin devam etmesi gerekiyor”* sözleriyle MTE’nin süre olarak teknolojinin değişim hızına uyumlaştırılmasına, esasen de **‘yaşam boyu öğrenme anlayışının önemi’**ne dikkat çekmektedir. Bu ifadelerden hareketle, “entegre MTE işbirliği modeli”nin örgün eğitim sürelerinin ötesinde bir anlayışla organize edilmesi ve zaman içerisinde ortaya çıkan ihtiyaçlara göre güncellenebilmesi gerektiği söylenebilir. Bu da sürekli eğitim, yetişkin öğrenmesi, yaygın eğitim konularını merkeze taşımaktadır.

Köklü bir değişime uğraması gerektiği işaret edilen MTE konusunda, katılımcıların neredeyse tamamı (32/34¹⁸⁷) doğrudan ya da dolaylı bir şekilde ‘entegre bir eğitim modeli’ni işaret etmektedir. ‘Entegrasyon sorunu’ başlığı altında da değinildiği gibi (bkz. s.265-7), havacılık ve uzay sanayi alanındaki MTE’nin sanayi ile entegrasyonu, bu sanayide elde edilecek başarı için neredeyse bir ön koşuldur. KMU1 bunu *“Dolayısıyla siz[in] ana sanayinin hemen yanına veya OSB’nin içine bu konuyla ilgili onları destekleyecek liseleri de kurmanız gerekiyor”* diyerek ifade etmektedir. Genel olarak katılımcıların bu entegrasyonu ‘iş başında eğitim (on the job training)’, ‘uygulamalı eğitim’, ‘proje destekli eğitim’ olmak üzere farklı ifadeler üzerinden tanımladığı görülmektedir:

“Nasıl yetiştirilmeli, bizzat işin içine girip. ... Yaparak öğrenecekler.” END5-TTGV

“... onu sen sahada öğreniyorsun.” KMU1-SSB

“Eğitilmiş mühendislerin eline iş almış olması lazım.” END4-TUSAŞ

“Sadece teoride kalmamalı eğitim. Pratik çok önemli.” AKD5-LUH

“On the job training diyorum ben buna.” END8-TUSAŞ

“... şirketlerin ... üniversitelerle olan kopuk iletişiminin de tesis edilmesi gerektiğini düşünüyorum.” AKD7-PM

¹⁸⁷ 2 katılımcı (AKD1 ve END9) teknik işgücünün yetiştirilmesiyle ilgili öneriler sunmakla birlikte doğrudan ya da dolaylı şekilde entegrasyona değinmemiş, bu teknik işgücünün sahip olduğu ve olması gerektiği beceriler üzerinden açıklama yapmışlardır.

“... şirket akademi işbirliğini artırmamız gerekiyor.” AKD11-ESTÜ

“... bunun yolu, proje ve deneylerle desteklenen eğitim.” KMU3-TÜBİTAK UZAY

Katılımcıların hemen hepsinin havacılık ve uzay sanayi için teknik işgücünün entegre bir eğitim modelinde yetiştirilmesi gerektiğine işaret etmesi, hem **nedenlerinin** hem de **eğitimin nasıl olması gerektiğinin** sorgulanmasını beraberinde getirmektedir.

Katılımcı yanıtları incelendiğinde, entegre eğitim ihtiyacının nedenleri ve nasıl olması gerektiğine ilişkin; teorik bilgi yanında ‘sanayinin kendine özgü bilgisinin de eğitim sürecinde kazanılması’, ‘teknolojinin değişim hızının takip edilmesi’, ‘fiziki çalışma ortamı-proje deneyimi kazanılması’, ‘profesyonelden öğrenmenin sağlanması’, ‘çevik takımlar oluşturulması’ konularının dile getirildiği görülmektedir:

“İşlerin yapılış zamanları, metodları, takvimlerinden dolayı biraz usta-çırak ilişkisiyle yetiştirme gerekir. Nasıl yetiştirilmeli, bizzat işin içine girip. ... Yaparak öğrenecekler.” END5-TTGTV

“Benim bölümüm modernizasyon, biz sürekli üretim kaynaklı problemleri çözeriz. Bu problem çözme sürecini yaşadığınızda ürün baskısını, schedule baskısını görüyorsunuz, bunu hissediyorsunuz. Ürünün baskısını hissetmeden çalışmıyorsunuz. ... Ona [ürüne] giden yolda daha hızlı hareket etmeyi hissetmesi lazım. Ben o yüzden on the job training diyorum.” END8-TUSAŞ

“... çizimde yaparsın ama ürettiğin anda o senin çizimindeki davranışı göstermeyebilir. ... Teknik çizim yaparsın, mühendislik hesaplarını yaparsın koyarsın ama ürettiğinde başka bir tablo çıkabilir karşına, çünkü pek çok değişken var. Koyduğun ortamın neminden, sıcaklığından tutun, malzeme kalitesine kadar yüzlerce nedenle senin ürünün çalışmayabilir. Onu sen sahada öğreniyorsun.” KMU1-SSB

“Gelişen teknolojiyle birlikte üniversite ile teknoloji üretim yerlerinin birbirine yakınlaşması gerekir. Eğitimin endüstrinin içinde yer alması lazım. ... Günümüzün teknolojik değişim hızını takip edebilecek şekilde eğitim alması önemli. ... Ürün yaptıkça, yeni teknolojilere adaptasyon da artıyor. Üretime yakın olmak önemli. Yeni gelişen ürünleri bilerek gelirse, mevcut çalışanların ufkunu da açıyor aslında.” END8-TUSAŞ

“Yani temel şey şu olması gereken, takım halinde, responsive takım, hızlı, atik, atıl olmayan bir şey kazandırmak gerekiyor insanlara. Çevik bir takım olacak, belirsizliklere cevap verebilecek ve üretken olacak. ... Beklenmeyen şeylere karşı robust [dayanıklı] olacak. O tip şeyleri kazandırmak gerekiyor. Bunun yolu, proje ve deneylerle desteklenen eğitim.” KMU3-TÜBİTAK UZAY

“Eğitilmiş mühendislerin eline iş almış olması lazım. ... Biz iş görüşmesi yapıyoruz havacılık mühendisleri, uçak mühendisleri iş görüşmesine geliyor. [Diyorum ki] ‘sana iki uçağı söylesem, resimlerini göstersem ayırt edebilir misin?’, ‘edemem’ [diyor]. Adam teorisine çalışmış, birimine çalışmış ama o sanayinin, o teknolojinin ürüne yansımış olan haline, o sevgiye, meraka yansımamış. ... Bunu sağlayacak yapılanmaların en başında daha üniversitedeyken, eğitimin ortasında, kendi bildiklerini ürüne dönüştüren, deneysel yapılanmaya dönüştüren bir işgücünü oluşturmamız gerekiyor.” END4-TUSAŞ

Yukarıdaki entegrasyon gerekçelerine ek olarak, AKD6 tarafından getirilen havacılık ve uzay sanayinde MTE’nin ‘profesyonelden öğrenme’ ile gerçekleştirilmesine yönelik öneri dikkat çekmektedir. Katılımcı önerisini, “*İyi bir eğitim almamız gerekiyor, iyi bir training yapmamız gerekiyor. Sadece okulda olmaz, uygulamalı olması gerekiyor. Bunun da ilk aşamada profesyoneller tarafından yapılması gerekiyor*” sözleriyle gerekçelendirerek,

özellikle teknik eğitimin başlangıç aşamasında ‘profesyonelden öğrenme’yi işaret etmektedir.¹⁸⁸ Burada katılımcının aynı zamanda üniversite-sanayi işbirliğine gönderme yaptığı da anlaşılmaktadır. Benzer şekilde END6 da havacılık ve uzay sanayinin gelişmesiyle MTE’nin gelişmesini ‘aynı potada’ ele almaktadır:

“Burada üniversiteler önemli, sanayi üniversite işbirliği önemli. ... Havacılık sektörünün gelişmesiyle üniversitelerin arasındaki ilişki birbirini tetikliyor; havacılık sektörü geliştikçe üniversiteye ihtiyaç artacak; üniversiteden eğitim alan kişi sayısı arttıkça, havacılık sektörü gelişecek. Bu ikisi birbirini tetikler, biri durunca diğeri de durur.” END6-ASELSAN

Teknik eğitimin uygulama ile entegrasyonunun, MTE’nin tüm dalları için önemli olduğu kabul edilmektedir. Ancak havacılık ve uzay sanayinin bu kendine özgü yapısının, entegre eğitimi verimli bir THUS ekosisteminin ön koşulu haline getirmesi önemle vurgulanmalıdır.

Bu entegrasyonun **nasıl olması gerektiği** konusunda katılımcılar daha detaylı açıklamalarda da bulunmuşlardır. Örneğin END2’nin Almanya’da bulunan ‘Applied University’ örneği üzerinden yaptığı değerlendirme dikkat çekicidir. Katılımcı sunduğu bu örnek üzerinden Türkiye’de aktörlerin entegrasyonunun sağlanmasında ‘sanayi ile üniversite arasındaki ilişkinin değişerek yeni bir biçim alması gerektiğine’ vurgu yapmaktadır:

“Almanya’da da teknik üniversiteler var, Türkiye’de de teknik üniversiteler var. Ama Almanya’da bir de ‘Applied University’ var; işte bu üniversiteler endüstri ile sıkı bağlantı halinde çalışıyor. Bizdeki TTO’lar [Teknoloji Transfer Ofisi] yalnızca üniversiteden sanayiye yönelik, ama ‘uygulamalı üniversiteler’ sadece sanayinin problemlerine yönelik çözümler üretmek üzere kurulmuşlar. ... Teknik üniversitedeki hoca çalışmalarını yapıyor; temel bilim alanı olabilir. Onun endüstriyle işi yok, o hocamızın üç temel hedefi var, öğrenci yetiştirmek, temel araştırma yapmak ve yayın yapmak. Uygulamalı Üniversiteler ile bağlantılı Uygulama Merkezleri kurarak sanayimizin problemlerine yönelik çalışmalar yapmak lazım. ... Applied üniversitedekiler bugünkü gibi hoca değil; tez yazmıyor adam. Hatta buradaki profesörün endüstriyi iyi bilen, onun içinden olması gerekir. Burada üniversite ve endüstri birbirinin ihtiyaçlarına odaklanıyor, karşılıyor, sorunlarını çözüyor; Airbus’ın yeni uçağını tasarlıyor, üretiyor beraber.. Türkiye’nin bugünkü yapısında mümkün değil bu. TTO ile, teknoparklarla mümkün değil. TTO, üniversiteden sanayiye ne götürebilirim diye bakıyor.” END2-Kale Havacılık

END2’nin burada önemle dikkat çektiği konu, akademisyen bilim insanlarının aynı zamanda birer teknolog olabilme niteliği ve becerisiyle donatılmasıdır. Türk üniversitelerindeki mühendislik eğitiminin Batıdaki teknik üniversitelerle özellikle müfredat açısından uyumlu olduğu bilinmektedir. Buna karşın, Türkiye yükseköğretim ekosisteminin sorunu, teknik işgücünün sanayiye yeterince aşına olmayan mühendisler tarafından yetiştirilmesinden kaynaklanmaktadır.

¹⁸⁸ Bu profesyonelden öğrenme konusu, sanayideki ve kamudaki yönetici, uzman ve profesyonellerin, akademide ders vermesi durumunu akademik yetersizlikten çok entegrasyon bağlamında ele almayı mümkün hale getirmektedir.

Mühendislik eğitimin nasıl organize olması gerektiğine ilişkin benzer bir ihtiyacı göz önünde bulunduran özgün bir değerlendirme de KMU6'dan gelmiştir. Katılımcı, *“mühendis yetiştirme programları geliştirilmesi”* gerektiğine dikkat çekmektedir:

“Mühendisleri çok daha iyi yetiştirmeliyiz, mühendis yetiştirme programları geliştirmeliyiz. ... Havacılıkta tasarım mühendisi yetiştirme programları yapmak lazım. ... Benim önerim 5 yıl kadar atölyelerde çalışması lazım bir mühendisin. Master'ını yapsın bu sırada, doktorasını yapsın. ... Mühendisler hava araçlarının üretimini, sürecini görsün. Beş yıl sonra kişisel tercihiyle, 'ben atölyede devam etmek istiyorum', orası da çok özel bir mühendislik alanı, ya da 'tasarım programlarında yer almak istiyorum' desin, değerlendirilsin. Yani minimum 5 yıl, sahada ellerini kirletmeden, mühendis mühendis dememek lazım. O ana kadar stajyer mühendis. Yani ... 5 yıl kadar stajyer mühendislik yapıp sonra tasarım projelerinde görev alması gerekir arkadaşların.” KMU6-SSB

THUS ekosisteminde istihdam edilecek bir mühendisin, lisans eğitimini takiben THUS'da en az 5 yıl çalışması ve bu süreçte teorik bilgi ile uygulama deneyimi kazanması yönündeki düşünce dikkatle değerlendirilmesi gereken bir öneriyi barındırmaktadır. Bu bakış açısının 'istihdamda sürekliliğin sağlanmasının önemi' bağlamında AKD5 tarafından da paylaşıldığı görülmektedir:

“Havacılık/uzay tecrübe birikimiyle gelişen bir sektördür. Bizim elimize gelen mühendisleri biz 1-2 yıldan önce zaten var olarak kabul etmeyiz, 5 yıla kadar hiçbir şey bilmiyor diye [görürüz] çünkü öyledir, 10 yıldan sonra artık karar verebilecek, 15-20 yıldan sonra artık bir şeyleri organize edebilecek. ... [istihdamda] sürekliliğin sağlanması gerekiyor.” AKD5-LUH

Katılımcıların sanayi ile akademi arasındaki ilişkinin yeniden organize edilmesi gerektiği vurguları yanında, özellikle havacılık ve uzay sanayi ekosisteminde entegrasyon denildiğinde, sadece sanayi ile akademinin eşgüdümünü kast etmediklerini de söylemek gerekir. Nitekim devletin, bu iki aktörün arasındaki koordinasyonu sağlama ve pekiştirme rolü de katılımcılar tarafından önemle vurgulanmaktadır. END4 devletin üstlenmesi beklenen bu rolü, sanayi ile üniversite arasındaki eşgüdümü artıran 'devlet destekli lisansüstü projeler' üzerinden detaylandırmaktadır:

“Türkiye'de uygulanan bazı işte doktora projeleri var devlet destekli, TÜBİTAK destekli, işte sanayinin ihtiyacını üniversiteye tanımlayıp, üniversiteye de buna yönelik burslar veren ve bu burslarla personelin akademik kariyerini sanayi ihtiyacına göre şekillendiren bir yapılanma var. Bu yapılanmanın daha fazla artırılması ve desteklenmesi lazım. ... Üniversitede ... başarılıların sanayi alanına çekilmesi lazım ki akademik başarının sanayiye yansması sağlanabilsin. Bu tür programlar, akademik başarıyı o tarafa doğru şekillendiriyor. ... Kesintisiz devam etmesi gereken bir program yani üniversite-sanayi işbirliğinin ortak menfaatlerde şekillenmesi devletin gücüyle olabiliyor ve bu devam etmeli.” END4-TUSAŞ

Görüldüğü gibi katılımcılar, devletin düzenleyici, finansman sağlayıcı ve motive edici rolünün daha etkin hale gelmesi gerektiğini ifade etmektedir. San-Tez gibi sanayinin ihtiyaçlarının üniversite bünyesinde tanımlandığı ve çözüldüğü uygulamalar, verimli havacılık ve uzay sanayinin oluşturulması ve sürdürülebilir hale getirilmesinde önem taşımaktadır. Bu uygulamaların teşvik edilmesi ve aktörlerin işbirliğine yönlendirilmesi de

kamu kurum ve kuruluşlarınca koordine edilmektedir. Bu doğrultuda, aktörlerin birlikteliğine dayanan benzer uygulamalara ağırlık verilmesi yönündeki öneri değerli görülmektedir.

Katılımcılar THUS ekosistemi için, üretim mühendisi kadar tasarım mühendisi yetiştirilmesine de dikkat çekmişlerdir (bkz. s.281). Her iki mühendisin yetiştirilmesinde ‘entegrasyon’ bir kesişim noktası olarak belirmektedir. Bu entegrasyon sağlanamadığında, THUS’un ihtiyaç duyduğu beceriler, —MTE’nin tamamlanmasının ardından— yine ‘sanayinin içinde’ kazanılmaktadır. Teknik işgücünün becerileri konusunda, MTE ile sanayinin beklentileri arasındaki uyumsuzluğun önlenmesi için tezde, THUS ekosistemi aktörlerinin eşgüdümüne dayanan bir eğitim ortamı önerilmektedir.

Katılımcıların Yaygın ve Sürekli Eğitime Yönelik Önerileri

Katılımcıların (12/34) yaygın ve sürekli eğitim kapsamındaki önerileri, yaşanan teknolojik değişim nedeniyle teknik işgücünün ‘sahip olduğu becerilerin güncellenmesini’ ve bu işgücüne, sanayinin ihtiyaç duyduğu ‘yeni becerilerin kazandırılmasını’ içermektedir. Katılımcılar, bu konudaki önerilerini ‘yeni teknolojilerin mevcut süreçlere entegrasyonu’ bağlamında yaşanan ‘yaratıcı yıkım’ (‘işlerin ortadan kalkması’, ‘yeni iş ve mesleklerin oluşması’, ‘işsiz kalanlara yeni beceriler kazandırılması’, ‘mesleklerin formasyonunun değişmesi’ gibi) üzerinden getirmişlerdir.

Katılımcılar, ‘**yeni teknolojilerin mevcut iş süreçlerine entegre edilmesi**’yle beraber teknik işgücünün ‘güncellenen’ bu iş süreçlerine ve yeni teknolojilere uyumunun sağlanmasının önem taşıdığını ifade etmektedir. Örneğin KMU9 “... var olan işgücü[nün] ... bir şekilde bu yeni teknolojileri nasıl kullanabileceklerine karşı eğitilmeleri, teknik gücü kazanmaları gerektiğine inanıyorum” diyerek teknik işgücünün yeni teknolojilere uyumunun sağlanmasında, yaygın ve sürekli eğitimin önemini vurgulamaktadır. Hatta katılımcı bu konuda ileri yaştaki çalışanlara verilecek eğitimlerin gerekliliğine “Özellikle yaş olarak daha ileride olanların ... değişmesi gerekiyor aslında, yeteneklerinin artması gerekiyor, bilgi/becerileri olarak artması gerekiyor, onlara sürekli eğitimler verilmesi gerekiyor. Firmaların vermesi gerekiyor bazı[larının] belki bakanlıklar tarafından verilmesi gerekiyor. Onların da o anlamda yetişmesi lazım” sözleriyle işaret etmektedir.

Teknik işgücünün iş süreçlerindeki konumu ile kendisinden beklenen roller, yaşanan dönüşümden ne düzeyde etkileneceğini de belirlemektedir. Burada, KMU6’nın daha önce

de vurguladığı (bkz. s.220-1) mekanik ve aviyonik sistemler üzerine çalışan teknik işgücünün teknolojik dönüşümlerden farklı düzeylerde etkilendiği gerçeği de dikkat çekmektedir. Bu farklılık, her iki alanda çalışan teknik işgücünün, sahip olduğu becerilerin ‘güncellenmesi’ ihtiyacına da yansımaktadır. Katılımcı “... mekanik konusunda kendini yetiştirmiş, yeni teknolojileri de öğrenmiş mühendisler daha uzun süre survive edebilirken, ... mesela, özellikle aviyonik görev sistemlerindeki mühendis 10 yıl önce öğrendiklerinin hepsini unutmak durumunda kalıp kendisini yenilemek durumunda. ... Öyle bir iklim var. ... Aviyonik görev sistemlerinde olanları ikiye, üçer kez [eğitime] göndermek lazım. ... Mühendisi canlı tutmak için büyük mücadele vermek gerekiyor. Dediğim gibi ... aviyonik görev sistemlerindeki bir mühendis, 30 yıl sonra emekli olma aşamasına gelene kadar, birkaç kez kendi içinde dönüşüm geçirmiş olabilir” sözleriyle aviyonik sistemler üzerine çalışan mühendislerin bilgilerinin çok daha sık yenilenmesi gerektiğine değinmektedir.

Katılımcılar, teknik işgücünün yaygın ve sürekli eğitime katılmasına ilişkin önerilerinde, hem iş süreçleri hem eğitim sistemi açısından ‘**yaratıcı bir yıkım**’ın sebep olduğu bir ihtiyaca vurgu yapmışlardır:

“Eylemlerin ciddi bir bacağı, işgücünün birincisi eğitilmesi; ikincisi, yeni mesleklerin oluşturulması. ... Bir de bu süreçte, işini kaybedenlere birtakım yetkinlikler kazandırılması, yani mevcut kişilerin işlerini daha iyi yapması için yetiştirilmesi. İkincisi yeni meslekler bunun eğitimi, tescili, hakları,... bu mekanizmaların çalıştırılması. Üçüncüsü yavaş yavaş otomasyondan dolayı işlerini kaybedecekleri de yeni yetkinliklerin kazandırılması.” END5-TTGV

“Yeni teknolojiler bazı işleri ortadan kaldırır ve yeni işler doğurur. Bu yeni işlere de hazırlıklı olmamız lazım. Oturup kafa yorup; ‘yeni işler neler olmalı’, ‘yeni dünya düzeninde hangi meslekler ortaya çıkmalı’ bunu çok detaylı çalışmamız lazım.” AKD6-AYBÜ

AKD6’nın gelecekteki meslekler ve becerilere hazırlıklı olunması yönündeki önerisi dikkatli ve uzun vadeli teknik işgücü plânlaması ihtiyacını tartışmaya açmalıdır. END4 şirketlerin kendi eğitim plânlarına sahip olmaları gerektiğini işaret etmektedir:

“... ilk yatırım, personel edinme, istihdam açma bir konu, ikinci konu da bunun elde tutulması. Bunun için şirketlerin mutlaka ve mutlaka yatırım yapması, teknoloji alanında kendilerinin eğitim programları yapması lazım. Her şirketin belli bir akademik programı olması gerektiğini düşünüyorum.” END4-TUSAŞ

Bu öneriler bağlamında, yeni becerilerin kazandırılmasında ‘**mühendisliğin ve teknisyenliğin formasyonunun değişmesi**’ de önemli bir tespit olarak görülmektedir. END9 bu durumu “Adı mühendis olmayan ama adı makina uzmanı olan insanlar yaratılması noktasında ek ihtiyaçlar olabilir. Çünkü mühendisliğin de artık formasyonu değişiyor” diyerek işaret etmektedir. AKD11’in mühendisliğin dönüşümüyle ilgili değerlendirmesi de dikkat çekmektedir. Katılımcı, hesaplama teknolojisindeki gelişmelerin

neticesinde, mühendisliğin hesap yapmanın ötesinde kabiliyetleri gerektiren bir mesleğe dönüştüğünü vurgulamaktadır:

“... eskiden mühendisin yaptığı birçok işi bilgisayar yapıyor artık. Eyfel zamanında mühendisin işi elinde hesap makinası olmadan defterinde mukavemet hesapları yapmaktı. Bir metal çubuğun mukavemet hesabının yapılması bir, iki saat sürüyordu. ... Bugün bir uçağın bile mukavemetini bilgisayar çıkartıyor. Artık birçok mühendise hesap yapmak için ihtiyacımız yok, sadece o bilgisayarın başında oturup, verileri girip, çıkan verilerin insan mantığına uyup uymadığını kontrol etmesi için basit bir mühendislik yetisi gerekiyor. Bir de ne yapılması gerektiğini söyleyecek mühendislere ihtiyaç var. Bilim kurgu romanı yazacak kadar kültürlü, kimyadan fiziğe matematikten sanata tiyatroya insan psikolojisine kadar çok geniş bir bilgisi olan insanlardan oluşan.” AKD11-ESTÜ

Katılımcılar, tekniker ve teknisyen yetiştirilmesinin ne denli önemli olduğunu sıklıkla vurgulamışlardır. AKD5’in yukarıda da yer verilen (bkz. s.252) teknisyen işgücünü ‘sistemin omurgası’ olarak tanımladığı açıklaması, bu teknik işgücünün önemini ortaya koymaktadır. Taşdığı bu önemin yanı sıra —mühendisliğe benzer şekilde— teknisyenliğin de formasyonu değişmektedir. END12 bu değişimi teknoloji ile ilişkilendirmektedir:

“Bu sanayi devriminin [Dördüncü Sanayi Devrimi] getirilerinden biri mevcut iş tanımlarının dışında yeni iş tanımlarının oluşması. O tanımlara uyacak bir işgücü profilinin de oluşması gerekiyor tabii. ... Mesela yazılım konusunda, bir fabrikayı, artık fabrikanın içinde direkt çalışarak değil ama bilgisayarın başında onu yöneterek çalıştırması gereken bir teknisyen ihtiyacı doğacak. O işgücünün ona evrilmesi gerekecek.” END12-ROKETSAN

Yaygın ve sürekli eğitim konusunda son olarak, kapsamlı ve dikkat çeken bir değerlendirme yapan END11’e yer verilmesi gerekli görülmüştür. END11 “*Herkes bu yeni dünyada olduğunuz sektör ne olursa olsun, ölçeğiniz ne olursa olsun, dijital dönüşümün içinde yer alacak, dijital dönüşümden etkilenecek. Dolayısıyla herkesin bu farkındalığa sahip olması gerektiğini düşünüyorum. ... Bu kamu spotlarıyla olabilir, ... sürekli eğitim merkezleriyle olabilir, nasıl kullanıldığını görebilmesi için örnek uygulamaların olduğu yer olabilir. Ama herkesin bunun ‘ya burada ne oluyor ne bitiyor bunu nasıl kullanırım’; o soru işaretinin zihninde uyanması gerektiğini düşünüyorum*” sözleriyle konuya sadece işgücü açısından değil toplumun geneline yayılması gereken bir farkındalık çalışması şeklinde yaklaşmaktadır.

Katılımcıların her kademedeki teknik işgücünün yetiştirilmesine dair önerileri, örgün ve yaygın MTE’nin plânlanmasında, ulusal eğitim sisteminin ilk basamaklarına kadar geriye gitmek gerektiğini ortaya koymaktadır. Başka bir deyişle, temel eğitim aşamasında kazandırılan bilgi ve beceriler yanında iş yapma kültürü, merak, yaratıcılık, sorgulama, eleştirel bakış, sorumluluk alma, bazı ana teknolojik/dijital becerilerin kazandırılması özellikle THUS’a nitelikli teknik işgücü yetiştirilmesinde eskisinden çok daha önemlidir.

Katılımcıların Temel Eğitime Yönelik Önerileri

THUS ekosisteminin ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün yetiştirileceği örgün ve yaygın (ve/veya sürekli) MTE'ye ilişkin önerilerinin yanı sıra katılımcıların yarısı (17/34) konuyu temel eğitim bağlamında ele almakta; ortaokul, ilkokul ve hatta anaokulu düzeyinde eğitime dikkat çekmektedir. Katılımcıların değerlendirmelerinde öne çıkan konular, 'bilimsel düşünme nosyonunun erken yaşlarda kazandırılması', 'çocukların havacılık ve uzay konularına ilgi duymalarının sağlanması', 'keşifsel ve yönlendirici bir temel eğitim sisteminin oluşturulması' ile 'çocukların çok yönlü olmalarının desteklenmesi' olmak üzere sıralanabilir. Ayrıca AKD11 tarafından önerilen 'zorunlu anaokul eğitimi', bu konudaki değerlendirmeler arasında özgünlüğüyle dikkat çekmektedir.

Anaokul, ilkokul ve ortaokul düzeyinde çocuklara kazandırılması gereken yeteneklerin başında '**bilimsel düşünme nosyonu**' gelmektedir. AKD7 "*[Biz], üniversiteden sonrasını düşünüyoruz ama oraya kadar olan kısım da en az o kadar önemli diye düşünüyorum*" sözleriyle üniversite öncesi eğitimin önemine dikkat çekmektedir:

"Öncelikle çok sağlam bir üniversite öncesi eğitim lazım. ... Bilimsel düşünmeyi, bilime önem vermeyi, bilimi birinci sıraya koymayı ... ortaokul, lise, ilkokulda yerleştirmeniz lazım. Sonuçta üniversite teknik bir eğitim, yani calculus öğrenirsiniz, diferansiyel denklem öğrenirsiniz, dinamik öğrenirsiniz geçer bunu da yapar ortalama zekâyâ sahip bir insan. Ama bu bilimsel düşünme nosyonunun, bilimsel problem çözüme nosyonunun çok daha önceden verilmesi gerekiyor. ... Üniversite öncesi eğitimin mutlaka çok kuvvetlendirilmesi, niceliğe değil daha çok niteliğe önem verilmesi gerektiğini düşünüyorum." AKD7-PM

Katılımcıların temel eğitim hakkındaki değerlendirmelerinde öne çıkan konulardan biri de '**çocukların havacılık ve uzay konularına ilgi duymalarının sağlanması**' olmuştur. Havacılık ve uzay konularına ilginin artırılması amacıyla AKD5'in 'çizgi film serisi' önerisi özgünlüğüyle öne çıkarken, END1'in NASA örneği de oldukça dikkat çekmektedir:

"Esasında çocukluktan başlıyor, çizgi filmlerden başlatırım ben bunu, ... çizgi romanlardan başlatırım. ... Bu tarz konularda mesela Tesla'nın çizgi film serisi, Edison'un, von Braun'un çizgi filmi, mesela von Braun o roketleri nasıl yapıyor? Yani çocukların genç yaşta aklında kalabilecek şeyler, çizgi romanlar, çizgi filmler. Sadece dünyadaki sayılı [bilim insanları] değil, ayrıca Türk bilim insanları, Cahit Arf'in çizgi romanını yapın neden olmasın, çocuk onu okusun. Cin Ali okuyacağına bunu okusun. ... Çizgi filmin bir bölümünü çocuklar için belgesel yapın, böyle cartoons dedikleri çizgi film tarzında, ... okullarda bunu izletsinler. ... Böyle böyle erken yaşta beyinlerinde yer edinmesi gerekir bilim insanlarının. Hem yabancılar hem Türklerin." AKD5-LUH

"NASA ilk kurulduğunda uzay mekiği yapmadı oyuncaklar yaptılar ve tüm Amerika'daki okulları dolaşp bilim fuarları düzenlediler. Anaokulu çocuklarına füze, roket oyuncakları hediye ettiler ve o çocuklar büyüdü ilk aya giden adamlar oldular, Armstrong oldular. ... 'biz yapacağız, edeceğiz' diye yola çıkmakla ilgili olacak şeyler değil. Bunlar millî hedeflerdir." END1-ROKETSAN

Katılımcıların, çocukların ilgi, merak ve kabiliyetlerinin olduğu alanları hem kendilerinin hem de öğretmenlerinin fark edebilmesini sağlayacak '**keşifsel bir eğitim sistemi**'ne yönelik

önerileri de önemli görülmektedir. Devlet tarafından sağlanacak ‘zorunlu’ anaokul eğitimi, keşifsel ve yönlendirici bir eğitim sisteminin oluşturulmasının başlangıç adımı olarak görülebilir. AKD11 “... ki geçiş döneminde olduğumuz için sosyal-kültürel olarak çocukların anaokuluna gitmesi mecbur tutulması gerekiyor. Çünkü çok ciddi bir eşitsizlikle karşılaşılıyor çocuklar. Bazı anne babaların açılımı yetersiz olduğu için çocuğu çok erken yaşta şartlanmış bir çaresizlikle yetiştiriyorlar, bu çocuğun açılması çok zor, başkası ise tam tersine” sözleriyle bu zorunlu anaokul eğitiminin daha kapsayıcı bir hale gelerek yaygınlaştırılmasının önemine dikkat çekmektedir.

END7 çocukların sahip oldukları yetenek ve ilginin takip edilmesini “... erken yaşlarda başlaması lazım, ama hepsinin değil, yeteneği, ilgisi olan çocukların. Zaten çocuklar ilgisi olup olmadığını belli ediyor. Kendini belli eden, ilgilenen çocuğun yönlendirilmesi lazım” sözleriyle işaret etmektedir.¹⁸⁹ AKD11 de keşifsel ve yönlendirici bir eğitim sistemini şu sözlerle değerlendirmektedir:

“... 7-8 yaşındaki çocukların bir kısmı mühendis olmaya uygundur, bir kısmı değildir. Sizin bu kişileri keşfedip, daha ilkokul seviyesinde yönlendirmeniz gerekiyor ama bu demek değildir ki Aldous Huxley’in Brave New World’deki ileride kimin ne olacağına karar vermek gibi olsun. ... Bazı insanlar daha 7 yaşında mühendis olmaya yönlenebilirler. Onlara istedikleri eğitimi verelim, bu kişiler sonradan vazgeçebilirler hiçbir sakıncası yok. ... Eğitim sistemimizin, eğer biz ileride uçak üretmek istiyorsak, ortaokul, lise seviyesinde değiştirilmesi ve öğretim elemanlarının; olabilecek insanları, matematik ve mühendislik düşünce yapısı olan insanları ayırması... [gerekiyor].” AKD11-ESTÜ

Öne çıkan bir diğer değerlendirme de ‘**temel eğitimin çocukların çok yönlü olmalarını desteklemesi**’dir. END12 “Çok yönlü insanlar olmalı, sanatın da bu işin içinde olması sağlanmalı, sporun da” diyerek çocukların çok yönlü olmasına işaret ederken, END7 çocukların hayal gücünün geliştirilmesi ile onlara farklılıkları yakalama yeteneğinin kazandırılmasına “Çocukların hayal gücünü artıracak şeyler yapmalıyız. Bir de algı yetenekleri çok önemli, algılarını nasıl artırırız kafa yormak lazım. Bu yetenekleri

¹⁸⁹ İlgi olan çocukların nasıl ayırt edileceği hakkında KMU3, END9, END7 ve KMU4’ün yarışmaları konu alan değerlendirmeleri önemlidir. END9 “Alfalar var içimizde, önemli olan onları açığa çıkartacak olan ve doğru yönde açığa çıkartacak olan altyapıları sağlamamız. Ben de bunu ortak proje yarışmaları[nda], çalışmalarda görüyorum. Çünkü orada bir ekip kuruluyor ve o ekibi sürükleyen, sırtına takıp giden birileri çıkıyor. Sizin onu arayıp bulmanıza gerek yok, ... onu körüklemeniz gerekiyor” sözleriyle yarışmaların önemini ortaya koyarken, KMU4 “Bu şartlar altında yapılabilecek tek şey sanki hevesli öğrencileri bir şekilde bulmak. ... Yani böyle herkesi yönlendirmeye çalışalım deyince yine mükemmeli isterken kötüye razı olacağız. Onun yerine az sayıda hevesli öğrenciyi bulup onları sisteme katabilen bir şeyler yapmak. Bunun da hani en güzel örneği, ... TÜBİTAK yarışmaları. Gördüğüm kadarıyla en faydalı şey bu. Çünkü bir okulda diyelim 300 öğrenci var bu dönemde ama işte 5 tanesi çok meraklı, o 5 tanesi bir araya gelip o yarışmaya katılıyor. ... Bunlar çok faydalı” diyerek yarışmaların ilgili/hevesli/meraklı öğrencilerin keşfedilmesinde işlevsel bir yol olarak belirdiğine işaret etmektedir.

geliştirmek lazım. Çocukların bir örüntüdeki farklılıkları yakalama yeteneğini güçlendirmemiz gerekiyor” sözleriyle dikkat çekmektedir.

Özetle, katılımcıların verimli bir THUS ekosisteminin oluşturulması için MTE kadar temel eğitimin de üzerinde durduğu görülmektedir. Buradan hareketle, MTE'nin temel eğitim sistemine 'ayrılmaz bir şekilde bağlı' ve temel eğitimin 'tutarlı bir parçası' olduğu bir kez daha vurgulanabilir. Başka bir deyişle MTE'nin başarısı, kendisinden önceki eğitim kademelerinin başarısıyla şekillenmektedir. Buradaki ilişki, END9 tarafından açıkça ortaya konmuştur:

“Ben bir uçak uçurmak istiyorum [yani] en entegre üründen başlıyorum. Bu uçağın bir tane camı olacak, bu camın üstünde bir tane kaplama olacak, bu kaplamanın mahiyetinde kimyasal bileşenler olacak, bu kimyasal bileşenlerin bir ortamda belli tabakalarda sürülmesine... ihtiyaç olacak. Bunun için ilk başta, ilk kademede benim bir mühendislik tasarımına ihtiyacım var. Benim bir operatörlüğe ihtiyacım var, bir otomasyon kurulmasına ihtiyacım var. Üç ayrı şey saydım, bu üç ayrı şeye insan kaynağını kim yaratır, bir alt kademede? Otomasyonu yaratacak olan yüksekokulsa, otomasyon temelli yüksek okul; otomasyon temelli yüksek okula giden noktada bilgisayarın o ilgili altyapısına sahip olan lise, o lisenin altında takip-sökmeye meraklı, analitik zekâsı belli bir seviyede olan çocuğu bulacak olan ilköğretim.” END9-Numaş

Katılımcılar, THUS'un ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesini geniş bir çerçevede ele almışlardır. Bunun içinde, eğiticinin eğitimi de yer alsa da bu konu katılımcıların değerlendirmelerine dolaylı şekilde yansımıştır. Teknik işgücünü yetiştirecek eğitimcilerin nasıl yetiştirilmesi gerektiği hakkında katılımcılar ayrı bir değerlendirme yapmak yerine, teknik işgücünde olması gereken özelliklerin eğitimcilerde de olması gerektiği yönünde genel yaklaşım sergilemişlerdir. Burada katılımcıların, MEB ve eğitim fakülteleri müfredatı hakkında detaylı bilgiye sahip olmama ihtimali de göz önünde bulundurulmalıdır.

Araştırmanın tüm bulguları birlikte düşünüldüğünde, THUS'un verimli bir ekosistem haline gelmesi ve bu verimli ekosistemin sürdürülebilirliğinin sağlanmasında 'entegrasyon' hem kilit hem anahtardır. Bu entegrasyon, eğitim ve ilgili diğer alanlara yönelik politikaların belirlenmesinden, aktörlerin birbirinden haberdar olduğu yapıların kurulmasına ve bu kurulan yapılar yoluyla eşgüdümün sağlanmasıyla birbiriyle sürekli etkileşim içinde olan bir ekosistem yaratılmasına doğru ilerleyen bir ağ yapıyı tarif etmektedir.

Ayrıca ulaşılan en yüksek teknoloji seviyesine sahip olma özelliği doğrultusunda havacılık ve uzay sanayinde ağ yapı anlayışı bir zorunluluk olarak belirmektedir. Rosenkopf ve Schilling (2007:198-9) de vurguladığı gibi, herhangi bir firma, kurum ve/veya kuruluşun

yenilik için gereken tüm imkân ve kabiliyetleri üstlenmesi zor olduğundan, ağ yapılar yoluyla firmaların sahip oldukları bilgi ve diğer kaynakları bir araya getirmeleri, değiştirmeleri ve ortaklaşa oluşturmaları sağlanmaktadır.



5. BÖLÜM: TÜRKİYE HAVACILIK VE UZAY SANAYİ (THUS) EKOSİSTEMİ İÇİN DÖRT AKTÖRLÜ BİR ENTEGRE EĞİTİM İŞBİRLİĞİ MODEL ÖNERİSİ

Bu bölümde, ilgili literatürden ve alan araştırması verilerinden yararlanarak, verimli bir THUS ekosistemi için ihtiyaç duyulan teknik işgücünün yetiştirilmesi ve istihdamı konusunda bir model önerisi geliştirilmeye çalışılmıştır. Böyle bir modele duyulan gereksinimin arka planında, THUS ekosistemi aktörlerinin eşgüdümünden ortaya çıkması beklenen bir ‘sinerji’ arayışı yer almaktadır. Bir ekosistem olarak tanımlanan modelde ilk olarak, ekonomik, toplumsal ve kültürel arka planın nasıl olması gerektiği konusuna odaklanılmıştır. Ardından, THUS’a özgü bir eğitim işbirliği modeli geliştirilmesinin gerekçelerine yer verilmektedir. Mevcut ekosistemin özelliklerini bilmek, nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesindeki eksikliklerin görülebilmesi bakımından önemlidir. Bu nedenle, modelde, MTE sisteminin mevcut durumundan hareket edilerek, THUS ekosistemi için ihtiyaç duyulan yüksek nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesinde dikkate alınması gereken öneriler geliştirilmiştir. Son olarak da aktörlerin sistemde üstlendikleri rol bağlamında modelin özellikleri ve işleyişine ilişkin bilgiler sunulmaktadır. Modelin bir tasarım olduğu ve mevcut koşullarla tam uyumlu işleminin mümkün olmayabileceği unutulmamalıdır. Burada yapılmak istenen, THUS ekosisteminde modeli işletebilmek için fikren de olsa işin bir ucundan başlayabilmektir.

5.1. Modelin Dayandığı THUS Ekosistemi ve Ekonomik, Toplumsal ve Kültürel Temelleri

Teknik işgücünün nitelik ve niceliğine olan ihtiyacın belirlenmesinde ve istihdamında hareket noktası, bizzat THUS’un kendisidir ve önerilen modelin dayandığı temel de THUS’un içinde yer aldığı imalât sanayinin yapısal özellikleridir. Bu yapısal özellikler, hem kuramsal bölümde hem de *Araştırmanın Bulguları* bölümünde ele alınmıştır. Çünkü THUS ekosistemine ‘uyumlu’ bir entegre eğitim işbirliği modelinin oluşturulması için, sanayinin gelişiminin ve bugün eriştiği aşamanın çözümlenmesi önem taşımaktadır.

Önerilen modelin, Türkiye’nin kendi özgün ihtiyaçlarını karşılayacak koşulları yaratması ve sürdürülebilir kılması gerekmektedir. Bu gereklilik, ülkenin sanayi ve teknoloji tarihi incelendiğinde açık biçimde görülmektedir. Bu doğrultuda öncelikle, Türkiye’ye özgü yapısal ve kültürel tespitler üzerinden yapılan değerlendirmelere yer verilmektedir.

Türkiye’de BT ve yenilik konularında farkındalığın olduğu, ancak bunun süregelen ‘yapılanı tekrarlama’nın dışına çıkmaya henüz yetmediği görülmektedir. Bu durum THUS’da da gözlenmektedir. THUS’da belirli kısıtlarla transfer edilmiş bir bilgi ve teknoloji varlığından söz edilebilir. Bu kısıtlı yapı bir de THUS ekosistemi aktörlerinin çok çeşitli ve kapsamlı boyutları bulunan havacılık ve uzay sanayinin tamamı yerine, daha ziyade ‘askeri havacılık ve uzay sanayi’ne odaklanmasıyla daralmaktadır. Üstelik askeri amaçlı sürdürülen Ar-Ge çalışmalarının ulusal güvenlik gerekçesinden doğan gizlilik bariyeri henüz aşılamamış olduğundan, buradan diğer imalât sanayi dallarına etkin bir Ar-Ge akış mekanizmasının organize edilmesi mümkün olamamıştır. Ayrıca havacılık ve uzay konularındaki güncel gelişmelerin de sınırlı bir çevre tarafından takip edilmesi, THUS ekosisteminde çeşitliliği teşvik etmeye yetmemektedir.

Havacılık ve uzay sanayi, geniş bir STI ekosisteminin parçası olduğundan diğer teknoloji geliştirme alanlarının ihmal edilerek yalnızca bu sanayinin bulunduğu ekosisteme odaklanması sakıncalı görülmektedir. Havacılık ve uzay sanayi gibi yüksek seviyeli teknoloji kullanımı olan sanayilerde, BT ayrılmaz bir bütün halinde işlemektedir. Hatta havacılık/uzay alanındaki Ar-Ge çalışmalarıyla ortaya çıkan bilgi, diğer sanayilerde yürütülmekte olan Ar-Ge çalışmalarını ve imalât süreçlerini desteklemektedir. Bu destek ilişkisi tek yönlü değil, karşılıklıdır. Havacılık ve uzay sanayi kapsamında yürütülen teknoloji geliştirme çalışmaları diğer sanayileri, diğer sanayi alanlarında yürütülen teknoloji geliştirme çalışmaları da havacılık ve uzay sanayi alanındaki gelişmeleri beslemektedir.

Türkiye’nin önemli görülen bir diğer yapısal ve kültürel özelliği, demokrasi geleneğini yerleştirememiş olmasıdır. Türkiye, demokrasi sözcüğünü telaffuz etmeyi çok seven ama demokratik davranmayı tam anlamıyla benimseyememiş bir ülke görünümündedir. Bunun en temel göstergesi, Cumhuriyet tarihinde ulusal çıkarları öncelikli kabul eden uzun erimli politikaların ne yazık ki yüz yıldır ‘partiler üstü’ niteliğe kavuşturulamamış olmasıdır. Her iktidar, kendi zihniyetini ve uygulamalarını, daha önceki yapılanları dikkate almadan uygulamaya koymakta ve istediği sonucu alamadığında da vazgeçip hemen yeni politikalar denemektedir. Bu yolla bir yap-boz-yap dizgesi yaratılarak, durum bir kısır döngüye dönüştürülmektedir. Oysa, başarının kaynağı iktidara yeni gelen her hükümetin, kendinden önceki iktidarlarca belirlenmiş ulusal hedeflere yönelik politikalardan vazgeçmeyerek sürdürülebilirliği sağlamasında yatmaktadır. Bununla birlikte, havacılık ve uzay sanayinin yerleşik bir sanayi olması ve bu alanda deneyimin sürekliliğinin sağlanmasının sanayinin

başarısındaki yaşamsal önemi göz önünde bulundurulduğunda, herhangi bir dönemde elde edilen yenilik, teknoloji, sanayi birikiminin unutturulmadan —tam da politika gereği— gelecek kuşaklara aktarılması ve partiler üstü niteliğe kavuşturularak sürdürülebilirliğinin sağlanması gerektiği açıkça belirmektedir (Savcı, 2011). Başka bir deyişle, bu tür uzun vadeli hedeflere yönelik ulusal politikalarda ısrarlı ve kararlı bir yol izlemenin daima ülke çıkarına olduğu birçok ülke örneğinde açık bir şekilde görülmektedir.

BT konularında geçmişte elde edilen bilgi ve deneyime ilişkin birikimin korunarak, gelecek kuşaklara aktarılamamış olması, AKD3'ün de “*öğrenme sürecini bir türlü tamamlamıyoruz*” sözleriyle ifade ettiği gibi Türkiye’yi bitmeyen bir ‘yeniden öğrenme’ mecburiyetine hapsedmiştir. İmparatorluğun son yıllarında kurulmuş ve Cumhuriyet’e devredilmiş askeri fabrikaların 1950’li yıllardan itibaren tasfiyesi, bilginin kaybedilerek yetişmiş işgücünün dağıtılması ne yazık ki öğrenen bir toplum olma şansını yitirmiş bir ülkeyi işaret etmektedir. Bu yıllara kadar havacılık ve uzay sanayi alanında üretilmiş olan birikimsel bilginin ve işgücünün de aynı şekilde kaybedilmesi, araştırmada yer alan katılımcılar tarafından önemli eksiklik olarak vurgulanmıştır. İlgili literatür de bu durumu açık biçimde ortaya koymaktadır.

Bu kayıplar nedeniyle, bugüne kadar yarışta geri kalmayı mevcut bilgi birikimini özümseme süreci olarak değerlendirip, içinde bulunulan zamanı bir referans noktası haline getirmek ve yarışa katılabilecek çekirdek yapıyı geç kalmaksızın oluşturmak gerekmektedir. Türkiye gibi sanayileşmede geç kalmış ülkeler için, benzer deneyimlere sahip ülke örnekleri ve bu ülkelerin izlediği yol haritaları, özgün birer deneyim olarak göz önünde bulundurulmalıdır. Bu süreçte edinilen tüm bilgiler (ör. uygulama örnekleri, tasarımlar, sistemler) Türkiye’nin kendisine özgü yapısal özellikleri dikkate alınarak yeniden değerlendirilmelidir. Bu kez, hafızaların canlı kalmasını sağlayacak adımların atılması, politikaların partiler üstü hale getirilmesi ve sürdürülebilir kılınması için bu bilgi ve deneyimin belgelenmesi, kayıt altına alınarak veri yönetimine geçilmesi zorunlu görünmektedir.

Unutmamak gerekir ki bahse konu teknolojilerin hiçbiri, orijin olarak Türkiye’nin kendi üretmiş olduğu teknolojiler değildir. Dolayısıyla Türkiye’nin bu teknolojileri önce transfer ederek öğrenmesi, ardından kendisine özgü yeni teknolojiler geliştirmesi mümkündür; birçok ülke teknolojik gelişimini bu yöntemle sağlamıştır. Burada sözü geçen teknolojik

öğrenme ve yenilik de hızlı değil yavaş seyreden, sabır ve irade ile tanımlanan bir Ar-Ge anlayışı ile mümkündür. Ar-Ge’de hedef odaklı olmaktan daha önemlisi süreç odaklı olmaktır. Hedefe (buluş ya da patent) ulaşmanın uzun zaman alabileceği bilinerek, süreçte tekrar ve tekrar denemeler yapmak konusunda sabırlı olmak, hatadan öğrenmek Ar-Ge kültürünün bir özelliği olarak mevcut çalışma kültürüne yerleştirilmelidir. Havacılık ve uzay sanayinin gelişmesi her şeyden önce bu anlayışın ve BT kültürünün yerleşmesine bağlıdır.

5.2. Aktörler Arası İşbirliğinin Gerekçeleri

Sürdürülebilir bir yenilik ekosistemi için aktörler arası işbirliğinin varlığı şarttır. 21. yüzyılın anahtar kavramlarından biri olan kavram, sıklıkla gerek ulusal gerek uluslararası çalışmalarda ve belgelerde işaret edilmektedir. Örneğin BM’nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDGs) kapsamında ele alınan hemen her konuda, uluslararası ve yerel aktörlerin birlikteliğinin önemi vurgulanmaktadır. Bu yaklaşım tezde, THUS ekosistemi için önerilen eğitim yapılanmasında da benimsenmiştir. Türkiye’de devlet, sanayi, eğitim kurumları¹⁹⁰ ve STK’lardan oluşan bir THUS ekosistemi bulunmaktadır¹⁹¹ ve bu sayılan aktörlerin eşgüdüm içerisinde çalışabilmesi, aralarında etkin bir işbirliğinin oluşmasıyla mümkün olabilir.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde yenilik ekosisteminde öncü aktör olarak devlet öne çıkmakta, hem yatırım ve finansman hem de üretim açısından başat rol oynarken, zaman zaman da müşteri olarak yer almaktadır. Bu öncü rol, güven sağlama yoluyla diğer aktörlerin sisteme katkısını özendirilmektedir. Burada unutulmaması gereken önemli nokta, ekosistemin işleyişini sağlayacak ortamı kurabilme becerisinin geliştirilmesi olduğu tekrar ve önemle vurgulanmaktadır.

Bu açıklamalara ek olarak, THUS’un ihtiyaç duyduğu bilgi, beceri ve deneyimin öğrencilere kazandırılarak işgücü piyasasındaki arz ve talep uyumsuzluğunun çözümü için, eğitim kurumları ile sanayinin birlikte hareket etme zorunluluğu vurgulanmalıdır. Ayrıca THUS ekosisteminin beceri arz ve talebini benimsenen/benimsenecek olan ulusal politikalar belirleyeceğinden, sistemin üç ana aktörü arasında bu açıdan da işbirliğinin

¹⁹⁰ Burada ‘üniversite’ yerine ‘eğitim kurumları’ ifadesi tercih edilmiştir. Çünkü modelde MTE anlayışıyla hareket edilmiş ve Ar-Ge ve bilgi üreten, nitelikli teknik işgücünü yetiştiren lise ve yükseköğretim kurumları merkeze alınmıştır. Araştırma bulgularıyla birlikte bu MTE anlayışının da ötesine geçilerek temel eğitim kurumları da modele dahil edilmiştir. Bu nedenle, eğitim kurumları ifadesinin kullanılması gereği doğmuştur.

¹⁹¹ THUS ekosisteminin tüm aktörleri için bkz. EK-6.

sağlanması zorunlu hale gelmektedir. Bu üç aktörün etkileşimine, STK'lar da eklenmektedir. Dünyada havacılık ve uzay sanayine ilişkin güncel gelişmeler karşısında uluslararası sivil toplumun yaklaşım ve yönelimleri, yerel STK'lar ve bilimsel topluluklar (ör. meslek odaları, sendikalar, kolaylaştırıcı kuruluşlar) aracılığıyla takip edilebilir. STK'lar bu işbirliğinde kolaylaştırıcı rolü üstlenmektedir. Buradan hareketle, ekosistemde, bu aktörlerin birlikteliğine dayanan, dörtlü bir alt sistem ve etkileşim ağı ortaya çıkmaktadır.

Yapılan işbirliği vurgusunda, bu konuya 'yenilik dostu bir ortamın yaratılması' anlayışıyla yaklaşan Marijn Dekkers'in Alman Sanayiler Birliği'nin toplantısında yaptığı konuşma da önemli görülmektedir. Dekkers, konuşmasında politika yapıcılarının yenilik sürecinde önemli bir görevi olduğuna inandığını ifade etmektedir. *“Sonuçta laboratuvarlarda ve şirketlerde inovasyon üretilse bile, başarının anahtarı hâlâ her şeyden önce inovasyon dostu bir ortamdır. Bilimsel ilerleme ve teknolojik inovasyon uygun bir düzenleme derecesi ile el ele gitmeli”* diyerek yeniliğe uygun ortamının yaratılmasında, aktörlerin birlikteliğinden doğacak ekosisteme gönderme yapmaktadır.¹⁹²

İşbirliğinin önde gelen gerekçelerinden biri de tekrarlanan ve/veya yinelenen çabanın azaltılması (reducing duplicate efforts) bağlamında oluşmaktadır (Thompson vd., 2012). Bu yönde bir açıklamanın, uluslararası ölçekte karşılık bulduğu görülmektedir. Örneğin, 2008 yılında NATO bünyesindeki 10 ülkenin bir araya gelmesiyle, çokuluslu bir girişim olan Stratejik Hava Nakliye Kabiliyeti (SAC) kurulmuş; kuruluş gerekçesinde de 'ortak savunma projelerinden yararlanılması ve tekrarlanan çabalardan kaçınılması'na yer verilmiştir.¹⁹³ SAC bu amaçla, Boeing gibi küresel havacılık sanayinde öne çıkan firmalarla işbirliği halinde çalışmaktadır. Kaynakların etkin kullanımı konusu hali hazırda Türkiye'deki ulusal politika belgelerinde de vurgulanmaktadır. SSB'nin *“2018-2022 Savunma Sanayi Sektörel Strateji Dokümanı”*nda kaynakların israfının ve mükerrer yatırımın önlenmesi konuları işaret edilmektedir. Bu ve benzeri örneklerden yola çıkılarak, mevcut kaynakların (ör. işgücü, finansman, teknoloji altyapısı) aktörlerin işbirliği yoluyla daha verimli kullanımının sağlanacağı düşüncesi güçlenmektedir.

¹⁹² “More science in politics”, <https://english.bdi.eu/article/news/more-science-in-politics/>

¹⁹³ <https://www.nspa.nato.int/en/organization/NAMP/sac.htm>

Aktörler arası işbirliği, havacılık/uzay çalışmalarının yüksek maliyetinin paylaşılması ihtiyacıyla da ilişkilidir. Sanayinin temelinde yer alan Ar-Ge faaliyetleri, deneysel karakteri doğrultusunda hem belirsiz hem de yüksek maliyetlidir. Ayrıca ekosistemin araştırma konuları olan ileri, yüksek, kritik teknolojilere yönelik faaliyetlerin sürdürüleceği teknolojik altyapının oluşturulması ve güncelliğinin sağlanması da önemli bir ek maliyet unsurudur. Bu maliyetler tek tek aktörlerin katlanabileceğinin üzerine çıkmakta ve sahip olunan ulusal kaynakların etkin kullanımının desteklenmesi de burada devreye girmektedir. Başka bir deyişle, bu yüksek maliyetin tüm aktörlerce paylaşılmasıyla THUS ekosisteminde doğru kişilerin, doğru araştırma ekipleri içerisinde, doğru/yeterli ekipman ve finansal destek ile yenilik üretmelerine katkı sağlanabilmektedir.

Ekosistem anlayışıyla bakıldığında, işbirliğinin en büyük faydası, THUS'un aktörleri arasında eşgüdümün sağlanması ve ortak çalışma pratiğinin desteklenmesinde belirlemektedir. 21. yüzyılın çalışma yaşamında özellikle bir tek kişi tarafından geliştirilen yeniliklerden çok takım halinde düşünme ve üretme ön plana çıkmaktadır. Hatta bu takımların üyelerinin mekânsal ve zamansal birlikteliği bile zorunlu olmamakta, küresel ağ üzerinden oluşturulan senkron veya asenkron çalışma takımlarında, ortak yenilik üretebilmektedir. Mekân ve zamandan bağımsız takımların yenilik üretebildiği böylesi bir çağda, THUS ekosistemi aktörlerinin bir araya gelmemesi, her bir aktörün kendi çizdiği yolu takip etmesi hem günümüz dünyasının gerçeklerinin dışına çıkmak anlamına gelmekte hem de bilimsel ve teknolojik ilerlemenin önünde engel teşkil etmektedir. Çünkü, tüm aktörlerin bir araya gelerek bilgi ve deneyimlerini paylaşmaları ulusal, bölgesel ve nihayetinde küresel değer yaratmada etkin bir yoldur.

Son olarak, yalnızca aktörler arasında değil, aktörlerin kendi içinde de eşgüdümünün sağlanarak, birbiriyle uyumlu bir görünüm sergilemesine sunacağı katkı da, bu işbirliği önerisine değer kazandırmaktadır.

5.3. Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)'nde Nitelikli Teknik İşgücünün FeTeMM (STEM) Eğitimi Anlayışıyla Yetiştirilmesi

THUS ekosistemi özelinde bir entegre eğitim işbirliği model önerisi geliştirilmesinde çeşitli ülkelerin sanayileşme deneyimleri de göz önünde bulundurulmuştur. Bu bağlamda, hem havacılık/uzay çalışmalarında önde gelen hem de başarılı birer geç sanayileşme deneyimi yaşayan ABD, Almanya, Çin gibi ülkelerin ekosistemleri incelenmiştir. Söz konusu ülkeler

bu başarılı deneyimleriyle çok çeşitli çalışmalara konu edilmişlerdir. Örneğin Freeman (1995:19), başarılı bir teknoloji transferi gerçekleştiren Almanya ve ABD'nin teknolojik öğrenme sürecinde, İngiltere'nin kendine özgü etkileşim ortamından doğan kombinasyonu oluşturduğuna dikkat çekmektedir. Bu ülkelerde **sistemik bir yenilik ve öğrenme süreci** takip edilmiş, devlet tarafından koordine edilen bu süreç, sanayi ve eğitimde de karşılık bulmuştur. Almanya ve ABD'de firmaların Ar-Ge birimleri örgütsel yeniliği, yeni ürün ve süreçlerin tanıtımını daha sağlam bir temele getirirken, oluşturulan yeni kurumlar ile ortaöğretim ve yükseköğretim programları, sisteme nitelikli bilim insanları, teknik işgücü sağlamıştır. Freeman'ın "*ulusal ekonomik alanda etkileşen sosyal, ekonomik ve teknik değişikliklerin eşsiz bir kombinasyonu*" diyerek tarif ettiği bu ortam, THUS ekosistemi için FeTeMM Eğitimi anlayışıyla işleyecek bir entegre eğitim işbirliği modeli geliştirilmesinde göz önünde bulundurulmuştur. Daha önce de ifade edildiği gibi, kendi özgül koşullarında yenilik ve teknoloji yaratamayan ülkeler için teknolojik yeniliğe giden yol, 'teknolojik öğrenme'den geçmektedir. Dolayısıyla başarılı bir öğrenme rotası izleyen, hatta bununla sınırlı kalmayarak teknolojik yenilik geliştirilebilen ülkelerin deneyimi, Türkiye için de yol gösterici olmaktadır.

5.3.1. Modelin Özellikleri

Bilindiği gibi Üçlü Sarmal Modeli uzun bir süre boyunca, yenilik ekosistemi aktörlerini ve aralarındaki etkileşimi açıklamakta kullanılmıştır. Ancak zaman içerisinde meydana gelen karmaşık gelişmeler, yeni modelleri beraberinde getirmiştir. Üçlü Sarmal Modeli kuramcılarında Leydesdorff, modelleri adım adım genişletmek ve gerektiğinde açıklayıcı güç elde etmek istenebileceğine yer vererek "*n-sarmal dizisi yaklaşımı*"na açık bir kapı bırakmaktadır.

Yazarın açık bıraktığı bu kapı, THUS ekosistemi için önerilen 'entegre eğitim işbirliği modeli'nin geliştirilmesinde dikkate alınmıştır. Bunda Leydesdorff (2012:32)'un Japonya örneği oldukça faydalı olmuştur. Buna göre, 1990'lı yıllarda Japonya'nın UYS'sinde üniversite-sanayi-devlet ilişkileri ile birlikte 'uluslararasılaşma' da önemli bir rol oynamış ve modele dördüncü bir sarmal olarak eklenmiştir. THUS'un günümüzdeki yapısına bakıldığında benzer bir 'sarmal ekleme ihtiyacı' gözlenmektedir. Çünkü THUS'da meslek kuruluşları ve STK'lar göz ardı edilemeyecek düzeyde önemli bir rol üstlenmektedir. Bu rol; 'yenilik sistemi aktörlerini bir araya getirme', 'bu aktörlerin güncel değişim ve dönüşümlere yönelik farkındalığını yükseltme', 'havacılık ve uzay sanayinin göstergelerini

izleme ve değerlendirme'dir. Örneğin TÜSİAD, TTGV ve TMMOB raporlar yayınlarken, konferans, çalıştay, söyleşi gibi etkinlikler düzenleyerek, hemen tüm toplumsal, ekonomik köklü değişimlere ilişkin üyelerinin ve toplumun genelinin farkındalığının yükseltilmesine katkı sağlarken, SASAD, THUS ekosisteminin genel görünümünü yıllık raporlarıyla ortaya koymaktadır.

Havacılık ve uzay sanayinin 'kendiliğinden' kümelenme başka bir deyişle bölgeselleşme eğiliminde olması, önerilen entegre eğitim işbirliği modelinin —UYS'nin tamamlayıcılarından biri olan— BYS anlayışıyla desteklenmesini mümkün kılmaktadır. Bu anlamda THUS'un yenilik kapasitesinin artırılmasını amaçlayan HAB'ın kuruluş aşamasında olmasının da modelin uygulanması için bir fırsat olduğu değerlendirilmektedir. HAB'da aktörler arasında sinerjinin doğacağı bir birliktelik anlayışıyla hareket edilmesi, verimli bir THUS ekosisteminin inşasının tohumu olabilir.

Tezin kuramsal ve çerçevesinde mevcut MTE sistemine ve teknik işgücünün niteliğine ilişkin açıklamalar yapılmıştır. Bu doğrultuda UYS, BYS ve Üçlü Sarmal Modeli'nin esnekliğinden yola çıkılarak, THUS ekosistemi için mevcut teknik eğitim sisteminden hareket edilmiş ve dört aktörlü bir entegre eğitim işbirliği modeli önerisi geliştirilmiştir. Bu işbirliğinde,

- Sanayi kuruluşlarınca, mevcut imalât yapısı içerisindeki bilgi, beceri ve deneyim ihtiyacının saptanması ve güncel dönüşümlerle beraber ortaya çıkan yeni iş ve mesleklerin tanımlanması;
- Bu ihtiyaçlar doğrultusunda, eğitim kurumları tarafından öğrencilere BT temelli, yeniliğe yönelik bilgi, beceri ve deneyimin kazandırılması¹⁹⁴;
- Teknik eğitim programlarda dijital teknolojilere yatırım yapılarak eğitim sisteminin alt yapısının oluşturulması ve güncel tutulması;
- Kamu kurum/kuruluşları ile ekosistemin diğer aktörlerince oluşturulacak ulusal ve endüstriyel yol haritalarının ortaya konulması (aktörler arasında eşgüdüm ve işbirliğinin sağlanması);
- STK'lar tarafından uluslararası sivil toplumun takip edilmesi ve ulusal aktörlerin güncel gelişmelere uyumlanmasına destek sağlanması;

¹⁹⁴ Bu kapsamda, eğitmen ve öğretmenlerin yetkinliğine ilişkin ihtiyaçlarının belirlenerek 'eğiticilerin eğitimi' için gerekli yatırımların yapılması; burada gerektiğinde yabancı eğitmenlerden yararlanılması konusu göz önünde bulundurulmalıdır.

- Ekosistemin uluslararası havacılık sanayi ile etkileşimine önem verilmesi gerekmektedir.

Modelin bir diğer özelliği, FeTeMM Eğitimi'ne dayanmasıdır. Bunun iki gerekçesi bulunmaktadır. Bunlardan ilki, bu eğitimin sahip olduğu 'ülkelerin kendilerine özgü ihtiyaçlarıyla şekillenme' özelliğinin (Çorlu, 2017:5), onu THUS ekosistemi için uyarlanabilir kılmasıdır. İkincisi ise araştırmadan elde edilen bulgular ile FeTeMM Eğitimi anlayışının birbiriyle **tamamen** örtüşmesidir. FeTeMM eğitiminde temel bilimlerin önemli bir yeri vardır ve teknik işgücünün yetiştirilmesinde gereken BT bilgisi de temel bilimler üzerine kurulmak zorundadır. Yukarıda da yer verildiği gibi (bkz. s.267-276) katılımcılar, THUS ekosisteminin sahip olması gereken işgücünün yetiştirilmesine yönelik önerilerinde 'disiplinlerarasılık', 'yaparak öğrenme' ve 'takım çalışmasına yatkınlık' becerilerini ön plana çıkarmışlardır. Bu açıdan öne çıkan bir diğer beceri de yalnızca takım çalışmasına yatkınlık değil özellikle farklı düşüncelere sahip olan takımlarda, çoğulcu bir anlayışla takım üyesi davranışı sergileyerek, END4'ün deyimiyile "*tartışmadan iyilik bulabilme*" olmuştur.

Görüldüğü gibi araştırma bulguları, bir arada olma ve birbirinde öğrenme pratiğinin, yenilik ekosistemindeki önemine işaret etmektedir. Bununla birlikte modelin içerisinde, kimi yaratıcılıkların 'yalnız' karakteri de göz ardı edilmemiştir. Başka bir deyişle sistemde, kişilere ait ve özgü hareket alanlarının sağlanması da bir özellik olarak tanımlanmaktadır. Çünkü takım çalışmasının amacı, sinerjinin yakalanmasıdır ve sinerji oluşumunu desteklemeyecek üretkenlik dışarıda kalabilir. Burada önemli olan, bireysel yaratıcılığın özendirilmesi ihmal edilmeksizin, üretilen bilgilerin diğer tüm aktörlerin erişimine açık olmasıdır. Sistemde üretilen her bilginin, sistem içerisindeki aktörler için ulaşılabilir hale gelmesi zorunludur.

Sıralanan tüm beceri ve nitelikler, FeTeMM Eğitimi'nin 21. yüzyılın karmaşık ve çok disiplinlilik gerektiren hayat problemlerinin çözümü için önerdiği yapıyla öğrencilere kazandırılabilir. 'Bilgi Temelli Hayat Problemleri' yaklaşımı; bilgi otoritesi öğretmen, bilginin tek, değişmez ve yüceliği gibi geleneksel anlayışların ötesine geçmekte, bilginin hem dış dünyadan hem de zaman, mekân ve bireylerin öznelliğinden etkilendiğine işaret etmektedir (Çorlu, 2017:2). Bu doğrultuda, teknolojik öğrenme gerçekleşirken; kimi zaman imalât sürecinin 'kendisine', kimi zaman 'ürüne', kimi zaman da sürecin içindeki 'insana'

gömülü olan bilginin ortaya çıkarılması ve işlevsel kılınması bu yaklaşımla çelişmemektedir.¹⁹⁵

Modelin bir özelliği de hata yönetimini içermesidir. Önerilen ekosistemin işleyişinin aksaması durumunda, hata yönetimine gidilecektir. Böyle zamanlarda sistemin işleyişi kesinlikle durdurulmayacak, sistem yavaşlasa da faaliyetler devam edecektir. Araştırma bulgularının da gösterdiği gibi verimli bir havacılık ve uzay sanayinin kaynağı, çalışmaların sürekliliğidir. Bu süreklilik içerisinde ‘hatadan öğrenme’ de başat rolü üstlenmektedir. Savcı (2011:234-5)’nın da ortaya koyduğu gibi, yenilik yapma sürecinin karmaşık ve belirsizliklerle dolu doğası, riskli bir öğrenme ortamını içermektedir. Böylesi bir süreçte yenilik üretmenin yolu, kaçınılmaz bir şekilde hatadan geçmektedir. Meydana gelen herhangi bir hatanın ortadan kaldırılmasına yönelik yapılacaklar/yapılması gerekenler, yeniliğin ta kendisidir ve yeniliği tetiklemektedir. Hatanın ya da başarısızlığın nedenlerini ortaya koymanın ve yeniden başlamanın hedefe ulaşmak için süreçte yenilik yaratıcı rolü olabileceği daima dikkate alınmalıdır.

Bu aktörlerin mekânsal birlikteliğinde, yeniliği teşvik edici sosyal ortamların varlığı da önemlidir. Yukarıda da değinildiği gibi (bkz. s.105-6) imalât alanlarının yakınında, Ar-Ge faaliyetlerini sürdüren çalışanların vakit geçirdiği sosyal ortamların bulunması, yeniliği beslemektedir. Hatta farklı sanayilerde ve/veya Ar-Ge konularında çalışan kişilerin bir arada olmasının sağlanması da önemli görülmektedir. Silikon Vadisi örneğinde olduğu gibi yeniliği en fazla tetikleyen ortamların sosyal mekânlar olduğuna ilişkin saptamalar yapılmıştır (a.g.e.:156-9). Böylelikle çalışanların, hem sosyal zamanlarında da üretkenliklerinden kopmamaları sağlanacak hem de bir topluluk kimliği oluşturarak, bu kimliğe uygun ortak davranışlar geliştirmeleri kolaylaşacaktır.

5.3.2. Modelin İşleyişi

Aktörler arasındaki eşgüdüm ve etkileşimin gerçekleştiği bir ağ yapı olarak önerilen bu modelin işleyişi belirli **ön koşullara** bağlanmıştır. THUS Ekosistemi İçin FeTeMM Eğitimi Temelli Entegre Eğitim İşbirliği Model Önerisi; açık sistem anlayışının benimsendiği, hükümet düzeyinde ve/veya partiler üstü düzeyde politikaların üretildiği ve izlendiği, sorun

¹⁹⁵ Bilgi temelli hayatın içerisinde bütüncül akıma göre, ilişkiler bilginin kendisinden daha önemlidir. Bu durum, açık bilgi ile örtük bilgi arasındaki ilişkiye benzetilebilir. Burada, bilginin savunulması ya da herhangi bir bilgiye karşı argüman geliştirilmesi ve bu argümanların ‘karşılaştığı’ ortamlar, bilginin kendisinden daha önemli görülmektedir (Çorlu, 2017).

çözme ve sonuç odaklılığın desteklendiği, yenilik üretme motivasyonunun özendirildiği ve teşvik edildiği bir ‘teknolojik öğrenme ve yenilik ekosistemi’ne dayanmaktadır. Modelin etkin işleyişinin sağlanmasıyla, yeniliğin amaçlandığı ve ticarileşmesinin desteklendiği (spin-off)¹⁹⁶, yeni Ar-Ge çalışmalarının tetiklendiği, ileri yönlü modellemeye açık bir BT alt ve üst yapısının inşa edileceği öngörülmektedir.¹⁹⁷

Önerilen modelin etkin bir şekilde işlemesi, yeni nesillerin, BT ve yenilik konularını özümsemesini gerektirmektedir. Bu da Türkiye’de çocuk ve gençlerin ‘teknolojinin sadece kullanıcısı olma’ anlayışını **devralmayarak** süregelen zinciri kırması yönünde atılacak adımları zorunlu kılmaktadır. Genç nüfusun yenilikçi bir anlayışla; atadan, anneden ve babadan önerilen geleneksel mesleklerden çok yaratıcılık, bilim, mühendislik ve teknoloji alanlarına yönlendirilmesi önemlidir. Güncel teknolojik gelişmelerin yönü, küçük yaştan itibaren ilgi çekecek niteliktedir ve en çok da küçük yaşlarda hayal kurma ve yaratıcılığı beslemektedir. Genç kuşakların; yapay zekâ, robotik, kodlama gibi yeni teknolojilere aşina olduğu ve bu teknolojileri kullanabildiği görülmektedir. Önemli olan bu aşinalığın, üretkenliğe dönüşmesinin sağlanmasıdır.

Bu model, aynı zamanda öğrenen bir model/sistemdir. Zaman içerisinde ömrünü tamamlayan ve/veya işlevini yitiren parçalar sistemden ayrılacak, böylelikle sistem kendi özgün dinamizmiyle sürekli bir ilerleme/iyileşme halinde olacaktır. İşlevini yitiren parçaların sistemden ayrılması, sistemin sürekliliğinin de anahtarıdır. Modelde önerilen ekosistemde meydana gelebilecek bir kaosu yönetilmesinde, geri bildirim mekanizmasının rolü öne çıkmaktadır. Entropiyi engelleyecek geri bildirimler, sistemin işleyişine süreklilik kazandırılmasında da önem taşımaktadır. Sonuç olarak, değişimi ‘gelişme’ olarak tanımlayan bir ekosistem üretmek gerekmektedir.

Modelde her şeyden önce THUS ekosistemi aktörlerinin, çağımızın hızlı değişimlerine uyum sağlamanın kolaylaştırılması gözetilmektedir. Aktörlerin bir aradalığı, birbirinden haberdar olmaları anlamına da geleceğinden, yaşanan değişimler karşısında bir ‘ortak davranış’ geliştirmeleri mümkün olabilir. Modele işlerlik kazandırılarak gerek bir bütün

¹⁹⁶ Çünkü yenilik ticarileştirilemediğinde, üretilen yenilikçi düşünceler ‘bilimsel yayınlar’ ve/veya ‘uluslararası işbirlikleri’ yoluyla ülke dışına çıkmakta ve ülke dışında patentli yeniliğe dönüşmektedir. Bu durum, Türkiye için tespit edilen önemli bir sorundur.

¹⁹⁷ Bu sistemin dış çevresi aslında küresel havacılık ve uzay ekosistemidir. Türkiye bugün ana ve alt yüklenici rolü ile tedarikçi rolünü üstlendiği bu ekosisteme, daha yüksek ve stratejik katma değer yaratarak eklenmesi için, sistemin iç işleyişine odaklanılmıştır. Modelin merkezinde, eğitim bulunmaktadır.

olarak ulusal STI ekosisteminin gerekse THUS ekosisteminin yenilik ve teknoloji geliştirme kapasitesinin artırılması hedeflenmektedir. Bir ülkenin teknoloji kapasitesinin artırılmasında nitelikli teknik işgücünün ‘kilit’ rolü düşünüldüğünde, böyle bir model izlenerek hem MTE’nin içeriğinin THUS’a uygunluğu sağlanacak hem de eğitim ile sanayi arasındaki beceri arz-talebi uyumlanacaktır.

Yukarıda da ifade edildiği gibi sistemin işleyişinde hata yönetimine kritik önem atfedilmiştir. Her sistem gibi burada da zaman içerisinde bozulmalar ya da kaos yaşanabilir; denge kaybedilebilir. Hatta işleyiş esnasında yapılacak hatalar, beraberinde birtakım aksaklıkları getirebilir. Modelde aktörlerin, hata yapmanın ‘öğrenmenin ta kendisi’ olduğunun bilinciyle hareket etmesi ve bu gibi durumlarda, sistemin işleyişinin askıya alınmaması önerilmektedir. Sistem, hatanın giderilmesi yönünde çözüm arayışlarına yönelerek, ne olursa olsun işlemeye devam etmelidir. Verimli bir STI ve havacılık ve uzay sanayi ekosistemine sahip ülkelerin başarısını ön plana çıkaran unsurun ‘süreklilik’ olduğu daima göz önünde bulundurulmalıdır.

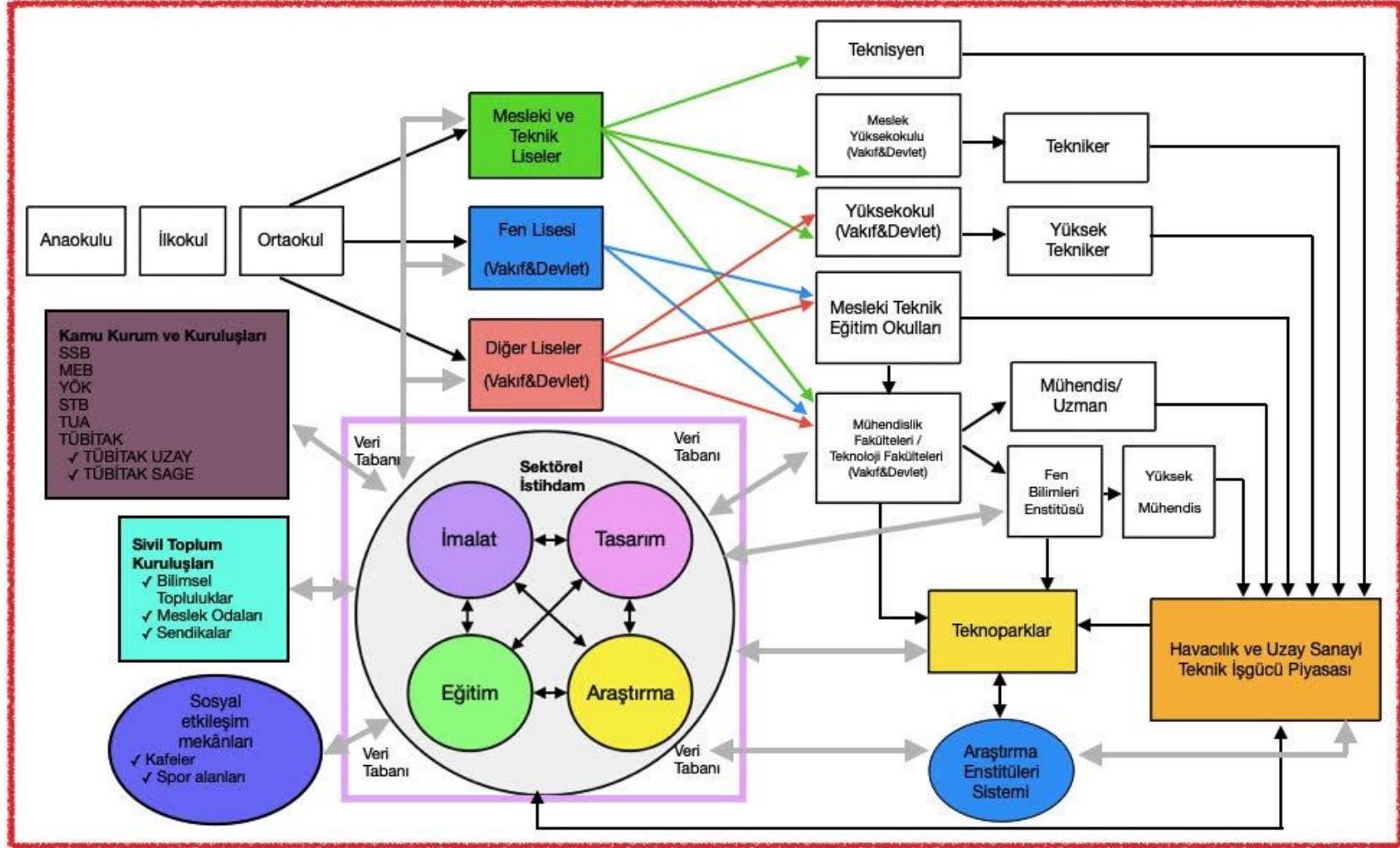
Şekil-10’da yer alan modelde anaokulundan başlayarak MEB tarafından yürütülen ortaöğretim düzeyi MTE okulları ile YÖK tarafından yürütülen yükseköğretim (önlisans, lisans ve lisansüstü programları) okulları aşamalar halinde gösterilmektedir. Ortaöğretim düzeyindeki eğitim-öğretim programlarının bazıları yükseköğretime geçiş yapılmaksızın, eğitimin tamamlanmasıyla birlikte doğrudan işgücü piyasasına teknisyen ya da kalifiye işgücü arz etmektedir.

Türkiye’deki MTE sistemi içerisinde olmakla beraber havacılık ve uzay sanayinin talep ettiği nitelikte BT dersinin bulunmadığı farklı teknik liseler de (ör. spor lisesi, güzel sanatlar lisesi, imam-hatip lisesi) bulunmaktadır. Her ne kadar temel bilimler alanındaki dersler ve ders saatleri sistemin genelinde standartlaştırılmış olsa da, BT’ye merakı teşvik edici ve eleştirel düşüncüyü geliştirici eğitim ortamının bulunmadığı durumlarda, THUS’da yeniliği tetikleyici işgücünün üretilmesi mümkün olmayabilir. Bu nedenle, bütün teknik okullarda sanayiye yönelik proje bazlı derslerin konularak, ilgi ve merakın teşvik edilmesi ve ödüllendirilmesi önemlidir.

Bununla birlikte, mevcut MTE sisteminin, yüksek nitelikli teknik işgücü yetiştirilmesinde, THUS’un işgücü niteliği konusundaki taleplerini henüz karşılamakta yetersiz kaldığı araştırmaya katılan katılımcılarca dile getirilmiştir. Eksikleri olmasına karşın, mevcut

sistemin geliştirilebilir olduğu düşünülmektedir. Türkiye dijital teknolojilere uyumludur ve havacılık uzay sanayi için yüksek nitelikli işgücüne ihtiyacı olduğunun farkındadır. Gerek MEB gerekse YÖK tarafından yürütülen programlarda yetişen teknik işgücünün hem imalat sanayi hem de havacılık ve uzay sanayi ihtiyaçlarına uyarlanabileceği ortak geçişler de mevcuttur. Havacılık ve uzay sanayinde son yıllardaki ilerlemeler, bu sanayinin taleplerine uygun işgücü yetiştiren havacılık, uçak ve uzay bilimlerine yönelik teknik okul, yüksekokul ve fakültelerin açılmasıyla yeni bir düzeye geçmiş görünmektedir.

Teknik işgücünün yetiştirilmesinde ortaöğretim ve yükseköğretim aşamaları öne çıksa da, öğrencilerin gündelik merakının bilimsel meraka yöneltilmesinde özellikle **eğitimin başlangıç dönemleri** (anaokul, ilkokul, ortaokul çağı) önemli görülmektedir. Bu doğrultuda, özellikle lise öncesindeki öğrenme basamaklarında oyunlaştırmanın merkeze alınması ile bu oyunlaştırmada, sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanılması, eğitimde görselleştirmeyi kolaylaştıracaktır. Temel bilim konularının öğretiminde de oyun-tabanlı öğrenmenin (game-based learning) ve oyun-tabanlı araştırmanın (research game) öğrenme performansını olumlu etkileyerek, konuların anlaşılabilirliğini desteklediği ifade edilmektedir (Qian ve Clark, 2016; Liu ve Chen, 2013). Modelde de anaokul ve ilkokul seviyesindeki çocukların gündelik, yaşamın kendisinden doğan soruları bilimsel bir meraka dönüştürmeyi öğrenmesi, sistemin işleyişine süreklilik kazandırılmasında belki de en önemli konudur. Proje hazırlamaktan ve sunmaktan bahseden ilkokul öğrencilerinin, ilerleyen yaşlarda BT'ye yaklaşımı da analitik olmaktadır. Soru soran, merak eden, şüphe eden, potansiyel cevapların ardından kararlılıkla giden ve ulaştığı cevaplardan da yeni sorular doğurabilen kişiler yaratan bir eğitim sistemine işlerlik kazandırılması, THUS ekosistemini süreklilik arz eden verimli bir yapıya kavuşturmayı hedefleyen bu model önerisinin önde gelen hedefleri arasındadır. Bu tür bir eğitim-öğretimin özel okullar tarafından başlatılmış olduğu araştırma esnasında okul ziyaretleri yapılarak gözlenmiştir. Bu süreçte, özellikle son dönemde, verilen eğitim ve üretilen Ar-Ge projeleriyle öne çıkan özel liseler merak uyandırmış, seçilen üç lise ziyaret edilmiştir. Bu okullarda, öğrencilerin uygulama alanlarına istedikleri her an erişebildikleri ve hem teknik hem de sosyal becerilerinin birlikte desteklendiği görülmüştür. Ayrıca bu okullarda sürdürülen bazı derslerde, üniversitelerden eğitmen desteği alınmaktadır.



Şekil-10 THUS Ekosisteminde Nitelikli Teknik İşgücü Yetiştirilmesi İçin Önerilen Entegre Eğitim İşbirliği Modeli

Verimli bir THUS ekosistemi için, özel fen (ve teknoloji) liselerinin bu eğitim ortamının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bu kapsamda, öğrencilerin proje geliştirme adımlarını erken yaşlarda öğrenmelerinin sağlanması, onları daha disiplinli, analitik düşünen, çözüm odaklı kişiler olarak yetiştirmede kritik önemdedir. Bunun kadar önemli bir diğer konu da, bu öğrencilerin düzenlenen uluslararası programlarda, yarışmalarda vb. kendilerini ifade etmelerini, okullarını ve ülkelerini temsil etmelerini sağlayacak düzeyde, İngilizce dil ve anlatım yeterliliğine sahip olmalarıdır. Fen ve teknoloji eğitiminde yükseköğretim kademesi beklenmeksizin, sanayi ile işbirliğinin geliştirilmesi, MTE ve fen liseleri ayırt edilmesizin tüm ortaöğretim kurumlarında, proje odaklı eğitim ve sanayide uygulama (ör. meslek tanıtım programları, staj programları) olanaklarının sunulması, yeterli bir yabancı dil öğreniminin desteklenmesiyle, havacılık ve uzay sanayi için son derece değerli olan alana özgü deneyime sahip olan kişilerden öğrenmenin sağlanacağı öne sürülmektedir. Nitekim THUS ekosistemi aktörleri kendi akademilerini kurarak, nitelikli teknik işgücünü yetiştirecek eğitim programlarını kendisi şekillendirmektedir. Bu durum, THUS'un eşgüdüm ihtiyacını açıkça ortaya koymaktadır. THUS ihtiyaç duyduğu işgücünün talep ve arzını birlikte planlamaktadır. Modelde önerilen sistem, bu eşgüdüm ve işbirliğinin daha plânlı ve koordineli bir şekilde işleyişinin sağlanmasına katkı sunmayı hedeflemektedir.

Ortaöğretimin güçlendirilmesi, THUS'un işgücü konusundaki en önemli açığını temsil eden ihtiyaç duyulan becerilerle donanmış teknisyen işgücünün sisteme katılmasının sağlanmasında önem taşımaktadır. THUS ekosistemine 'doğrudan' işgücü yetiştiren ortaöğretim kurumları ve öğrenci sayıları incelendiğinde, teknisyen işgücü açığının kaynağı görülmektedir. Burada yapılması gereken, Türkiye'de MTE'nin 'yönlendirme' ve 'kalite' sorunu olarak işaret edilen iki sorununun çözülmesine yönelik adımların, vakit kaybetmeksizin atılmasıdır. Bunun başında da, yönlendirme sorununun çözülmesi gerekmektedir. Türkiye'deki mevcut eğitim vakıflarının MTE özelinde burs ve teşvik programları yürüterek, öğrencileri bu alanlarda eğitim almaya yönlendirmesi eğitim olanağının yaygınlaştırılmasında önemlidir. THUS'un sanayi aktörlerinin kendi okullarını açma eğiliminin, bu yöndeki ihtiyaca bir çözüm olarak ortaya çıkması da bu görüşü desteklemektedir.

İkinci olarak, MTE'de kalite sorununun aşılması için, MTE'nin üzerindeki 'düşük prestijli' ve/veya 'akademik başarısı düşük olan öğrencilerin gittiği/gitmek zorunda kaldığı' okul imajının silinmesi gerekmektedir. Ayrıca teknik liselerdeki öğretmenlerin hem deneyim hem

teorik bilgi açısından güncellenmesi gerekmektedir. Yukarıda da değinildiği gibi (bkz. s.148), ortaöğretim kurumlarındaki öğretmenlerin bilgilerinin güncellenmesi amacıyla yurt içi ve yurt dışındaki eğitim, çalıştay gibi etkinliklere katılım sağlamaları da ortaöğretimin kalitesinin yükselmesinde son derece önem taşımaktadır. Önerilen bu model ile hem MTE'ye yönelen olumsuz anlayışın değişmesi hem de BT eğitiminin kalitesinin yükselmesi için önemli bir adım atılmış olacaktır.

Havacılık ile ilgili teknik okulların öğretmen kadrolarının içinde teknik ders **vermeyenlerin** olduğu da göz önüne alınarak, teknik bilgi sahibi öğretmen ihtiyacının karşılanması için, proje bazlı çalışmalarda ve uygulama derslerinde, THUS'daki işgücünden yararlanabilir. Burada sözü edilen okul-sanayi işbirliği, öğrencilerin bizzat sanayinin içine girerek gözlem yapması ve deneyim kazanması bakımından önemlidir. Böylelikle öğrenciler, hem ileri teknolojileri görerek merakını giderebilir hem de dâhil olduğu proje çalışması kapsamında, alanında uzmanlaşmış bir profesyonelden destek alarak, mesleki görgüsünü ve bilgisini artırma olanağına kavuşabilir. Bu durum, öğrencinin motivasyonunu da olumlu yönde etkileyebilir.

Bu doğrultuda, MTE okullarının sanayi ile mekânsal yakınlığı önem taşımaktadır. Yerleşim konusu planlanırken, sanayi bölgelerinin içinde ya da yakınında olmasına özen gösterilmelidir.

Yükseköğretim açısından bakıldığında ise modelde üniversitenin sanayiyle etkileşimi (işbirliği) vurgulanmakta, burada özellikle lisansüstü eğitimin önem taşıdığı düşüncesi benimsenmektedir. Araştırma bulgularının da işaret ettiği gibi, iki aktör arasında lisans düzeyinde bir işbirliği önemli olsa da, verimli bir THUS ekosistemine süreklilik kazandırmak için lisansüstü çalışmaların sanayiyle eşgüdüm içinde yürütülmesi önem taşımaktadır. THUS'un mevcut sorun alanları ya da ulaşmayı hedeflediği teknoloji kapasitesine yönelik konularda yürütülecek lisansüstü çalışmaları, sanayinin ihtiyaç duyduğu teknolojik ilerlemeyi destekleyeceği gibi işgücünün sanayinin kendine özgü koşulları içinde yetişmesini sağlayacaktır. Bu tezler konusunda iki konu önemle vurgulanmaktadır. Bunlardan ilki tez konularının, FeTeMM'in bütünlük anlayışıyla farklı mühendislik ve/veya temel bilim alanlarının bir araya gelmesiyle şekillenmesi ve yenilikçi düşünme kabiliyeti geliştirici bir kurguya sahip olması gerekir. Örneğin, robotik konusunda çalışacak bir makine mühendisinin, biyoloji alanında lisansüstü eğitim alması elzemdir.

İkinci önemli konu, bu tezlerin biri akademik diğeri sanayinin ilgili alanından olmak üzere çift danışmanla sürdürülmesi önerilmektedir. Bu etkileşim ile birlikte üniversite ve sanayi, ortak sorunlarına ortak çözümler aramayı özümseyecek; iki aktörün etkileşiminden doğan özgün/yenilikçi ürünlerin hızla ticarileştirilmesi mümkün olacaktır (bkz. Bilkent UNAM).

Son yıllarda kurulan Türk Hava Kurumu Üniversitesi (THKÜ) ve Millî Savunma Üniversitesi (MSÜ) gibi THUS ekosistemine doğrudan işgücü yetiştiren üniversitelerin varlığı bir fırsat olarak değerlendirilmektedir. THUS'a yönelik eğitim faaliyetleri doğrultusunda, bu okulların diğer teknik üniversitelerden farklı olarak, lisans düzeyinde eğitim yerine, araştırma ve geliştirme üniversiteleri olarak tasarlanmaları önerilmektedir. Türkiye'nin henüz tam anlamıyla tematik üniversite ve araştırma üniversitesi anlayışını hayata geçirdiği söylenemese de, bu iki üniversitenin bir başlangıç adımı haline getirilerek, girişimde bulunulması ve en kısa zamanda bu girişimin, sonuçlarının değerlendirilmeye alınması gerekmektedir. Bu süreç içerisinde, dünyadaki araştırma üniversiteleri modellerinden yararlanılarak, mevcut lisans eğitimi tabanı üzerine oturacak, Türkiye'nin ihtiyaçlarına özgü bir lisansüstü program geliştirilmesi mümkün olabilir. Böyle bir girişimin çıktılarının, THUS ekosistemi içerisinde ihtiyaçları karşılayabilme kapasitesi test edilerek, sisteminin kendi içinde negatif geri bildirim sisteminden yararlanması beklenmelidir. Söz konusu üniversitelerin öğrencilerine yurt dışı deneyim fırsatları sunması da sağlanmalıdır. Bu kapsamda, uluslararası düzeyde eşitleriyle/benzerleriyle organik etkileşimde bulunması, öğretim üyesi ve öğrenci değişimi programlarını organize etmesi önemlidir.

Bu sistemde, STK'lar da, toplum ve THUS ekosistemi arasında bağ kurup, aradaki bilgi akışını koordine edebilir. Ayrıca toplumsal/endüstriyel ihtiyaçların tespit edilmesinde de STK'ların rolü büyüktür. Bu açıdan, STK'lar tarafından ekosistemin aktörlerini buluşturacak organizasyonların yapılarak, hem aktörlerin birbiriyle etkileşiminin artırılması hem de bilgilerin halkın geneliyle paylaşılması sağlanacaktır.

Modelin sağlıklı işleminin en önemli unsurlarından biri de ekosistemde üretilen her projenin THUS ekosistemi kapsamında oluşturulacak bir 'veri tabanına ve/veya bilgi sistemi'ne kaydedilmesinin sağlanmasıdır. Böylelikle aktörlerin birbirinin deneyiminden öğrenmesi mümkün hale gelecektir. Ayrıca bu sistem ile bilgi, teknoloji ve yeniliğin süreklilik arz eden, birikimli yapısı desteklenerek, tekrarlı çabaların önüne geçilecektir. Bu

kapsamda, THUS ekosisteminde yürütülen tüm proje ve araştırmalar kaydedilmeli, ayrıca akademik/bilimsel yayına dönüştürülerek, elde edilen sonuçlar ilgili toplulukla (epistemic community) paylaşılmalıdır. Bu süreçte üretilen bilgilerin tamamının hem kayıt altına alınması hem de açık bilgi haline gelmesi işleyiş açısından son derece önemlidir.

Bu doğrultuda entegre eğitim işbirliği modeline ek olarak bir **Türkiye Teknoloji Hafızası** oluşturulması önerilmektedir.¹⁹⁸ Esasen bu öneri, havacılık ve uzay sanayinde kullanılagelen ‘öğrenilen/alınan dersler (lessons learned)’ anlayışının Türkiye’ye uyarlanmasıdır ve bu anlayışla, **Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Teknoloji Hafızası** yaratılması düşüncesinden doğmuştur. NASA tarafından ortaya çıkarılan ‘öğrenilen dersler anlayışı¹⁹⁹’ ve oluşturulan veri tabanında, her bir proje sürecinde nelerin yaşandığı, hatalardan ve başarılarından öğrenilenler ile bunlar karşısında neler yapıldığı yer almaktadır. Buradaki amaç, yapılanlardan öğrenmenin sağlanması ve aynı hataların yapılmasının önlenmesidir (Meza, 2017).

Türkiye için bu ulusal teknoloji hafızasının geliştirilmesi ve sürdürülmesi SSB, STB ve UAB’nin koordinasyonuna dayandırılmıştır. Bu kapsamda, oluşturulacak bir raporlama formatı üzerinden uygulama eğitimleri dâhil olmak üzere proje-tabanlı yapılan her türlü çalışmanın girdileri, koşulları, özellikleri ve ulaşılan sonuçları (başarılar ve başarısızlıklar) buraya iletilecek ve hem imalât sanayinin tamamının hem de eğitim sisteminin kullanımına açılacaktır. Bu işleyişin özümsemesiyle, ileri teknolojinin bilgisinin ve kullanımının yaygınlaşması ile ulusal bir ‘ortak çalışma’nın anlayış olarak yeşermesi beklenmektedir. Gerçekten de ileri düzeyde sanayileşen ülkelerin hemen hepsinde işleyen bir ‘**kamu-bilim-teknoloji ortaklığı**’ ve bu ortaklıktan doğan yapıların varlığı gözlenmektedir. Dolayısıyla ulusal ölçekte sürdürülen temel ve uygulamalı araştırmalardan elde edilen sonuçlara, imalât sanayinin tüm aktörlerinin ulaşabilmesinin sağlanması, ulusal STI kapasitesinin artmasını destekleyecektir.

Özetle, geliştirilen eğitim işbirliği model önerisi, mevcut ve potansiyel işgücünün beceri/nitelik kazanması konularına yöneliktir ve bu özelliğiyle, eğitim ve istihdam konularının kesişiminde yer almaktadır. Bu doğrultuda eğitim ile istihdam arasındaki ilişki, eğitimin nasıl ve kime arz edileceği, içeriğinin hangi ölçütlere göre ve kim tarafından

¹⁹⁸ Öneri, tezin sekonder sonlanım noktası olarak işaret edilen bilim, teknoloji, istihdam, millî eğitim politikalarına katkı sağlanması hedefiyle örtüşmektedir.

¹⁹⁹ NASA Public Lessons Learned System, <https://lis.nasa.gov>

belirleneceği konuları üzerinden şekillenmektedir. Aktörler arasında entegrasyona dayanan bu modelde ‘entegrasyon’ ile iki ayrı durum kastedilmektedir. Bunlardan ilki, THUS ekosisteminin tüm aktörleri arasında eşgüdümün sağlanmasıken ikincisi, özellikle üniversite ile sanayinin birlikteliğinin sağlanmasıdır.

Kuşkusuz ki entegrasyon aktörlerce benimsenen bir işbirliği anlayışıyla mümkündür. ILO’nun da vurguladığı gibi “*Tarih, karşılaştığımız zorlukların ancak birlikte çalıştığımızda aşılabileceğini kanıtladı. Ortak iyiliğe erişmeyi, sınırlı çıkarların (narrow interests) önüne koyarsak, başaramayacağımız hiçbir şey yoktur*”.²⁰⁰

²⁰⁰ The Future of Work, <https://www.ilo.org/100/en/story/future> (09.11.2019).

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Teknoloji transferi yoluyla öğrenme temelinde ve uluslararası işbölümü çerçevesinde, ana ve alt yüklenici olarak uydu geliştirme, askeri hava araçları/sistemleri ile İHA konularında deneyim kazanan Türkiye, küresel pazarlardaki yerini güçlendirmek amacıyla üretimini daha özgün ve gelişmiş bir aşamaya getirmeye çalışmaktadır. Bu süreçte, ihtiyaç duyulan yüksek nitelikli teknik işgücünün, sanayinin de katılımı sağlanarak yetiştirilmesi gereği vurgulanmakta, özellikle sanayinin özgün ve güncel taleplerinin ve eriştiği teknolojik seviyenin eğitim sürecine yansıtılmasının son derece önem taşıdığına dikkat çekilmektedir. Bu tezin amacı da, THUS'un bir ekosistem olarak imalât sanayi içindeki yerini, mevcut özelliklerini, teknoloji kullanım kapasitesini, aktör etkileşim ağlarını ve teknik işgücünün beceri durumunu bir alan çalışması aracılığıyla ortaya çıkararak, bu ekosisteme verimli ve sürdürülebilir bir nitelik kazandıracak olan teknik işgücünün yetiştirilmesinde ve istihdamında ulusal/endüstriyel ölçekte bütünleşik bir model önermektir.

Tez, literatür taramasının yer aldığı kavramsal/kuramsal çerçeve ile geniş çaplı bir nitel araştırmanın bulgularından oluşmaktadır. Tezde öncelikle dünyada havacılık ve uzay sanayinin ortaya çıkmasında öncü olan ülke örneklerine yer verilmiş, daha sonra THUS'un özgün durumu ortaya konulmuş, uluslararası ölçekte sektörel ve küresel konumu tartışılmıştır. THUS neredeyse öncü ülkelerle eş zamanlı olarak havacılıkla ilgili çalışmalara başlamışsa da, ne yazık ki II. Dünya Savaşı sonrasında havacılıkla ilgili Ar-Ge, tasarım ve imalât politikalarından vazgeçilmiş, havacılık sanayindeki faaliyetler, bakım, onarım ve revizyon ile sınırlandırılmıştır. Sonrasında bu durum, Türkiye'yi, 'geç kalan ülkeler' sınıfına dâhil etmiştir. 1970'li ve 1980'li yıllarda Türkiye, THUS'u geliştirmek amacıyla yeni yatırımlara yönelmiş (TAI), uluslararası işbirliği çerçevesinde Yunanistan (HAI) ve G.Kore (KAI) gibi patent altında imalât biçiminde, askeri uçak üretim faaliyetine başlamıştır. Ayrıca, bu yıllarda, tasarım ve imalât konularının terk edilmesiyle bir hata yapıldığı fark edilmiş ve bu farkındalıkla TSKGV şirketleri (ör. ASELSAN, HAVELSAN) kurulmuştur.

Havacılık ve uzay sanayinde yüksek seviyede teknoloji kullanılması ve bu teknolojilerin hızlı biçimde güncellenmesi, sanayide çalışacak teknik işgücünün de yüksek nitelikte eğitim almasını gerektirmektedir. Nitekim tezde, teknolojik dönüşüm olarak nitelenen ve 9 teknoloji ile bunların bileşimlerini taşıyan Dördüncü Sanayi Devrimi, sanayide de bu

teknolojilere uyum sağlamış bir teknik işgücüne ihtiyaç yaratmaktadır. Bu nitelikte işgücünün yetiştirilmesi, doğal olarak mevcut eğitim-öğretim içeriğinde ve altyapısında bir dönüşümü zorunlu hale getirmektedir. Böyle bir dönüşümün oldukça maliyetli bir teknolojik altyapı yatırımı ve bu teknolojilerle çalışmayı öğretecek eğitim kadroları gerektireceği açıktır. Bu ihtiyaçların sağlanması için hem zamana hem de parasal kaynağa ihtiyaç vardır.

THUS'da gelinen aşamanın, alan çalışması ile belirlenmesi amacıyla 'kamu', 'sanayi/özel sektör' ve 'akademi' olmak üzere üç farklı gruptan toplam 34 alan uzmanı ile nitel bir araştırma gerçekleştirilmiştir. Yarı-yapılandırılmış görüşme formu aracılığıyla elde edilen veriler, kodlanarak kategorize edilmiş ve araştırma bulgularına ulaşılmıştır. Bu görüşmelerin çözümlenmesiyle, hem THUS'daki mevcut ve potansiyel işgücünün sahip olması gereken bilgilerin ve becerilerin neler olduğuna hem de bunların nasıl ve nerede kazandırılacağına ilişkin değerlendirmeler elde edilmiştir. Buradaki amaç, Türkiye'de verimli bir havacılık ve uzay sanayine süreklilik kazandırılmasıdır.

Bu yaklaşım çerçevesinde, THUS ekosisteminin tarihsel gelişimi ve bugün taşıdığı özellikleri irdelenmiş, süregelen sorunları açığa çıkarılmış ve bunların nedenleri ile çözümleri konusundaki öneriler incelenmiştir. Bu incelemede, katılımcıların THUS'u imalât sanayinin bir alt sistemi olarak değerlendirmesi önemli görülmüş ve bu eğilim takip edildiğinde, THUS ekosisteminin sergilediği birçok özelliği, 'Türkiye imalât sanayinden devraldığı' ortaya çıkmıştır. THUS'un gelişiminin ve bugün taşıdığı özelliklerin arka planını oluşturan Türkiye imalât sanayinin bu özellikleri, tezin bağlamını belirginleştirdiği gibi havacılık ve uzay sanayinin, bir ülkenin üretim ekosisteminin bütünüyle arasındaki etkileşimi ortaya koymakta ve bu yönüyle önemli bir bulgu olarak belirlemektedir.

Aşağıda öncelikle 'örnekleme ilişkin genel bir değerlendirme' yapılmaktadır. Ardından araştırmanın öne çıkan bulguları; 'teknolojik dönüşüm', 'imalât sanayi ile havacılık ve uzay sanayi arasındaki ilişki, sanayinin gelişimi ve verimli bir ekosistemin özellikleri', 'Türkiye imalât sanayinin özellikleri', 'THUS'un özellikleri ile sorun alanları ve fırsatları', 'teknik işgücünün mevcut görünümü ve geleceği' ile 'Dört Aktörlü Entegre Eğitim İşbirliği Modeli' şeklinde sıralanarak, ortaya konulmaktadır.

Araştırmanın örnekleme, 'amaçlı örnekleme'nin yapısına uygun olacak biçimde oluşturulmuştur. Bu kapsamda, görüşme yapılan katılımcılar, havacılık ve uzay

mühendisliği ve ilgili diğer mühendislikler ve/veya temel bilimler alanında lisans/lisansüstü eğitim almış, sanayi deneyimi olan, güncel teknolojik dönüşüm konusunda bilgi ve söz sahibi kişilerdir. Ayrıca katılımcıların çoğunluğu, THUS ekosistemi içinde birden fazla kimliği taşımak suretiyle, farklı roller üstlenmektedir. Kamu katılımcıları arasında, endüstri ve akademi geçmişi olan, hatta hâlâ akademide ders vermekte olan kişilerin bulunması önemlidir. Benzer şekilde, endüstri katılımcılarının da, uzun deneyim süreleri, üst ve orta kademedeki yönetici olmaları ile üniversitelerde, lisans ve lisansüstü dersler vermeleri, katılımcıların tek yönlü değil ekosistemin hemen her alanına ilişkin bilgi ve deneyim sahibi olduklarını göstermektedir. Tamamı doktora seviyesinde eğitim almış olan akademisyen katılımcıların ise hem ulusal ve uluslararası STK'larda görev almaları hem de öğrencilerin yükseköğrenimleri süresince katıldıkları projelerde ve yarışmalarda mentorluk yapmaları dikkat çekmektedir. Katılımcıların sahip olduğu akademik, endüstriyel, teknik ve mesleki deneyim ile bilgi birikimi göz önünde bulundurulduğunda, yaptıkları değerlendirmelerin, THUS ekosisteminin genel durumunun betimlenmesine ışık tuttuğu görülmüştür.

Araştırmada teknolojik dönüşüm ile ilgili katılımcıların değerlendirmelerine bakıldığında, Endüstri 4.0 adıyla bilinen teknolojik dönüşümün, otonom sistemler ile karakterize olduğu ve bu karakteriyle de tüm imalat sanayi gibi, havacılık ve uzay sanayinin de tasarım, prototip, test ve imalat yapısını değişime uğrattığı görülmektedir. Araştırmanın en dikkat çekici bulgularından biri, havacılık ve uzay sanayinde teknoloji kullanımının özgün görünümüdür. Başka bir deyişle, en ileri, yüksek, kritik teknolojiyi kullanan ve üreten bu sanayi, üretimin kimi aşamalarında neredeyse 'el işçiliği' düzeyinde emek ve teknolojiye ihtiyaç duymaktadır. Teknolojik dönüşümün havacılık ve uzay sanayi üzerindeki etkisi değerlendirilirken, sanayinin, bilinen hemen tüm imalat yöntemlerini barındıran yapısı göz önünde bulundurulmalıdır.

Ayrıca havacılık ve uzay sanayinin, imalat sanayi ekosisteminin en uç noktasındaki sanayi olması ona diğer sanayilerden ayrı bir anlam ve önem yüklemektedir. Her şeyden önce, havacılık ve uzay sanayi, bir ülkenin bütün imalat sanayiyle etkileşim halindedir. Başka bir deyişle bu sanayi, ulusal teknoloji kapasitesi/kabiliyeti üzerinde yükselmektedir. Bu özelliği, onu, UYS'ye kuvvetli bir biçimde bağlamakta ve BT konularındaki gelişmeler, sanayinin yeşerdiği toprağı oluşturmaktadır. Katılımcılar dünyada havacılık ve uzay sanayinde başarılı olan tüm ülkelerde, havacılık ve uzay sanayinden imalat sanayine transfer edilen yeniliği vurgulayarak, burada üretilecek bilgi ve teknolojinin imalat

sanayine yansımadağı sürece, ülkede yeniliğı tetikleyemeyeceğı ve kalkınmaya etkisi olamayacağı konusunu vurgulamışlardır.

Havacılık ve uzay sanayinin gelişiminde üzerinde durulması gereken konu, uluslararası işbirliğı ve rekabetin birlikteliğıdir. Ülkeler kimi zaman birbirleriyle eriştikleri teknolojileri paylaşmakta ve/veya ortak çalışmalar yürütmekte kimi zaman kendi gizli/stratejik süreç ve teknolojilerine yoğunlaşmaktadır. Katılımcılar havacılık ve uzay sanayi ekosisteminde başarıyı hedefleyen, Türkiye de dahil olmak üzere tüm ülkelerin, her iki çalışmaya da uyum sağlayabilmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bir ülkenin özellikle kendi stratejik ve özgün çalışmalarını yapabilmesi, kendisine ait yazılım, imalât ve test altyapılarına sahip olmasıyla mümkündür. Bu nedenle, katılımcılar başarılı ülkelerin başarı kaynaklarından biri de bu yerleşme olduğunu ifade etmişlerdir.

Bir ülkede başarılı bir havacılık ve uzay sanayi ekosisteminin oluşturulması, katılımcılar tarafından, yenilik çalışmalarının kesintisiz bir şekilde sürdürülmesine bağlanmaktadır. Bunu sağlayacak olan sürdürülebilirlik, dönemsel politikalarla şekillenmeyen, güçlü bir sosyal, kültürel, siyasal ve ekonomik yapının varlığı ile ilişkilendirilmiştir. Bu değerlendirmeye ek olarak, verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine sahip olan tüm ülkelerin, havacılık ve uzay teknolojilerinin gelişimini 'kesintisiz bir şekilde' finanse etmeleri katılımcılar tarafından vurgulanmıştır. Burada, yeniliğı tetikleyecek ve teşvik edecek olan bir anlayışın varlığına yapılan vurgu son derece önemlidir. Ülkeler yalnızca yeniliğe finansman ayırarak ya da yenilikçi ülkelerdeki yenilik doğurucu sistem ve işleyişleri 'olduğı gibi' transfer ederek, yenileşememektedir. Bu açıdan, katılımcıların ağırlıklı olarak, BT odaklı düşüncenin yerleşmesi ve liyakat konusu üzerinde durdukları görülmüştür. Katılımcılar, havacılık ve uzay sanayinde görev alacak yöneticilerin ve istihdam edilecek teknik işgücünün yeterli bilgi ve deneyime sahip olmalarını ön plana çıkararak, bu sanayinin kendine özgü bilgisine sahip olan, onun içinde yetişmiş kişilerin varlığının, ekosistemin başarısı ve sürekliliğı için son derece önemli olduğunu vurgulamışlar, atamalarda ve görevlendirmelerde liyakatın esas alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Yine ulusal aktörlerin arasındaki karşılıklı etkileşimden doğacak sinerjinin verimli bir havacılık ve uzay sanayine süreklilik kazandırılmasında üstlendiğı rol önemli bir bulgu olarak belirlemektedir. Katılımcılar ekosistemin aktörleri arasındaki etkileşimi vurgulayarak,

sistem içerisinde devletin öncü rolüne vurgu yapsalar da, aktörlerin koordinasyonu ve aralarında etkin bir görev dağılımının yapılmasını, sistemin işleyişi bakımından önemli bulmuşlardır. Ayrıca devletten beklenen, bu aktörlerin rollerini artırıcı biçimde özendirici ve destekleyici olmasıdır.

Elbette ki böyle bir birliktelik, kültürel yapıdan bağımsız değildir. Örneğin Avrupa ülkeleri (aralarında yaşanan savaflara rağmen) ‘ortaklık’ düşüncesini gerek ekonomik gerek siyasal birlikteliklerle yüz yıllardır taşımakta, bu da, coğrafyanın, birbirinden öğrenme ve birlikte iş yapma konularına yatkınlığını açıklamaktadır. Ayrıca çoğulcu, ifade ve düşünce özgürlüğüne dayanan bir kültürel/toplumsal yapının varlığı, farklılıkları bir arada tutmada kritik önem taşımaktadır. Bununla birlikte, hoşgörülü olan, hatadan öğrenen, ‘deneme-yanılma-deneme’ dizgesiyle barışık olan ülkeler, verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine sahiptir. Gelişme ve ilerlemenin kaynağı olan deneme ve yanılma, bu ekosistemlerde ödüllendirilmektedir. Burada, katılımcıların ödüllendirme mekanizmasının varlığına ilişkin yaptıkları değerlendirme önemli görülmüştür. Ödüllendirilmeyen davranışın sönümlenmesi gerçeğinden hareketle, ekosistemin gelişmesini sağlayan her girişimin sektörde ve toplum içinde duyurulması ve ödüllendirilmesinin istendik davranışları pekiştireceği belirtilmiştir. Verimli bir havacılık ve uzay sanayine sahip ülkelerdeki bilim toplulukları, kamu kurumları, araştırma enstitüleri gibi aktörler tarafından organize edilen ödül mekanizmaları yoluyla her yaştan vatandaşın yeniliğe ve yenilikçiliğe özendirilerek, bu alanlara çekilmesi amaçlanmaktadır. Burada ödüllendirme sisteminin ülkeye özgü olması ve sürdürülebilir kılınması gerektiği de öne çıkarılmıştır.

Bu özellikler bağlamında, küresel ölçekte üstünlüğü kabul edilen ülkenin ABD olduğu görülmüştür. Akademisyenler ve sanayi katılımcıları ABD’yi öne çıkarırken, kamu katılımcıları, verimli bir havacılık ve uzay sanayine sahip ülkeler konusunda, ABD’den çok Avrupa ve Asya-Pasifik ülkeleri üzerinde durmuşlardır. Bu eğilim, Türkiye’nin APSCO’nun kurucularından biri olması ve AB’ye üyelik süreci göz önünde bulundurulduğunda daha anlaşılır olmaktadır. Hatta havacılık ve uzay sanayinde etkili coğrafyaların da değişmeye başlamasının, Asya-Pasifik ülkelerinde bu alanlardaki faaliyetlerin canlanarak ivme kazanmasının da bu değerlendirmede etkili olduğu, yapılan değerlendirmelerinden anlaşılmıştır. Görüldüğü gibi, Türkiye’nin bölgesel/coğrafi yakınlık esaslı stratejik ortaklıkları, kamu katılımcıları tarafından öne çıkarılmıştır.

Katılımcılar THUS'un imalât sanayi içindeki önemine değinerek, bu sanayiden THUS'a yansıyan sorunlara da dikkat çekmişler ve bu kapsamda 11 sorun alanı ortaya koymuşlardır. Türkiye imalât sanayinin, 'geç kalmışlık-yakalamışlık tartışması', 'farklı teknoloji seviyelerinde imalât yapılması', 'uluslararası işbölümünde taşeron rolün üstlenilmesi', 'ticarileştirmede, sinerjinin yaratılmasında ve sürdürülebilirliğin sağlanmasında yaşanan sorunlar', 'devletin öncü rolü üstlenmesinde ve BT yönelimli olmada zafiyet', 'STK'ların kolaylaştırıcı bir rol üstlenmesi' ve 'teknik işgücü arz ve talebinin uyumsuzluğu' şeklinde sıralanan özelliklerle betimlendiği görülmüştür. Bu sorunlar ister istemez THUS ekosistemi içerisindeki sorunlara da kaynaklık etmektedir.

Katılımcı yanıtları ışığında THUS'un özelliklerinin, kendisine özgü olanlar ve imalât sanayi ekosisteminden devraldıkları olmak üzere iki başlıkta ele alınabileceği anlaşılmıştır. THUS ekosisteminin kendisine özgü özellikleri konusunda katılımcılar (i) en kritik, ileri, yüksek teknolojiyi kullanması ve üretmesi, (ii) imalât sayılarının sınırlı olması, (iii) mekanik ve aviyonik görev sistemlerinin farklı nesillerle ilerlemesi (iv) gizlilik ve güvenlik bariyerine sahip olması (v) ülkenin politik gücünü artırması başlıklarını öne çıkarmışlardır.

Ekosistemin, imalât sanayinden devraldığı özelliklerini ise (i) kesintili ilerleme (ii) üretim ve test altyapısında dışa bağımlılık, (iii) uluslararası işbölümünde taşeron rolü üstlenmesi, (iv) bilimsel, teknolojik ve endüstriyel bir ulusal birikim yaratılamaması, (v) partilerüstü politikalar izlenememesi, yönetsel zafiyetlerin yaşanması, (vi) devletin öncü rolü üstlenmede yaşadığı zorluklardan kaynaklanan entegrasyon ve sinerji sorununun var olması şeklinde özetlemek mümkündür.

THUS'un tüm özellikleri incelendiğinde, Türkiye'nin kendisine uluslararası ekonomi ve politikada güç kazandıracak bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine kavuşmasının önünde birtakım engeller/sorunlar olduğu gibi sahip olduğu fırsatlar/avantajlar da bulunduğu tespit edilmiştir. THUS'un taşıyageldiği sorun alanları 'sürdürülebilirliği sağlayamama', 'bilgilerin dokümanite edilememesi', 'dışa bağımlılık' ve 'ekosistemin aktörleri arasındaki koordinasyon sorunu' şeklinde belirlemektedir.

THUS'un yüz yüze olduğu engellerin ve/veya sorun alanlarının başında, sürdürülebilirlik gelmektedir. THUS'un gelişmesinin önündeki en büyük engel, süregelen yap-boz-yap dizgesidir. THUS'a bakıldığında, kesintiye uğrama ve yeniden başlama halinin sürekliliği göze çarpmaktadır. Bu durum, belirlenmiş bir hedefe yönelik, istikrarlı bir çabanın

oluşmasını da engellemektedir. Çünkü sürdürülebilirlik, uzun vadeli düşünme ve bir yöne doğru kararlılıkla hareket etme kabiliyetlerini **birlikte** gerektirir. Ancak Türkiye'nin yerleşik iş yapma kültüründe, bu kabiliyetler öne çıkmamaktadır. Türkiye'nin dönemsel 'tekrarlı' çabalarının yegâne gerekçesi, bu uzun vadeli düşünmenin sağlanamaması ve atılan dönemsel adımlardan, çoğunlukla bunların katkıları beklenmeden ya da süreç içerisinde yaşanan ilk sorunun ardından vazgeçme davranışının ortaya çıkmasıdır.

Bu kesintiye uğrama durumu başlı başına, THUS'un gelişmesinde önemli bir engel iken bir de harekete geçilen dönemlerde yapılan çalışmaların ve elde edilen bilgilerin dokümanite edilmemesi, çabaların kaybedilmesine yol açmaktadır. Bu kayıpların nedenleri arasında, kamu kurumlarının gerek isimlerinin gerekse bağlı buldukları üst yapıların sürekli değişmesi de bulunmaktadır. Başka bir deyişle, Türkiye'de kamuda ve sanayide kurumsallaşma gözlenmemekte, bunun neticesinde, zaten sınırlı olarak üretilen teknik bilgi ve deneyim, bir 'teknoloji hafızası'na dönüşmemekte, üretildiği zamanla sınırlı kalmakta, sonrasında da yok olmaktadır. THUS'un süregelen bir 'bilgiyi ve deneyimi birikime dönüştürememe özelliği' bulunmaktadır. Oysa yapılan çalışmalardan elde edilen bilgilerin kaydedilerek, kalıcı hale getirilmesi ve ilgili aktörlerin kullanımına açık olacak şekilde kayıt altına alınması yenilik ortamının süreklilik arz etmesinde son derece önem taşımaktadır.

Bu kesintiler nedeniyle, Türkiye, havacılık/uzay çalışmalarında 100 yıllık bir zaman kaybetmiş ve ülkede yapılanlardan 'sistemik bir öğrenme' gerçekleşmemiştir. Kararlı ve sürekli bir çabadan mahrum kalan sistemde, ulusal teknolojik/endüstriyel kabiliyetlerin gelişmesi için uygun yenilikçi ortam da oluşmamış, bu durum beraberinde ithalata dayalı imalâtı getirmiştir. Katılımcılar THUS'da kullanılan malzeme, tasarım ve imalât teknolojilerinin neredeyse tamamının ithal olduğunu işaret etmektedir. Bununla birlikte, katılımcıların, test altyapısında dışa bağımlılık ve sertifikasyon gibi 'modern kapitülasyonlar'a yaptığı vurgular göz önüne alınarak düşünüldüğünde, THUS'un küresel havacılık ve uzay sanayi değer zincirindeki rolü/yeri de ortaya çıkmaktadır. THUS, uzun yıllardır uluslararası rol paylaşımında taşeron rolü üstlenmekte, 'montaj cenneti' olarak anılmaktadır.

Bir diğer sorun ise 'THUS ekosistemi aktörleri arasındaki entegrasyon sorunu'dur. Havacılık ve uzay sanayinin bilim tabanlı yani onu sanayiye, sanayinin deneyime olan

ihityacı ise onu eğitime kuvvetle bağlamaktadır. Buna ek olarak, kamu kurumları ve STK'lar, ekosistemde önemli bir koordinasyon rolü üstlenmektedir. Bu önemine ve ekosistem içerisinde birtakım entegrasyon adımları atılmasına karşın, aktörler arasında henüz güçlü bir etkileşim ağının kurulamadığı ortaya çıkmıştır. THUS ekosisteminin aktörlerinin organize olarak, mevcut tüm ulusal/endüstriyel kaynakların ortak kullanımına yönelik bir anlayış geliştirmesi ve bu anlayışla ekosistemi güçlendirecek adımların, tüm aktörlerce benimsenen ulusal bir eylem planı çerçevesinde atılması, sürdürülebilir bir THUS ekosisteminin inşası için elzemdir.

Sıralanan tüm engeller ve/veya sorunlar verimli bir THUS ekosisteminin olmayışının hem nedeni hem de sonucudur. Bu kısıtlara ve engellere karşın, THUS birtakım fırsatları/avantajları da barındırmaktadır. Sanayinin önde gelen fırsatları; 'THUS'un teknolojik dönüşüm farkındalığı', 'teknolojik yeniliğe önem verilmesi', 'sahip olunan ulusal/endüstriyel teknolojik öğrenme kabiliyeti' ve 'THUS'un ihtiyaç duyduğu tüm aktörlerin bulunduğu bir ekosistemin varlığı'dır.

THUS yaşanan teknolojik dönüşümü benimsemekte, bu dönüşümün gerektirdiği ağ yapı ve sistemlere hızla adapte olmaktadır. THUS şimdilik teknolojik dönüşümden ağırlıkla uluslararası değer zincirine (imalât ve tedarik) entegrasyon boyutunda etkilenmektedir. Katılımcıların, havacılık ve uzay sanayinin, en ileri teknolojiyi kullanması, bundan dolayı da THUS'daki firmaların bu dönüşme uyum sağlamakta zorlanmayacağı yönündeki tespiti önemlidir. Böylelikle ileri teknoloji kullanımı ile teknolojik dönüşümlere uyumluluk arasında olumlu bir ilişki tanımlanmıştır. Bu uyumlulukta, kuşkusuz ki THUS'un ağ ve dijitalizasyona uyumluluk özellikleri ön plana çıkarılmaktadır. Hem firmaların hem teknik işgücünün Endüstri 4.0'ın beraberinde taşıdığı teknolojilere 'tamamen' uyumlanması, siber fiziksel ortamların mantığı ile işleyişine olan yatkınlığı/kabiliyeti oranında ve kendi özgün tasarım, test, imalât süreçlerine kavuşmasıyla birlikte mümkün olacaktır.

THUS'un 'teknolojik yenilik' ve 'teknolojik derinlik' konularındaki ısrarı, geleceği için önemli bir fırsat yaratmaktadır. Sanayinin son dönemlerdeki girişimleri, özellikle test altyapısının yerleştirilmesi konusunda yapılan yatırımlar ve atılan adımlar, 'özgün ürün/süreç arayışının göstergesi' olarak yorumlanmaktadır.

Bu konuda önemle vurgulanması gereken husus, Türkiye gibi sanayileşmenin orijini olmayan ülkelerin, önce *öğrenme* ardından *yenilik* aşamasına geçtiğinin her zaman göz

önünde bulundurulması gerektiğidir. THUS, yaşadığı türlü kısıtlara karşın hem öğrenme hem yenilik kabiliyetini eriştiği özgün ürünleri, ana ve alt sistemleri ile açıkça ortaya koymuştur. Daha açık bir ifadeyle, uydu teknolojilerinde ve İHA'larda süregelen başarı ve Hürkuş, Gökbey gibi ana platform projeleriyle THUS, teknolojik öğrenme ve hatta yerli teknoloji geliştirme kabiliyetini ispatlamıştır. THUS istihdam ettiği az sayıda işgücü ile üst seviyede işler başarmış, önemli bir teknolojik kazanım oluşturmuştur. Bu aşamada yapılması gereken, bu kabiliyetin ve kazanımların kaybedilmemesi, bunların üzerine eklenerek sürekliliğinin sağlanmasıdır. Öğrenme aşamasının yeniliğe doğru hareketinde, istikrarın (kararlılık ve sabır) belirleyici olduğu akıldan çıkarılmamalıdır.

Türkiye'nin sahip olduğu belki de en önemli avantaj, verimli bir THUS inşa edilmesi için gereken tüm aktörler ve yapıların hali hazırda kurulu bulunduğu bir ekosistemin varlığıyla taşıdığı potansiyeldir. THUS ekosistemi büyük ve kurumsal firmaların yanı sıra güncel gelişmeleri takip ederek, ekosisteme aktarılmasını sağlayacak çevikliğe sahip olan küçük ölçekli teknoloji geliştirme firmalarını da içermektedir. Kamu kurumlarının yapılanması yeterlidir; üniversitelerde ekosistemin ihtiyaç duyduğu her alanda eğitim sürdürülmektedir. Ayrıca STK'lar da aktif bir rol oynamaktadır.

Bu tablo karşısında, Türkiye'nin ihtiyacının söz konusu aktörlerin etkileşimine dayanan, çoğulculuktan doğan uzlaşa ve sinerjinin kovalandığı bir birlikteliğin sağlanması olduğu açıktır. Bunun için de uygun 'iklim'in başka deyişle 'ortam'ın yaratılması gerekmektedir. THUS ekosisteminin önemli bir parçası olan 'küme'ler, birer yenilik merkezi olma potansiyeli taşımaktadır ve bu potansiyel, THUS'da ihtiyaç duyulan eşgüdümün sağlanmasında önemlidir. THUS ekosistemi aktörlerinin mekânsal birlikteliği, özellikle sanayi ile eğitim kurumlarının ortak bir mekânda buluşması, yenilik doğurucu bir anlam taşımaktadır. Böylelikle, ekosistem anlayışı fizikî bir karşılık bulmakta ve aktörlerin paylaşımları çeşitlenmektedir. Başka bir deyişle, böyle bir fiziksel yakınlık, yalnızca üretim ve eğitime yansımamakta, paylaşılan sosyal alanlar, birlikteliği kuvvetlendirmektedir. Çünkü yenilikçi bir ekosistem için sadece aynı mekânın paylaşılmasından doğacak yakınlık yeterli olmamakta, tüm aktörlerin katılımıyla 'ortak bir anlayış' geliştirilmesi gerekmektedir. Her şeyden önce bu aktörler, THUS'da benimsenecek/özümenecek gerçekçi ve ilerici bir hedef ortaya koymalıdır. Havacılık ve uzay sanayinde başarının sırrı, uzun dönemli bir strateji belirlenmesi ve bu stratejinin tüm aktörlerce özümnenerek,

kesintiye uğramaksızın takip edilmesidir. Katılımcılar, bu hedefin, tüm aktörlerin birlikteliğiyle ve devletin koordinasyonunda çizilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Yukarıda işaret edilen bulguların tamamı, teknik işgücünün önemini açıklayan referans noktalarıdır. Hem literatürden hem de araştırma bulgularından anlaşılacağı gibi, Türkiye'nin uluslararası işbölümündeki yerini belirleyecek olan, THUS'un teknolojik öğrenme ve yenilik kapasitesidir. Bu kapasiteyle şekillenen ulusal potansiyeli ortaya çıkaracak ve gündün güne artıracak başat aktör de insandır. Başarılı bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemine sahip olan ülkelerde bu verimli ekosistemin kaynağının, nitelikli teknik işgücü; onun kaynağının ise, eğitim olduğu katılımcılar tarafından vurgulanmıştır. Katılımcılar, ekosistemin ihtiyaç duyduğu bilgilerin, becerilerin ve deneyimin işgücüne kazandırılmasındaki sorumluluğu, sadece (ortaöğretim ve yükseköğretim) MTE'ye bırakmamakta, tüm eğitim kademelerine dağıtmaktadır. Başka bir deyişle, yaratıcılığın ve hayal kurmanın, bunların en yüksek düzeyde olduğu anaokulu çağından başlayarak teşvik edilmesi ve eğitim programlarına yansıtılması gerektiği ifade edilmektedir. Özellikle 21. yüzyıl insanında olması gereken temel becerilerin, ancak erken yaşlardan başlanarak kazandırılabilmesi üzerinde durulmuştur.

Endüstri 4.0'ın dayandığı teknolojilerin imalat sürecine entegrasyonu, fabrikalar otonom sistemlerin/robotların giderek daha fazla katıldığı bir siber fiziksel üretim ortamına dönüşmekte, bu durum da teknik işgücünün becerilerinde ve yeteneklerinde çeşitlenme gerekliliğini zorlamaktadır. Endüstri 4.0'ın havacılık ve uzay sanayine entegrasyon düzeyinin artması, mühendis ve teknisyenlerden beklenen görevlerin içeriği ve yerine getirilme şeklinde değişimleri de beraberinde getirmektedir. Konu nitelikli işgücü açısından değerlendirildiğinde, elle yapılması gereken işlerden en ileri teknolojinin kullanıldığı işlere kadar geniş bir yelpazede becerilerle donanmış teknik işgücüne ihtiyaç duyulduğu anlaşılmaktadır. Bu doğrultuda, eğitim ve uygulama alanlarının simbiyozu, THUS için nitelikli teknik işgücünün yetiştirileceği eğitim organizasyonunun oluşturulmasında göz önünde bulundurulmalıdır.

THUS ekosisteminin potansiyeli, sanayinin istihdam ettiği işgücünün niceliği ve niteliği ile şekillenmektedir ve tezin, teknik işgücüne yönelik bulguları göstermektedir ki Türkiye'nin her iki konuda da önemli kısıtları bulunmaktadır.

THUS için işgücü konusunda öne çıkan iki alan nitelikli teknik işgücünün yetiştirilmesi ve ekosistem içinde tutulmasıdır. Başka bir deyişle, THUS ihtiyaç duyduğu bilgi, beceri ve deneyimle donanmış işgücünü bulamamakta (nitelik sorunu), bu nitelikte işgücü yetiştirilse dahi THUS'u tercih etmemektedir (nicelik sorunu).

Ekosistemdeki işgücünün sayısı olarak yetersiz olduğu konusunda, neredeyse katılımcıların tamamı hemfikirdir. Özellikle teknisyen işgücünün niceliği açısından iki sorun göze çarpmaktadır. Türkiye'de THUS'a teknisyen yetiştirecek eğitim yapısı "uçak bakım" ile sınırlıdır. Zaten sınırlı sayıda yetişen işgücünün bir de mezun olduğu alanda çalışma eğiliminin düşük olması, katılımcılar tarafından da önemle işaret edilen 'teknisyen işgücü açığı' nı beraberinde getirmektedir. Sistem, onu ayakta tutacak teknisyenlere sahip olmadığı ve/veya sahip çıkamadığı için verimli bir şekilde işleyememektedir. Kanımızca tezin en önemli bulgusu, teknisyen ve teknikerlerden oluşan bu kalifiye işgücünün yetiştirilememesi veya uygun yerde istihdam edilememesidir. Katılımcılar mühendislerin üst düzeyde yaptıkları işi uygulayacak işgücünü bulamamanın sıkıntısını vurgulamışlardır.

Bu kısıtlı yapıyla birlikte, bir de mevcut işgücünün göç yoluyla kaybedilmesi, katılımcılar tarafından THUS'un en önemli sorunu olarak işaret edilmektedir. Bu göçün kaynağına ilişkin olarak da, 'işgücünün kariyer beklentilerinin karşılanmaması', 'sektörel atılımların yetersizliği', 'yeterli kümeleşmenin olmayışı', 'beklenen iş yaşamının bulunamaması', 'çalışanların kendilerini özgür hissetmemeleri', 'yaşam tarzlarına müdahale algısı' öne çıkarılmıştır. Burada yaşam tarzından kaynaklanan göçün, sanayinin istihdam sorunlarından bağımsız bir şekilde, ülkenin özgün politik ve ekonomik yapısına bağlı olması önemli bir bulgu olarak değerlendirilmektedir. Yine katılımcıların bu 'işgücünün göç yoluyla kaybedilmesi'ni, 'kurum kültürünün kaybedilmesi' olarak gördüğü değerlendirmeler (bkz. s.214) dikkat çekmektedir.

İşgücü sayısının az olduğuna ilişkin görüş birliği, işgücünün niteliği konusuna gelindiğinde dağılmaktadır. THUS ekosistemindeki teknik işgücünün niteliğini yeterli gören katılımcılar olduğu gibi tersini iddia edenler de bulunmaktadır. İşgücünün niteliğinin yeterli olduğunu ifade eden katılımcılar, daha çok bu teknik işgücünün, hali hazırda var olan teknolojik araçları kullanma kabiliyetini öne çıkarmakta, bu kabiliyete sahip işgücünün kazandığı deneyimi önemle vurgulamaktadırlar. Bununla birlikte, işgücünün niteliğini olumsuz değerlendiren katılımcılar ise bunu, işgücünün 'tasarım kabiliyetinin yeterince

gelişmemesi’, ‘yabancı dil yetersizliği’, ‘eleştirel düşünme ve sorgulamaktan çok verili prosedürleri uygulama’, ‘havacılık/uzay dışında bir eğitim geçmişine sahip olma’ gibi başlıklar altında ifade etmişlerdir. İşgücünün yeterli olmaması konusunda en dikkat çeken vurguların, akademisyen katılımcılardan gelmesi dikkat çekmektedir. Bu durum, bir anlamda, akademinin öz eleştirisi olarak yorumlanmaktadır. Ayrıca, katılımcıların yanıtları birlikte incelendiğinde, nicel konudaki sınırlı görüntüden çok işgücünün niteliğine odaklanıldığı görülmektedir. Bu da THUS’un **nitelikli ancak az sayıda insanın varlığıyla** mevcut projelerini sürdürdüğü gerçeğini ortaya koymaktadır. Ancak THUS’un yenilikçi bir ekosistem kimliğini kazanması, istihdam edilen işgücü sayısı ile ilişkilendirildiğinden, bu sayının artması gerektiği muhakkaktır. Ek olarak, THUS’un, ihtiyaç duyduğu niteliklere sahip işgücünü istihdam edebilmesi için, MYK tarafından yürütülen mesleki yeterliliklerin belirlenmesi konusuna da dikkatle zaman ayırması önem taşımaktadır. İlgili bölümde yer verildiği gibi, Türkiye’de mesleki yeterlilikler konusunda çalışmalar başlamış olmasına karşın, THUS ekosistemindeki meslekler için henüz yeterlilikler belirlenmemiştir. Bu durumun, **beceri-iş uyusmazlığının** önemli bir gerekçesi olduğu düşünülmektedir.

İşgücünün geleceğine dair değerlendirmeler içerisinde, katılımcılar, THUS’un ihtiyaç duyduğu deneyimli teknik işgücünün temin edilmesinde, yabancı işgücü istihdamını bir çözüm olarak önermişlerdir. Ancak THUS ekosisteminde yabancı işgücünün istihdamı sınırlandırılmıştır. Oysa küresel ölçekte verimli tüm havacılık ve uzay sanayi ekosistemlerinde, ihtiyaç duyulan nitelikli ve özellikle deneyimli işgücünün temininde, uzun yıllar boyunca yabancı işgücünün transferi etkin bir yol olarak kullanılmaktadır. Türkiye’nin de zaman zaman bu yola başvurduğu bilinmekteyse de günümüzde sanayinin askeri havacılık odaklı yapısından kaynaklanan sıkı engeller bu türden bir istihdamı zorlaştırmaktadır. Bu da THUS’un deneyimli işgücü açığının kapatılmasına ket vurmaktadır.²⁰¹

Her ne kadar yabancı işgücünün istihdamı faydalı olacaksa da, ekosistemin sürekliliğini sağlayacak olan, ihtiyaç duyduğu/duyacağı işgücünü yetiştirebilecek bir eğitim organizasyonunun hayata geçirilmesidir. Çünkü bu ekosistemde, eğitim, bilim ile sanayi birbirine sıkı sıkıya bağlıdır. Gerçekten de ileri düzeyde sanayileşen ülkelerin hemen hepsinde işleyen bir ‘bilim-teknoloji ortaklığı’ ve bu ortaklıktan doğan yapıların (ör.

²⁰¹ THUS’un askeri havacılık ve uzay faaliyetlerine odaklanmış görüntüsü, sadece işgücü açısından değil, teknolojik çeşitliliğin sağlanamaması açısından da sorun yaratmaktadır.

araştırma merkezleri, bilim, sanayi, teknoloji parkları) varlığı gözlenmektedir. Dolayısıyla bu insan kaynağının ülke içinde yetiştirilerek, ulusal yenilik çalışmalarının teşvik edilmesi ve bu çalışmalar için uygun ortamın oluşturulması elzemdir.²⁰²

İşte bu anlayışla, güncel teknolojik dönüşümlere uyum sağlayabilecek çeviklikte ve verimli bir THUS ekosisteminin inşası için devlet, sanayi/özel sektör, akademi ve STK'lardan oluşan 'Dört Aktörlü Entegre Eğitim İşbirliği Modeli' önerilmiştir. Bu modelin geliştirilmesi sürecinde, katılımcıların değerlendirmeleri, THUS'un özgün koşulları, başarılı ülke örnekleri ve ilgili literatür göz önünde bulundurulmuştur. Bu model; havacılık ve uzay alanındaki gelişmelerin takibini, aktörlerin etkileşiminden doğan güvene dayalı ilişkileri, Ar-Ge/yenilik ortamını ve nihayetinde aktörlerin birbirine uyumlanmasıyla erişilecek 'ortak' bir anlayışı beraberinde getirerek, THUS'un ihtiyaç duyduğu sinerjiyi yaratacaktır. Modelin etkin işleyişinin sağlanmasında; devlet ve hükümet plân, program ve politikalarıyla havacılık ve uzay sanayinde teknolojik öğrenme ve yenilik konularına istikrarlı bir şekilde devam etmek; sanayi-akademi işbirliğiyle mesleki/teknik ve endüstriyel öğrenmeyi sağlamak, STK'lar/bilimsel topluluklar aracılığıyla da güncel gelişmelere uyumlanmak ve yeniliği tetikleyecek Ar-Ge kapasitesini artıracak 'iklim'i yaratmak önemli görülmektedir.

Modelde yer alan tüm yapılar, 'öğrenen' formdadır. Başka bir deyişle, THUS ekosistemi 'öğrenen bir sistem' olarak ele alınmıştır. Bu öğrenen sistemde anaokulu, ilkokul ve ortaokulda keşifsel bir eğitim uygulanarak, öğrencilerin ilgi/merak duyduğu konuların belirlenmesi ve onlara yetenek gelişimi için uygun eğitim ortamı ve içeriğinin sağlanması; lise eğitimi aşamasında, teknik ve mesleki bilgilerin ağırlıklı olduğu entegre bir MTE'nin başlaması öngörülmektedir. Başka bir deyişle, ulusal eğitim sisteminin ilk üç kademesinde öğrenci odaklı, oyun-tabanlı ve uygulamalı eğitim; takibinde de entegre eğitim önerilmektedir.

Modelde, ulusal eğitim sisteminin şekillenmesinde 'disiplinlerarasılık' bir gereklilik olarak vurgulanmakta; bunun sağlanmasında da FeTeMM Eğitimi'ne işaret edilmektedir. Böylelikle ulusal eğitimin her kademesinde temel, akademik, teknik ve mesleki becerilerin 'bir potada eridiği' bir eğitim ortamı ve içeriği oluşturmak mümkün olacaktır. Ayrıca,

²⁰² Bu ortama süreklilik kazandırılması ise Ar-Ge faaliyetlerinin kesintisiz ve yeterli finansmanı ve birbirini takip eden projelerin varlığıyla mümkündür. Bir proje sürecinde ortaya çıkan hata, soru(n) ve/veya cevapların bir diğer projeyi 'başlatması', hem istihdamda hem de yenilik arayışında kalıcılığı sağlayacaktır.

böylesi bir tümleşik eğitim ortamının oluşmasıyla birlikte, BT konularına merakı ve bu konularda becerisi olan çocuklar ile ebeveynlerinin, temel bilimlere ve teknik alanlara yönelik olumsuz tutumu değişebilir, bununla birlikte istihdam garantisi gibi uygulamalarla MTE'ye yönlendirme sorununa etkili bir çözüm yaratılabilir.

Her geç kalan ülke gibi Türkiye de, teknolojik öğrenmeye dayalı bir sanayileşme çizgisinde yol almaktadır. Bu doğrultuda, THUS önce teknolojinin ulaştığı aşamayı öğrenecek, sonra yenilik üretecektir. Önemli olan, taklit ve tekrarın ötesine geçen bir teknolojik öğrenme anlayışına sahip olmak ve bu anlayışla, teknolojik yeniliğe giden yolda kararlılıkla yürümektedir.

Ulaşılması önerilen ekosisteme süreklilik kazandırılması, tezin genelinde sıklıkla vurgulanmaktadır. Teknolojik yeniliğin kaynağı, kendisinden önce yapılanlardır ve bu durum, sürekliliğin her şeyden önce belirgin bir başlangıç noktasına ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Burada da Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Teknoloji Hafızası öne çıkmaktadır. Böylelikle, ekosistemde yapılan hiçbir deneme, girişim, proje, düşünce kaybolmayacak, bunların her birinin kayıt altına alınmasıyla beraber nesilden nesile aktarılacak bir bilgi birikimi oluşacaktır.

Özetle, tezden 'THUS Ekosistemi İçin Dört Aktörlü Entegre Eğitim İşbirliği Modeli' ve 'Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS) Teknoloji Hafızası' olmak üzere iki ana öneri doğmuştur. Bunların yanı sıra üçüncü bir öneri daha getirilmektedir. Bu, katılımcıların (KMU1, KMU6 ve KMU10) işaret ettiği bölgesel uçak/jet projesidir. Öneri, THUS'un teknoloji kabiliyeti ve kapasitesini geliştirmede önemli görülmüştür. Bu tür bir girişim, patent hakkı ya da telif engeline takılmaksızın, hem platform hem de ana/alt sistem üretmenin ve geliştirmenin önünü açmaktadır. Sadece kamusal kaynaklarla değil sanayi tarafından da finanse edilebilecek bir proje olan bölgesel uçak projesinin, THUS ekosistemine üç önemli katkı sağlayacağı öngörülmektedir. Birincisi, Japonya örneğinde olduğu gibi hiçbir ülkenin patent gerekçesiyle müdahale etmediği motor üretiminin sağlanabilmesidir. Bilindiği gibi, Türkiye, İHA teknolojisinde önemli mesafeler katederek, kendi motorunu üretebilecek kabiliyete erişmiştir. Bu örnekte de görüldüğü gibi ana ürünlerin varlığı alt ürünlerin varlığını beraberinde getirmektedir (bkz. s.217). Bu proje ile erişilen bilgi birikiminin ve deneyimin en kritik teknoloji alanı olan uçak motorlarına taşınmasına yönelik çalışmaların desteklenmesi de bu açıdan değerli görülmektedir.

İkincisi, Türkiye gibi uzun mesafe uçuş zorunluluğu olmayan bir coğrafyada, bu tür bir girişimin hem havayolu taşımacılığını geliştireceğine hem de teknoloji ve nihai ürünlerin üretimini beraberinde getireceğine dair öngörüdür. Ayrıca bu gelişmenin, sanayide de karşılığını bulması beklenmektedir. Tez açısından önemli nokta, Türkiye'nin değişik kentlerinde kurulacak geniş bir imalat ağının, söz konusu bölgelerde bakım, tamir, yedek parça ve lojistik alanlarında teknik işgücü ihtiyacını tetikleme potansiyelidir. Bu potansiyel bağlamında üçüncü katkı belirlemektedir. Tetiklenen işgücü ihtiyacı, bu işgücünün yetiştirilmesi için gereken eğitim altyapısının kurulmasını ve yaygınlaşmasını sağlayacaktır.

Bu önerilere ek olarak, üç stratejik öneri daha geliştirmek mümkündür. Bunlardan ilki, Çin'in "*Beyaz Kitap*"ta vurguladığı havacılık ve uzay sanayinin devletin kalkınma stratejisinin ayrılmaz bir parçası olarak görüldüğüne yönelik ifadeden doğmaktadır. Havacılık ve uzay araştırmalarında Çin'in başarısının kaynağını gösteren bu iz takip edilerek, Türkiye de partiler üstü nitelik kazanabilecek böyle bir politikayı, ilke olarak benimseyebilir ve kayıt altına alabilir; bu yolla kalkınmayı hızlandırabilecek stratejik hamleler (ör. ithalat sınırlamaları) başlatabilir. Bu, havacılık ve uzay sanayindeki çalışmaların sürdürülebilirliğini garanti altına alacak bir girişim olacaktır.

İkinci öneri, tezde vurgulanan "*ürün beklemeyen teknoloji yatırımları*" konusudur. Burada kastedilen belirgin bir problemin çözümü amacına yönelmeyen, sadece araştırmacı merakından doğan ve yön alan araştırmalardır. İnsanlığın bugün eriştiği teknoloji sınırının temeli düşünüldüğünde, bu serbest araştırmaların önemi açığa çıkmaktadır. Ayrıca, THUS, kaynağını temel bilim araştırmalarından aldığı için, bu tür araştırmalar ekosistemin sürekliliğinin sağlayıcısıdır.

Üçüncü ve son öneri ise, THUS ekosistemindeki faaliyetler ve yatırımlar konusundaki kararların nasıl alınacağı ile sistemin nasıl finanse edileceğine yöneliktir. Bilindiği gibi, teknoloji seviyesine benzer şekilde maliyeti de yüksek olan bu çalışmaların, etkili bir şekilde ve kesintiye uğramaksızın sürdürülebilmesi, sistemin sürekli ve yeterli olarak finanse edilmesine doğrudan bağlıdır. Ayrıca havacılık ve uzay sanayinde, teknolojinin yönetimi de farklı uzmanlıkları birlikte gerektirmektedir. Başarılı bir havacılık ve uzay sanayine erişen ülkeler izlendiğinde, sanayide yapılacak yatırımlara ve bu yatırımların finansmanına ilişkin kararların, tüm aktörlerin katılımıyla alındığı dikkat çekmektedir.

Böylelikle, ekosistemdeki herhangi bir aktörün tekil iradesiyle yönlendirilemeyecek bir işleyişe de kavuşulmaktadır. Buradan hareketle, THUS için de, yatırım kararlarının tüm aktörlerin katılımıyla alındığı ve bunun sonucunda doğan maliyetlerin de birlikte üstlenildiği benzer bir yapı önerilmektedir. Türkiye’de finansman konusunun güncel durumuna bakıldığında, TSKGV ve SSB’nin ağırlığı belirgin şekilde gözlenmektedir. Bu iki yapının ağırlığı, paydaşıktan doğduğu gibi, endüstriyel/ulusal bir yönü de ortaya koymaktadır. Bu yön, Türkiye’deki havacılık ve uzay çalışmalarının, askerî kimliğidir. Buna karşın, havacılık ve uzay sanayinde topyekûn bir başarının, bu alandaki faaliyetlerin çeşitlenmesi ile teknolojinin, bilginin ve deneyiminin diğer sanayilere yaygınlaşmasıyla mümkün olduğuna da tezin ilgili kısımlarında yer verilmiştir. Dolayısıyla daha gelişmiş, yaygın ve üretken bir ekosistemin inşası için, tüm aktörlerin birlikteliğine dayanan bir sisteme hayat verilmesi önemli görülmektedir. Sistemin finansmanına ekosistemin ‘kendî’ aktörlerine ek olarak, yerel yönetimler, sendikalar, eğitim vakıfları gibi ulusal/yerel aktörlerin de katılması, ortak bir anlayışın yeşermesine katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın bütün bu bulguları ışığında, devam niteliğinde 6 ayrı araştırma konusu ortaya çıkmıştır. Bunlardan ilk ikisi, (i) THUS’un ihtiyaç duyduğu nitelikli teknik işgücünü yetiştirecek olan eğitimcilerin eğitimine ve (ii) bu sanayinin kendine özgü yapısına bağlı kalarak ‘doğru teknolojilerin doğru yöntemle transfer edilmesi kararını verecek’, ‘teknolojik yenilik doğurucu çalışmalar için gerekli motivasyon ve çalışma ortamı sağlayacak’ olan yöneticilere ilişkin yapılması planlanan araştırmadır. Ayrıca (iii) Türkiye’deki havacılık/uzay alanında eğitim vermekte olan tematik liseler ile anadolu meslek ve anadolu teknik liselerinin yönetici ve öğretmenleriyle yapılacak bir araştırmayla, Türkiye’nin süreklilik arz eden bir THUS ekosistemi oluşturabilmek için ihtiyaç duyduğu teknisyen işgücünü nasıl sağlayabileceği, THUS’un ihtiyaç duyduğu becerilerin eğitim müfredatına nasıl yansıtılabileceği gibi sorulara yanıt aranacaktır. Ek olarak, (iv) Türkiye’de özellikle son dönemde akademik başarılarıyla öne çıkan özel fen (ve teknoloji) liseleri üzerine başlatılan çalışma da sürdürülecek ve bu liselerin, Türkiye ulusal eğitim sistemi içerisindeki yeri üzerinden, Türkiye’nin teknolojik yenilik üretme kapasitesine katkıları incelenecektir. Bununla birlikte, (v) THUS ekosisteminin nitelikli teknik işgücü, sadece bu teknik işgücünden oluşan bir örnekleme ele alınacak, böylelikle işgücünün özgün çalışma koşulları (ör. çalışma süreleri, ücret, sendikal faaliyet) ortaya konulacaktır. Bu kapsamdaki çalışmaların sonuncusu, (vi) THUS’da işgücü konusunda yaşanan nicelik

sorununa çok yönlü bir anlayışla yaklaşarak, bunun kaynağının irdelenmesi zorunluluğundan doğmaktadır. THUS’da teknisyen işgücüne dair belirgin bir açık olmasına karşın tekniker, mühendis ve yüksek mühendis yetiştirme programlarındaki öğrenci sayıları incelendiğinde, hatta bir de THUS’un diğer teknik alanlardan (ör. makina, elektrik-elektronik) yetenek transferi göz önünde bulundurulduğunda, yaşanan nicelik sorununun nedenlerine ilişkin daha derinlemesine sorular sorulması gerekmektedir. Bu istihdam sorununun çözümlenerek, teknik eğitim almış kişilerin, THUS ekosistemi içinde kalmasının sağlanması verimli bir THUS ekosistemi için yaşamsaldır.

Her ülkenin kültüründen doğan işleyiş farklılıkları olsa da, havacılık ve uzay sanayini verimli kılacak yol ve yöntemler belirgindir. Havacılık ve uzay sanayi;

- yerleşik bir sanayi olduğundan, **sürekliliği sağlanmalı,**
- bilim tabanlı bir sanayi olduğundan, **STI ekosistemi desteklenmeli,**
- yeniliğe dayanan, yenilikten beslenen bir sanayi olduğundan, **yeniliği teşvik edecek her türlü ortam (ör. kişilerin hem düşünce hem ifade serbestliğine sahip olduğu çalışma ve tartışma alanları) ve uygulama için uygun koşullar oluşturulmalı,**
- yüksek maliyetli bir sanayi olduğundan, **aktörlerin bir araya geldiği yapılara işlerlik kazandırılarak, maliyetler birlikte üstlenilmeli ve**
- deneyime dayalı bir sanayi olduğundan, **entegre bir eğitim organizasyonu kurulmalıdır.**

Havacılık/uzay çalışmalarında çeşitliliğin de verimli bir ekosistemin oluşturulmasındaki önemi büyüktür. Ancak asıl önemli olan, sürekliliğinin ‘kararlı bir denge’yle sağlanmasıdır. Dore (1989)’nin de vurguladığı gibi “... ‘dünyayla rekabet edebilme düzeyi’ sürekli hareket eden bir hedeftir. Bu düzeye ulaşmak bir şeydir; bu düzeye sürekli ayak uydurabilmekse başka bir şey”. Türkiye de sürekli hareket halinde olan teknoloji sınırını yakalayabileceği yegâne alan olan havacılık/uzay çalışmalarına hakettiği değeri vermeye ‘kararlılıkla’ devam etmelidir. Bu kararlılık, dayanağını 100 yıl öncesinden almaktadır:

“Eskimiş teknolojileri değil, en yeni teknolojiyi ülkeye getirmedikimiz, getiremediğimiz sürece, yabancı ülkelere bağımlı olmaktan kurtulamayız. ... Biz yeni ve genç bir Türkiye kuruyoruz. Dost düşman ülkelerin geride kalmış, teknolojilerine gereksinmemiz yok. Ya en yenisini kurar, onlarla boy ölçüşürüz, ya da biraz daha sabreder, bunu yapabilecek güce erişmemizi bekleriz (Yalçın, 2010:569-570).” Mustafa Kemâl Atatürk

KAYNAKÇA

KİTAPLAR

- Akçomak, İ. Semih; Erdil, Erkan; Pamukçu, M. Teoman ve Tiryakioğlu, Murad, (2016), Bilgi, Bilim, Teknoloji ve Yenilik: Kavramsal Tartışma, (içinde) *Bilim, Teknoloji ve Yenilik: Kavramlar, Kuramlar ve Politika*, 1. Baskı, İstanbul: Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Badway, Norena Norton ve Laanan, Frankie Santos, (2010), *Student and Organizational Learning: Preparing the 21st Century Technicians*, Ames, IA: Iowa State University, Office of Community College Research and Policy.
- Barcucci, Valentina; Zanola, Lea ve Axmann, Michael, (2017), Vocational Education and Training (VET) and the Transition of Young Women and Men to the Labour Market in Middle-Income Countries: A Comparative Analysis Based on International Labour Organization (ILO) Surveys in Jamaica, Jordan, Peru, Tunisia, Ukraine, Vietnam and Zambia, (içinde) *Vocational Education and Training in times of Economic Crisis: Lessons from around the World*, (ed. Matthias Pilz), Springer International Publishing.
- Basalla, George, (2013), *Teknolojinin Evrimi*, (Çev. Cem Soydemir), 14. Baskı, Ankara: Doğu Batı Yayınları.
- Bayülken, Yavuz, (2017), *Makina İmalât Sanayi Sektör Araştırması*, Revize Edilmiş 5. Baskı, Ankara: TMMOB.
- Becker, Gary S., (1964), *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*, Chicago: Chicago University Press.
- Bell, Martin ve Pavitt, Keith, (1997), Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries, (içinde) *Technology, Globalisation and Economic Performance*, (ed. Daniele Archibugi ve Jonathan Michie), Cambridge University Press.
- Bingöl, Oktay ve Varlık, Ali Bilgin, (2015), *Türk Savunma Sanayisinin Geleceği: Sürdürülebilirlik ve Güçlü İhracat İçin Strateji Raporu-1*, İstanbul: TASAM Yayınları.
- Breschi, Stefano ve Malerba Franco, (1997), Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries, (içinde) *Systems of*

- Innovation Technologies, Institutions and Organizations*, (ed. Charles Edquist), London: Routledge.
- Bromann, Silke, (2010), Vocational Education and Training in Japan: Recent Trends, (içinde) *Innovation and Change in Japanese Management*, (ed. P. Haghirian), London: Palgrave Macmillan.
- Brynjolfsson, Erik ve McAfee, Andrew, (2015), *İkinci Makine Çağı: Akıllı Teknolojiler Devrinde İlerleme ve Refah*, (Çev. Levent Göktem), İstanbul: Türk Hava Yolları Yayınları.
- Büyüköztürk, Şener; Kılıç Çakmak, Ebru; Akgün, Özcan Erkan; Karadeniz, Şirin ve Demirel, Funda, (2014), *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*, Geliştirilmiş 17. Baskı, Ankara: Pegem Akademi.
- Carayannis, Elias, G.; Gonzalez, Edgar ve Wetter, John, (2003), The Nature and Dynamics of Discontinuous and Disruptive Innovations from a Learning and Knowledge Management Perspective, (içinde) *The International Handbook on Innovation*, (ed. Larisa V. Shavinina), Oxford: Elsevier.
- Cazes, Sandrine ve Verick, Sher, (eds.), (2015), *Kalkınma Sürecinde Çalışma Ekonomisi Üzerine Düşünceler*, (ed. Funda Sarıcı), (Çev. Pelin Yağmur Güven), Ankara: Efil Yayınevi.
- Chang, Ha-Joon, (2013), *Sanayileşmenin Gizli Tarihi*, (Çev. Emin Akçaoğlu), 5. Basım, Ankara: Epos Yayınları.
- Clark, Linda ve Winch, Christopher, (2007), Introduction, (içinde) *Vocational Education: International Approaches, Developments and Systems*, (eds. Linda Clark ve Christopher Winch), London: Routledge.
- Cliff, Roger; Ohlandt, Chad J.R, ve Yang, David, (2011), *Ready for Takeoff: China's Advancing Aerospace Industry*, Rand Corporation.
- Cook, Carol L., (2006), *The Aerospace Industry: Its History and How It Affects the US Economy*, New Haven: Yale-New Haven Teachers Institute.

- Creswell, John W., (2018), *Nitel Araştırma Yöntemleri: Beş Yaklaşımına Göre Nitel Araştırma ve Araştırma Deseni*, (Çev. Ed., Mesut Bütün ve Selçuk Beşir Demir), 4. Baskı, Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Çallı, Ezgi, (2017), STEM-FeTeMM Eğitiminde Mühendislik Yaklaşımı, (içinde) *STEM Kuram ve Uygulamalarıyla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi*, 2. Baskı, İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Çorlu, Mehmet Sencer, (2017), STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi, (içinde) *STEM Kuram ve Uygulamalarıyla Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Eğitimi*, 2. Baskı, İstanbul: Pusula Yayıncılık.
- Dervişoğlu, Fatih M., (2011), *Nuri Demirağ Türkiye'nin Havacılık Efsanesi*, 4. Baskı, Ankara: Ötüken Yayınları.
- Edquist, Charles, (1997), Systems of Innovation Approaches-Their Emergence and Characteristics, (içinde) *Systems of Innovation Technologies, Institutions and Organizations*, (ed. Charles Edquist), London: Routledge.
- Er, Şükrü, (1979), *Teşebbüs Hürriyeti*, Ankara: MESS Yayınları.
- European Centre for the Development of Vocational Training [CEDEFOP], (2017), *The Changing Nature and Role of Vocational Education and Training in Europe*, Volume 1: Conceptions of Vocational Education and Training: An Analytical Framework, Luxembourg: Publications Office, Cedefop research paper, No 63.
- European Commission [EC], (2017), *Industry 4.0 in Aeronautics: IoT Applications*, European Union.
- Freeman, Chris ve Soete, Luc, (2003), *Yenilik İktisadı*, (Çev. Ergun Türkcan), 3. Basım, Ankara: Tübitak Yayınları.
- Gamble, Jeanne, (2013), Why Improved Formal Teaching and Learning are Important in Technical and Vocational Education and Training (TVET), (içinde) *Revisiting Global Trends in TVET: Reflections on Theory and Practice*, Germany: UNESCO-UNEVOC International Centre for Technical and Vocational Education and Training.

- Gençay, Barış, (2009), Türkiye'nin Uydu İhtiyaçları ve Uzay Teknolojilerinin Ürün Haline Dönüştürülmesi, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası V. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı*, 22-23 Mayıs 2009, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Gibbons, Michael; Limoges, Camille; Nowotny, Helga; Schwartzman, Simon; Scott, Peter ve Trow, Martin, (1994), *The New Production of Knowledge: The Dynamics Science and Research in Contemporary Societies*, London: Sage Publications.
- Goodman, Roger; Hatakenaka, Sachi ve Kim, Terri, (2009), *The Changing Status of Vocational Higher Education in Contemporary Japan and the Republic of Korea*, Discussion Paper, Bonn: UNESCO International Centre for Technical and Vocational Education and Training (UNEVOC).
- Gürlel, Can Fuat, (2009), *Global Sanayi Eğilimleri ve Türkiye İçin Değerlendirme*, İstanbul: İstanbul Sanayi Odası Yayınları.
- Haertel, Michael, (2009), Germany: Policy-making Strategies and Project Experiences, (içinde) *Work, Learning and Sustainable Development Opportunities and Challenges*, (ed. John Fien, Rupert Maclean ve Man-Gon Park), Dordrecht: Springer.
- International Labour Organization [ILO], (2012), *International Standard Classification of Occupation ISCO-08*, Geneva: International Labour Organization.
- , (2019), *World Employment and Social Outlook: Trends 2019*, Geneva: International Labour Organization.
- İçke, Ayşen, (2018), *Atatürk Dönemi Yurt Dışı Eğitimi (1923-1938)*, Ankara: Atatürk Araştırma Merkezi.
- Kagermann, Henning ve Wahlster, Wolfgang, (2014), *Industrie 4.0: Smart Manufacturing for the Future*, Berlin: Germany Trade and Invest.
- Katz, Daniel ve Kahn, Robert L., (1977), *Örgütlerin Toplumsal Psikolojisi*, (Çev. Halil Can ve Yavuz Bayar), Ankara: TODAİE.
- Kılıç, Mustafa (Der.), (2008), *Uçan Kanat THK-13*, Ankara: Türk Hava Kurumu Kültür Yayınları.

- Koichi, Iwamoto ve Yuta, Tanoue, (2018), *Digitization, Computerization, Networking, Automation, and the Future of Jobs in Japan*, Research Institute of Economy, Trade and Industry (RIETI).
- Li, Chen, (2014), *China's Centralized Industrial Order: Industrial Reform and the Rise of Centrally Controlled Big Business*, Routledge.
- Maclean, Rupert ve Pavlova, Margarita, (2013), Vocationalization of Secondary and Higher Education: Pathways to the World of Work, (içinde) *Revisiting Global Trends in TVET: Reflections on Theory and Practice*, Germany: UNESCO-UNEVOC International Centre for Technical and Vocational Education and Training.
- Majumdar, Shyamal, (2017), Foreword: Technical and Vocational Education and Training (TVET) and Skills at the Centre Stage, (içinde) *Vocational Education and Training in times of Economic Crisis: Lessons from around the World*, (ed. Matthias Pilz), Springer International Publishing.
- McCormick, Barnes W., (2004), The Growth of Aerospace Education following its Beginning, (içinde) *Aerospace Engineering Education During the First Century of Flight*, (eds. Barnes W. McCormick, Conrad F. Newberry ve Eric Jumper), AIAA.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], (2016), *STEM Eğitimi Raporu*, Ankara.
- , (2017), *Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Anadolu Meslek ve Anadolu Teknik Programı Uçak Bakım Alanı Çerçeve Öğretim Programı*, Ankara.
- , (2018), Türkiye’de Mesleki ve Teknik Eğitimin Görünümü, *Eğitim Analiz ve Değerlendirme Raporları Serisi*, Ankara.
- , (2019a), *Geçmişten Günümüze Fotoğraflarla Mesleki ve Teknik Eğitim*, Ankara.
- , (2019b), *Millî Eğitim İstatistikleri Örgün Eğitim 2018-2019*, Ankara.
- Moorehead, Gregory ve Griffin, Ricky W., (1989), *Organizational Behavior*, Boston: Houghton Mifflin Co.
- Orbay, Zafer, (2009), *Türkiye’de Havacılık ve Uçak Yapımı*, İstanbul: Türk Bilim Tarihi Kurumu Yayınları.

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], (2004), *Space 2030 Exploring The Future of Space Applications*, Paris: OECD Publishing.

—, (2010), *Learning for Jobs, Synthesis Report of the OECD Reviews of Vocational Education and Training*, Paris: OECD Publishing.

—, (2011), *Governmental Budgets for Space Activities, in The Space Economy at a Glance 2011*, Paris: OECD Publishing.

—, (2014b), *A Skills Beyond School Review of the Netherland*, Paris: OECD Publishing.

—, (2014c), *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2014*, Paris: OECD Publishing.

—, (2016), *New Trends in Space Innovation, (içinde) Space and Innovation*, Paris: OECD Publishing.

—, (2017a), *Employment and Skills Strategies in Turkey*, Paris: OECD Publishing.

—, (2017b), *Science, Technology and Industry Scoreboard 2017: The Digital Transformation*, Paris: OECD Publishing.

—, (2019a), *Education at a Glance 2019: OECD Indicators*, Paris: OECD Publishing.

—, (2019b), *The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy*, Paris: OECD Publishing.

—, (2019c), *Main Science and Technology Indicators, V.2019 I.1*, Paris: OECD Publishing.

OECD ve Eurostat, (2006), *Oslo Kılavuzu: Yenilik Verilerinin Toplanması ve Yorumlanması için İlkeler*, 3. Baskı, Ankara: Tübitak Yayınları.

Parsons, Talcott, (1967), *A Paradigm for the Analysis of Social Systems and Change*, (Ed. N.J. Demerath III ve Richard A. Peterson), (içinde) *System, Change, and Conflict*, New York: Free Press.

—, (1970), *Some Problems of General Theory of Sociology, (içinde) Theoretical Sociology and Developments*, (Ed. John C. McKinney ve Edward A. Tiryakian), New York: Appleton-Century-Crofts, Educational Division Meredith Co.

- Pilz, Matthias, (2017), Policy Borrowing in Vocational Education and Training (VET)– VET System Typologies and the “6P Strategy” for Transfer Analysis, (içinde) *Vocational Education and Training in times of Economic Crisis: Lessons from around the World*, (ed. Matthias Pilz), Springer International Publishing, 473–490.
- Rauner, Felix ve Maclean, Rupert, (2008), Introduction, (içinde) *Handbook of Technical and Vocational Education and Training Research*, Springer, Dordrecht.
- Savcı, İlkyay, (2011), *Yenilik, Yönetim ve İnsan Kaynakları*, Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Savunma Sanayi Başkanlığı [SSB], (2017), *2018-2022 Savunma Sanayi Sektörel Strateji Dokümanı*, Ankara.
- Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş. [STM], (2016), *Katmanlı İmalat Teknolojileri ve Havacılık Uygulamaları Sektör Değerlendirme Raporu*, Ankara.
- Schwab, Klaus, (2016), *Dördüncü Sanayi Devrimi*, (Çev. Zülfü Dicleli), İstanbul: Optimist.
- Stewart, Vivien, (2015), *Made in China: Challenge and Innovation in China's Vocational Education and Training System, International Comparative Study of Leading Vocational Education Systems*, National Center on Education and the Economy.
- Tayhani, İhsan, (2001), *Atatürk'ün Bağımsızlık Politikası ve Uçak Sanayii (1923-1950)*, Ankara: Türk Hava Kurumu Kültür Yayınları.
- Taymaz, Erol, (2001), *Ulusal Yenilik Sistemi Türkiye İmalât Sanayiinde Teknolojik Değişim ve Yenilik Süreçleri*, Ankara: Tübitak/TTGV/DİE.
- Tsang, Denise, (2017), A Catalyst for Chinese Aerospace Innovation, (içinde) *Industrial Democracy in the Chinese Aerospace Industry*, London: Palgrave Macmillan.
- Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği [TÜSİAD], (2008), *Türkiye Sanayiine Sektörel Bakış*, İstanbul.
- Türkcan, Ergun, (2009), *Dünyada ve Türkiye'de Bilim, Teknoloji ve Politika*, 1. Baskı, İstanbul: Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- , (2011), “İktisatta 50 Yıllık Paradigma Değişikliği: Planlama Teknolojik Gelişmeleri Neden Göremedi?”, (Der. Serdar Şahinkaya ve N. İlter Ertuğrul), *Bilsay Kuruç'a Armağan içinde*, s.1063–1100.

- Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu [TÜBİTAK], (2004), *Ulusal Bilim ve Teknoloji Politikaları 2003-2023 Strateji Belgesi*, Versiyon 19 [2 Kasım 2004], Ankara.
- , (2005), *Vizyon 2023 Teknoloji Öngörü Belgesi Eğitim ve İnsan Kaynakları Sonuç Raporu ve Strateji Belgesi*, Ankara.
- , (2016), *Yeni Sanayi Devrimi: Akıllı Üretim Sistemleri Teknoloji Yol Haritası*, Ankara.
- Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı [TEPAV], (2017), *Mesleki Eğitimde Probleme Dayalı Eğitim Modeli: İhtiyaç Analizi ve Pilot Uygulama Sonuçları Raporu*, Ankara.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], (2016), *Recommendation Concerning Technical and Vocational Education and Training (TVET)*, France.
- Vajda, Ferenc A. ve Dancey, Peter, (1998), *German Aircraft Industry and Production: 1933-1945*, McFarland.
- Varçın, Recep; Savcı, İlkay; Fıkrkoca Ali ve Tuzcu, Arcan, (2008), *Ulusal Yenilik Sistemleri Raporu*, Ankara: TÜBİTAK-SOBAG.
- Viotti, Eduardo Baumgratz, (2015), *Technological Learning Systems, Competitiveness and Development*, Brazil: Institute for Applied Economic Research.
- Westney, D. Elenor, (1991), *Country Patterns in R&D Organization: The United States and Japan*, MIT.
- World Bank [WB], (2019), *World Development Report 2019: The Changing Nature of Work*, World Development Report, Washington DC: World Bank.
- Yang, Anxian; Shen, Aiqun; Krishna, V.V. ve Kharbanda, V.P., (1997), *Twists and Turns in the Formation of the Chinese Scientific Community*, (içinde) *Scientific Communities in the Developing World*, New Delhi: Sage Publications.
- Yavuz, İsmail, (2015), *Mustafa Kemal'in Uçakları Türkiye'nin Uçak İmalât Tarihi (1923-2012)*, 4. Basım, İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

MAKALELER

- Acar, Şinasi; Bir, Atilla ve Kaçar, Mustafa, (2016), Osmanlı'da Sivil Mühendis Yetiştirmek Üzere Açılan Hendese-i Mülkiye Mektebi, *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, 17(2), 1–26.
- Akpınar, Deniz, (2017), Kayseri Tayyare Fabrikası, *Tarih Okulu Dergisi*, Y.10, S.31, 203–233.
- Aktimur, Banu ve Gökpinar, Eyüp Serdar, (2015), Katmanlı Üretim Havacılıktaki Uygulamaları, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 3(2), 463–469.
- Akyos, Müfit, (2017), “Çin Uyanınca Yer Yerinden Oynar-I”, *Herkese Bilim Teknoloji Dergisi*, S.89, 8.
- Asheim, Bjørn T. ve Coenen, Lars, (2005), Knowledge Bases and Regional Innovation Systems: Comparing Nordic Clusters, *Research Policy*, 34, 1173–1190.
- Aşkar, Murat ve Tekinalp, Ozan, (2000), Turkish Small Satellite Program: Goals and Policies, *Acta Astronautica*, V.46, I.2–6, 375–378.
- Barrett, Betty; Long, Kevin; Fraile, Lydia ve Litwin, Adam Seth, (2004), Counting the Global Aerospace Workforce, *Perspectives on Work*, 7(2), 13–15.
- Baş, Osman Fırat, (2014), THK Uçak Fabrikası ve Polonyalı Mühendislerin Rolü, *Mühendis ve Makina Dergisi*, C.55, S.659, 36–42.
- Bayrak, Rıfat, (1994), TOMTAŞ 1925-1929 Tayyare ve Motor Türk Anonim Şirketi, *Uçantürk Dergisi*, S.382, C.40, s.40–43.
- “Bir Kararlılık Öyküsü: Hindistan”, (2000), *Bilim ve Teknik Dergisi*, S.396, 50–51.
- Braddorn, Derek ve Hartley, Keith, (2007), The Competitiveness of the UK Aerospace Industry, *Applied Economics*, 39(6), 715–726.
- Brand, Betsy; Valent, Andrew ve Browning, Andrea, (2013), How Career and Technical Education Can Help Students Be College and Career Ready: A Primer, *College and Career Readiness and Success Center*.
- Bybee, Rodger W., (2010), Advancing STEM Education: A 2020 Vision, *Technology and Engineering Teacher*, Vol.70, I.1, 30–35.

- Bybee, Rodger W. ve Fuchs, Bruce, (2006), Preparing the 21st Century Workforce: A New Reform in Science and Technology Education, *Journal of Research in Science Teaching*, V.43, N.4, 349–352.
- Campbell, David F.J ve Carayannis, Elias G., (2016), Epistemic Governance and Epistemic Innovation Policy in Higher Education, *Technology, Innovation and Education* 2, (article number) 2, 1–15.
- Carayannis, Elias G. ve Campbell, David F.J., (2009), ‘Mode 3’ and ‘Quadruple Helix’: Toward a 21st Century Fractal Innovation Ecosystem, *International Journal of Technology Management*, V.46, 3(4), 201–234.
- Chen, Zhenghong, (2009), A Brief History of China's Y-10: Imitation versus Innovation, *Technology in Society*, 31(4), 414–418.
- Cockrill, Antje ve Scott, Peter, (1997), Vocational Education and Training in Germany: Trends and Issues, *Journal of Vocational Education and Training*, 49(3), 337–350.
- Coff, Russell ve Raffie, Joseph, (2015), Toward a Theory of Perceived firm-Specific Human Capital, *The Academy of Management Perspectives*, 29(3), 326–341.
- Çoban, H. Oğuz, (2016), Türkiye'nin Yer Gözlem Uydu Sistemleri ve Ormancılık Uygulamalarında Kullanılabilirliği, *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 17(1), 99–107.
- Dezhina, Irina, (2005), Russian Scientists: Where Are They? Where Are They Going? Human Resource and Research Policy in Russia, *Russie. Cei. Visions*, (4).
- Doğan, Hıfzı, (1983), Mesleki ve Teknik Eğitimin İlkeleri ve Gelişmesi, *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 16(1), 167–181.
- Dore, Ronald, (1989), Geç Kalanların Sorunları, (Çev. Aykut Göker), *Mühendis ve Makina Dergisi*, C.33, S.372, 17–22.
- Dugger, William E., (2010), Evolution of STEM in the United States, *6th Biennial International Conference on Technology Education Research*, Australia.
- Ekaterina, Turkina; Assche, Ari Van ve Kali, Raja, (2016), Structure and Evolution of Global Cluster Networks: Evidence from the Aerospace Industry, *Journal of Economic Geography*, V.16, I.6, 1211–1234.

- Er, Şükrü, (1987), Etimesgut Uçak Fabrikası ve Endüstrimiz, *Uçantürk Dergisi*, S.307, C.31, 18–20.
- Erickson, Andrew S., (2014), China’s Space Development History: A Comparison of the Rocket and Satellite Sectors, *Acta Astronautica*, 103, 142–167.
- Etzkowitz, Henry, (2006), Assisted Linear Model: The New Visible Hand: An Assisted Linear Model of Science and Innovation Policy, *Science and Public Policy*, V.33, N.5, 310–320.
- Ferris, John, (1982), A British ‘Unofficial’ Aviation Mission and Japanese Naval Developments: 1919–1929, *The Journal of Strategic Studies*, 5(3), 416–439.
- Freeman, Chris, (1995), The ‘National Systems of Innovation’ in Historical Perspective, *Cambridge Journal of Economics*, 19, 5–24.
- Geels, F. W., (2006), Co-evolutionary and Multi-level Dynamics in Transitions: The Transformation of Aviation Systems and the Shift from Propeller to Turbojet (1930–1970), *Technovation*, 26(9), 999–1016.
- Gibbons, Michael, (1994), Transfer Sciences: Management of Distributed Knowledge Production, *Empirica*, 21, 259–270.
- Godshall, Stacy H. ve Frederick, Robert A., (2019), Collaborative Space and Propulsion Education: Leveraging All Sectors of the Space Enterprise to Benefit the Future US Space and Propulsion Workforce!, *AIAA Propulsion and Energy 2019 Forum*, 1–8.
- Guglieri, Giorgio; Hanus, Daniel ve Revel, Pascal, (2017), A Proposal for Ensuring the Quality of Aerospace Engineering Higher Education in Europe, *Transportation Research Procedia*, 28, 207–216.
- Granovetter, Mark, (1985), Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness, *American Journal of Sociology*, Vol.91, No.3, 481–510.
- Greinert, Wolf-Dietrich, (2004), European Vocational Training ‘Systems’: Some Thoughts on the Theoretical Context of Their Historical Development, *The European Journal ‘Vocational Training’*, No.32/II, 18–25.

- Günergun, Feza ve Kadioğlu, Sevtap, (2011), Bilim İnsanlarının Ülkeler Arası Yolculuğu: İstanbul Üniversitesi'nde Dört Yabancı Astronom (1938-1958), *Osmanlı Bilimi Araştırmaları*, XIII/1, 43–79.
- Gürlek, T. Bilgehan, (2017), Ekonomide Yeni Tanımlamalar: Döngüsel Ekonomi ve İnovasyon, Toplum 5.0, Bütünsel Yaklaşımlar, *Herkese Bilim Teknoloji Dergisi*, S.89, 8–9.
- Hamer, Susan, (2010) Developing an Innovation Ecosystem: A Framework for Accelerating Knowledge Transfer, *Journal of Management & Marketing in Healthcare*, 3(4), 248–255.
- Harrison, Mark, (2003), The Political Economy of a Soviet Military R&D Failure: Steam Power for Aviation, 1932 to 1939, *The Journal of Economic History*, 63(1), 178–212.
- International Centre for Technical and Vocational Education and Training [UNEVOC], (2012), World TVET Database: Germany, UNESCO.
- , (2013), World TVET Database: Turkey, UNESCO.
- , (2014), World TVET Database: United States of America, UNESCO.
- , (2018), TVET Country Profile: China, UNESCO.
- İnam, Ahmet, (2016), Teknoloji-Bilim İlişkisinin İnsan Yaşamında Yeri, *Yeni Türkiye Dergisi*, 88, 1–10.
- Jackson, Deborah J., (2011), What is an Innovation Ecosystem?, *National Science Foundation*, Arlington, VA.
- Jansen, Jonathan D., (2002), Mode 2 Knowledge and Institutional Life: Taking Gibbons on a Walk through a South African University, *Higher Education*, 43, 507–521.
- Johnson, Vicki S., (1996), Student Success in Aviation and Aerospace Education at Embry-Riddle Aeronautical University, *SAE transactions*, 1375–1381.
- Jucevicius, Giedrius; Juceviciene, Rita; Gaidelys, Vaidas ve Kalman, Aniko, (2016), The Emerging Innovation Ecosystems and "Valley of Death": Towards the Combination of Entrepreneurial and Institutional Approaches, *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 27(4), 430–438.

- Kalkan, Kaan, (2019), Uzaktan Algılama, *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, S.625, 72–81.
- Kaplinsky, Raphael, (1990), Teknolojik Devrim ve Uluslararası İşbölümünde Üçüncü Dünyanın Yeri, (Çev. Aykut Göker), *Mühendis ve Makina Dergisi*, C.31, S.369, 5–14.
- Kara, Necmi, (2013), Havacılıkta Katmanlı İmalât Teknolojisinin Kullanımı, *Mühendis ve Makina Dergisi*, C.54, S.636, 70–75.
- Karaboğa, Kezban, (2019), “Türkiye’nin Teknolojide Önceliği Malzeme Olmalı”, *Herkese Bilim Teknoloji Dergisi*, S.175, 21.
- Kim, Linsu, (2001), The Dynamics of Technological Learning in Industrialisation, *International Social Science Journal*, 53(168), 297–308.
- King, David R., (2006), The American Aircraft Industrial Base: On the Brink, *Air and Space Power Journal*, 1–9.
- King, W.J., ve Skakoon, James G., (2010), The Unwritten Laws of Engineering, *Mechanical Engineering*, October 2010, 132(10), 42–46.
- Kiper, Mahmut, (2004), Teknoloji Transfer Mekanizmaları ve Bu Kapsamda Üniversite-Sanayi İşbirliği, *TMMOB 50. Yıl Yayınları*, 59–122.
- , (2009), Fabrikalar Kuran Fabrika Kardemir ve Türkiye Cumhuriyeti Demir Çelik Öyküsü, *TMMOB Makina Mühendisleri Odası Bülten*, 38–41.
- Kraus, Theresa L., (2014), From Air Conditioning Youth to STEM: The FAA and Aviation Education, 1935-2007, *Federal History*, 6, 35–60.
- Krefting, Laura, (1991), “Rigor in Qualitative Research: The Assessment of Trustworthiness”, *American Journal of Occupational Therapy*, V.45, N.3, 214–222.
- Kumar, Satish; Pradhan, S.D.; Sibal, Kanwal; Bedi, Rahul ve Ganguly, Bidisha, (2011), India’s Strategic Partners: A Comparative Assessment, *New Delhi: Foundation for National Security Research*, November, 285.
- Kunter, Kunt, (1995), Uzayda ABD-Rus İşbirliği, *Bilim ve Teknik Dergisi*, S.330, 86.

- Lall, S., (2000), Technological Change and Industrialization in the Asian Newly Industrializing Economies: Achievements and Challenges, (içinde) *Technology, Learning&Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*, 13–68.
- Larson, Lotta C. ve Miller, Teresa Northern, (2011), 21st Century Skills: Prepare Students for the Future, *Kappa Delta Pi Record*, 47(3), 121–123.
- Latour, Bruno, (1996), On Actor-Network Theory: A Few Clarifications, *Soziale welt*, 47(4), 369–381.
- Laudante, Elena, (2017), Industry 4.0, Innovation and Design: A New Approach for Ergonomic Analysis in Manufacturing System, *The Design Journal*, V.20, 2724–2734.
- Law, John, (1992), Notes on Theory of the Actor-Network: Ordering, Strategy and Heterogeneity, *Systems Practice*, 5(4), 379–393.
- Leloğlu, Uğur Murat, (2009), Latecomer Advantage in Space Technologies: A Posse Ad Esse. *Data Systems in Aerospace, DASIA 2009*.
- Leloğlu, Uğur Murat ve Gençay, Barış, (2012), How Newcomers Will Participate in Space Exploration, *Space Science*, 1, 3–24.
- Lewin, Keith, (1993), Investing in Technical and Vocational Education: A Review of the Evidence, *The Vocational Aspect of Education*, 45(3), 217-227.
- Leydesdorff, Loet, (2012), The Triple Helix, Quadruple Helix, ..., and an N-Tuple of Helices: Explanatory Models for Analyzing the Knowledge-Based Economy?, *Journal of the Knowledge Economy*, V.3, I.1, 25–35.
- Leydesdorff, Loet, ve Etzkowitz, Henry, (2001), A Triple Helix of University-Industry-Government Relations: “Mode 2” and the Globalization of “National” Systems of Innovation, *Science Under Pressure*, 7, 7–33.
- Logsdon, David, (2006), America's Aerospace Workforce at Crossroads, *Brown Journal of World Affairs*, 13(1), 243–254.
- Logsdon, John M., (2008), Why Space Exploration Should be a Global Project, *Space Policy*, 24(1), 3–5.

- Lowell, Briant Lindsay ve Findlay, Allan M., (2001), Migration of Highly Skilled Persons from Developing Countries: Impact and Policy Responses, *International Migration Papers*, 44, 25.
- Lundvall, Bengt-Åke, (2015), The Origins of the National Innovation System Concept and Its Usefulness in the Era of the Globalizing Economy, *13th Globelics Conference*, Havana.
- Maga, Murat, (1997), Hindistan Uzay Yarışında, *Tübitak Bilim ve Teknik Dergisi*, S.360, 4.
- Mayo, Marriela J., (2007), Games for Science and Engineering Education, *Communications of the ACM*, 50(7), 30–35.
- McDowell, Jonathan C., (2018), The Edge of Space: Revisiting the Karman Line, *Acta Astronautica*, 151, 668–677.
- McGrath, Simon, (2012), Vocational Education and Training for Development: A Policy in Need of a Theory?, *International Journal of Educational Development*, 32, 623–631.
- McMillan, Charles J., (1991), Going Global: Japanese Science-Based Strategies in the 1990s, *Managerial and Decision Economics*, 171–181.
- Mercan, Birol ve Göktaş, Deniz, (2011), Components of Innovation Ecosystems: A Cross-Country Study, *International Research Journal of Finance and Economics*, 176, 102–112.
- Mowery, David C., ve Rosenberg, Nathan, (1985), Commercial Aircraft: Cooperation and Competition Between the US and Japan, *California Management Review*, 27(4), 70–92.
- Möller, Torger; Schmidt, Marion ve Hornbostel, Stefan, (2016), Assessing the Effects of the German Excellence Initiative with Bibliometric Methods, *Scientometrics*, 109(3), 2217–2239.
- Musi, Sarah, M., (2016), Vanguard: A Pre-History of The Boeing Company, (içinde) *54th AIAA Aerospace Sciences Meeting*, 1–33.
- Nafukho, Fredrick Muyia; Hairston, Nancy ve Brooks, Kit, (2004), Human Capital Theory: Implications for Human resource Development, *Human Resource Development International*, 7(4), 545–551.

- Nakayama, Takashi, (1997), The Keisho of Development Technology: The Case of the Japanese Aircraft Industry, *Journal of Product Innovation Management*, 14(5), 393–405.
- Niosi, Jorge ve Zhegu, Majlinda, (2005), Aerospace Clusters: Local or Global Knowledge Spillovers?, *Industry and Innovation*, 12(1), 5–29.
- Noor, Ahmed K, (2011), Intelligent Adaptive Cyber-Physical Ecosystem for Aerospace Engineering Education, Training, and Accelerated Workforce Development, *Journal of Aerospace Engineering*, 24(4), 403–408.
- Ocak, Mahir, (2014), Çin Parçacık Çarpıştırıcı Kurmaya Hazırlanıyor, *Bilim ve Teknik Dergisi*, S.562, 7.
- “Ortak Bilinç-Ortak Akıl Aramak: Geleceği Çok Bilenler Değil, Sıradan İnsanların Ortak Akı Öngördü”, *Herkes Bilim Teknoloji Dergisi*, S.118, 12–14.
- Özalp, Tamer, (2009a), Space as a Strategic Vision for Turkey and Its People, *Space Policy*, 25(4), 224–235.
- Özdemir, Murat, (2010), Nitel Veri Analizi: Sosyal Bilimlerde Yöntembilim Sorunsalı Üzerine Bir Çalışma, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 323–343.
- Özelçi Eceral, Tanyel, (2017), Türk Savunma ve Havacılık Sanayisinin Küresel, Ulusal ve Yerel Dinamikleri: Ankara Örneği, *Gazi Akademik Bakış*, 11(21), 87–106.
- Özer, Mahmut, (2019), Mesleki ve Teknik Eğitimde Sorunların Arka Planı ve Türkiye'nin 2023 Eğitim Vizyonunda Çözümüne Yönelik Yol Haritası, *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 9(1), 1–11.
- Özgüler, Verda Canbey, (2018), İşgücü Piyasalarında Gençler ve Mesleki Yeterlilikler Sistemi, *Verimlilik Dergisi*, 2, 115–132.
- Öztürk, Fahrettin, (2018), Ülkemizde 4. Sanayi Devrimi ve Havacılık Uygulamaları, *Bilim ve Teknik Dergisi*, S.602, 64–73.
- Özyurt, Hasan, (1981), Atatürk Dönemi, Birinci ve İkinci Beş Yıllık Sanayileşme Planları ve Türk Ekonomisindeki Yapı Değişikliğine Etkileri (1933–1938), *Sosyoloji Konferansları Dergisi*, S.19 Atatürk Özel Sayısı, 97–118.

- Perçin, Mustafa ve Uzol, Oğuz, (2019), ODTÜ-Rüzgem Büyük Rüzgar Tüneli, *Mühendis ve Makina Dergisi*, 47–51.
- Rabelo, Ricardo; Bernus, Peter ve Romero, David, (2015), Innovation Ecosystems: A Collaborative Networks Perspective, *16th Working Conference on Virtual Enterprises (PROVE)*, Albi, France, 323–336.
- Rose, Nancy L., (1986), *The Government's Role in the Commercialization of New Technologies: Lessons for Space Policy*, MIT Sloan School of Management Working Paper #18, 11–86.
- Rosenkopf, Lori ve Schilling, Melissa A., (2007), Comparing Alliance Network Structure across Industries: Observations and Explanations, *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1(3- 4), 191–209.
- Sarıcan, Batuhan, (2019), “Lisede Üniversite Mühendisliği Düzeyinde Eğitim: Öğren, Problemi Çöz, Tasarla, Üret ve Ürüne Dönüştür”, *Herkese Bilim Teknoloji Dergisi*, S.172, 8–9.
- Sarılgan, Ali Emre, (2011), Türkiye’de Bölgesel Havayolu Taşımacılığının Geliştirilmesi İçin Yapılması Gerekenler, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C.11, S.1, 69–88.
- Schatzberg, Eric, (1994), Ideology and Technical Choice: The Decline of the Wooden Airplane in the United States: 1920-1945, *Technology and Culture*, 35(1), 34–69.
- Schoonmaker, Mary G. ve Carayannis, Elias G., (2013), Mode 3: A Proposed Classification Scheme for the Knowledge Economy and Society, *Journal of the Knowledge Economy*, V.4, I.4, 556–577.
- Seidl, Michael ve Kleiner, Brian H., (1999), Downsizing in the Aerospace Industry, *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, V.71, N.6, 546–549.
- Sezer, İlay Çelik, (2019), “Uzay Çöpleriyle Mücadelede Teknolojik Adımlar”, *Bilim ve Teknik Dergisi*, S.620, 14–25.

- Sibley, Katherine A.S., (1999), Soviet Industrial Espionage against American Military Technology and the US Response, 1930–1945, *Intelligence and National Security*, 14(2), 94–123.
- Shinn, Terry, (2002), The Triple Helix and New Production of Knowledge: Prepackaged Thinking on Science and Technology, *Social Studies of Science*, 32(4), 599–614.
- Solakoglu, Erhan ve Hassoy, B. (2007), Space Research Programs in 21st Century and Challenges for Turkey, *3rd International Conference on Recent Advances in Space Technologies*, 54–58.
- Spearrin, R. Mitchell ve Bendana, Fabio A., (2019), Design-Build-Launch: A Hybrid Project-Based Laboratory Course for Aerospace Engineering Education, *Acta Astronautica*, 157, 29–39.
- Şen, İsmail, (2018), “Henüz Gelmemiş Gelecek Hakkında Bir Yazı (2) Müstakbel Harplerde Hayatın Hiç Kıymeti Kalmayacaktır”, *Uçak Teknisyenleri Derneği (UTED) Havacılık Dergisi*, Nisan 2018/4, 18–23.
- Tantekin-Ersolmaz, Ş. Birgül; Ekinci, Ekrem ve Sağlamer, Gülsün, (2004), Engineering Education in Turkey: From Ottomans to the Republic, *Proceedings of the 2004 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, 9, 1.
- Tiryakioğlu, Murad, (2011), Teknoloji Transferi, Teknoloji Yoksulluğu Mu?, *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, C.66, N.2, 169–199.
- , (2016), Türkiye Ekonomisinde Geç Kalkınmanın ve Yerli Üretimin Ekonomi Politikası, *Ege Akademik Bakış*, C.16, S.2, 177–196.
- “Top 100 Aerospace Companies by Revenue 2018”, *Flight International*, 3-9 September 2019, 3.
- Tuncel, Cem Okan, (2014), Orta Gelir Tuzağı ve İnovasyon Politikaları: Doğu Asya Deneyimi ve Türkiye İçin Dersler, *Maliye Dergisi*, 167, 40–70.
- Wollschlager, Norbert ve Reuter-Kumpmann, Helga, (2004), From Divergence to Convergence: A History of Vocational Education and Training in Europe, *The European Journal: Vocational Training*, No.32/II, 6–17.

- Watkins, Andrew; Papaioannou, Theo; Mugwagwa, Julius ve Kale, Dinar, (2015), National Innovation Systems and the Intermediary Role of Industry Associations in Building Institutional Capacities for Innovation in Developing Countries: A Critical Review of the Literature, *Research Policy*, V.44, I.8, 1407–1418.
- Yalçın, Osman, (2010), Türk Devleti'nin Uçak Fabrikası Kurma Mücadelesinde İlk Girişim: Tayyare ve Motor Türk Anonim Şirketi (TOMTAŞ) ve Kayseri Uçak Fabrikası, *Atatürk Araştırma Merkezi Dergisi*, 26(78), 561–588.
- , (2013), Türk Hava Kurumu'nun Kurduğu Hava Harp Sanayii Fabrikaları, *Atatürk Araştırma Merkezi Dergisi*, 29(86), 135–180.
- Yavuz, İsmail, (2013), THK Etimesgut Uçak Fabrikası 1939-1950, *Mühendis ve Makina Dergisi*, S.636, C.54, 32–36.
- Yuan, Yuan ve Peeters, W., (2019), Research Viewpoint: Rapid Growth of the Chinese Commercial Space Sector, *Astropolitics*, 17(3), 191–207.
- Yusufoğlu, Nedime Tuba ve Kara Pilehvarian, Nuran, (2017), Beşiktaş Tayyare Fabrikası (1936-1943), *Megaron*, 12(2), 249–262.
- Ziderman, Adrian, (1997), National Programmes in Technical and Vocational Education: Economic and Education Relationships, *Journal of Vocational Education and Training*, 49(3), 351–366.
- Zhou, Keliang; Liu, Taigang ve Zhou, Lifeng, (2015), Industry 4.0: Towards Future Industrial Opportunities and Challenges, (içinde) *12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 2147–2152.

TEZLER

- Aşçı, H. Bahar, (2012), Eğitim İstihdam İlişkisini Açıklayan Kuramlar Çerçevesinde Savunma Sanayi İşletmelerinde İşgücü Piyasası Analizi, *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Kara Harp Okulu.
- Dede, Gülin, (2013), Türkiye İçin Uzay Teknolojileri Öngörü Çalışması, *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Kara Harp Okulu.

Gökbayrak, Şenay, (2006), Gelişmekte Olan Ülkelerden Gelişmiş Ülkelere Nitelikli İşgücü Göçü ve Politikalar-Türk Mühendislerinin Beyin Göçü Üzerine Bir İnceleme, *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, Ankara Üniversitesi.

Jackson, Ian, (2004), The Economics of the UK Aerospace Industry: A Transaction Cost Analysis of Defence and Civilian Firms, *Yayımlanmamış Doktora Tezi*, University of York.

Nelson, Erin M, (2010), Oklahoma Aerospace Intellectual Capital/Educational Recommendations: an Inquiry of Oklahoma Aerospace Executives, *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Oklahoma State University.

ÇEVİRİMİÇİ KAYNAKLAR

Advanced Manufacturing Research Centre [AMRC], Background, <https://www.amrc.co.uk/pages/background>, (Erişim Tarihi: 23.10.2018).

American Institute of Aeronautics and Astronautics [AIAA], Aerospace History Timeline”, <https://www.aiaa.org/about/History-and-Heritage/History-Timeline>, (Erişim Tarihi: 06.02.2020)

Amir, R. Amir ve Weiss, Stanley I., (2019), Aerospace Industry: Definition and Facts, *Encyclopædia Britannica*, [Yayın tarihi: 8 Kasım 2019], <https://www.britannica.com/technology/aerospace-industry>, (Erişim Tarihi: 02.02.2020).

Arslanhan Memiş, Selin, (2018a), “SpaceX Sadece Bir Uzay Teknolojisi Midir?”, <https://www.dunya.com/kose-yazisi/spacex-sadece-bir-uzay-teknolojisi-midir/402960>, (Erişim Tarihi: 20.02.2018).

—, (2018b), “Teknoloji Politikalarında Türkiye'nin Önceliği: Finansal Destek”, <https://www.redisinnovation.com/single-post/2018/06/23/Teknoloji-politikalarinda-Turkiyenin-önceliği-finansal-destek>, (Erişim Tarihi: 23.06.2018).

Aselsan Elektronik Sanayi ve Ticaret A.Ş. ve Bağlı Ortaklığı, 1 Ocak-30 Eylül 2015 Dönemine İlişkin Yönetim Kurulu Faaliyet Raporu, <https://www.kap.org.tr/tr/ek-indir/33E83439A755023CE0530A4A622B5826>, (Erişim Tarihi: 19.07.2019).

Aslan, Alim Rüstem, (2014), “Uzay keşfinin neresindeyiz?”, <http://www.aljazeera.com.tr/gorus/uzay-kesfinin-neresindeyiz>, (Erişim Tarihi: 08.05.2018).

—, (2018), İTÜ-SSDTL Contributions to National and International Space Technology Development and Capacity Building with CubeSat and CanSat, *United Nations/Brazil Symposium on Basic Space Technology “Creating Novel Opportunities with Small Satellite Missions*, http://www.unoosa.org/documents/pdf/psa/activities/2018/Symposium_Brazil_BSTI/presentations/oral/S12_03_ARASLAN-BSTI2018-NATAL-P.pdf, (Erişim Tarihi: 05.02.2020).

Bédier, Christophe; Vancauwenberghe, Maxence ve van Sintern, Wolff, (2008), “The growing role of emerging markets in aerospace”, <https://www.mckinsey.com/industries/travel-transport-and-logistics/our-insights/the-growing-role-of-emerging-markets-in-aerospace>, (Erişim Tarihi: 12.05.2018).

Bocutoğlu, Ersan ve Dinçaslan, Mehmet, (2014), 1925-1950 Döneminde Türk Havacılık Endüstrisi ve İkinci Dünya Savaşı Sonrası Konjonktürün Türk Havacılık Endüstrisine Etkileri, <http://acikerisim.ktu.edu.tr/jspui/handle/123456789/211>, (Erişim Tarihi: 15.02.2020).

Bundesverband der Deutschen Industrie [BDI], “More science in politics”, <https://english.bdi.eu/article/news/more-science-in-politics/>, (Erişim Tarihi: 26.01.2019).

Bugos, Glenn E., (2001), History of the Aerospace Industry, *EH.Net Encyclopedia*, (ed. Robert Whaples), <http://eh.net/encyclopedia/the-history-of-the-aerospace-industry/>, (Erişim Tarihi: 02.02.2020).

Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, *Occupational Outlook Handbook*, Aerospace Engineers, <https://www.bls.gov/ooh/architecture-and-engineering/aerospace-engineers.htm>, (Erişim Tarihi: 24.01.2020).

Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, *Occupational Outlook Handbook*, Aerospace Engineering and Operations Technicians, <https://www.bls.gov/ooh/architecture-and-engineering/aerospace-engineering-and-operations-technicians.htm>, (Erişim Tarihi: 02.02.2020).

Chambers, Mark A., (?), From Research to Relevance Significant Achievements in Aeronautical Research at Langley Research Center (1917–2002), https://www.nasa.gov/centers/langley/pdf/70787main_FR2R.pdf, (Erişim Tarihi: 15.02.2020).

Cook, Joshua ve Samareh, Jamshid, (2020), Machine Learning For Planetary Mining Applications, *NASA Technical Reports Server*, <https://ntrs.nasa.gov>, (Erişim Tarihi: 20.04.2020).

“China is building Beidou, a \$12 billion rival to the American-run GPS”, <https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/china-is-building-beidou-a-12-billion-rival-to-the-american-run-gps>, (Erişim Tarihi: 05.02.2020).

Economic and Social Council [ECOSOC], (2019), Special Edition: Progress towards the Sustainable Development Goals, <https://undocs.org/E/2019/68>, (Erişim Tarihi: 26.01.2020).

“Engineering Summer Camps”, http://www.engineeringedu.com/store/index.php?route=information/information&information_id=8, (Erişim Tarihi: 05.03.2020).

European Space Agency Business Incubation Centres [ESA BIC], http://www.esa.int/Applications/Telecommunications_Integrated_Applications/Business_Incubation/ESA_Business_Incubation_Centres12, (Erişim Tarihi: 04.02.2020).

“Goal 17 Partnerships for the Goals”, <https://www.globalgoals.org/17-partnerships-for-the-goals>, (Erişim Tarihi: 17.11.2019).

Göker, Aykut, (2000), Bilim ve Teknolojide Değişim Değişen Mühendislik Profili, Geleceğin Mühendisi, Bilkent Üniversitesi “Science, Technology, and Society Course” Seminer Notları, <http://www.inovasyon.org/pdf/AYK.Bilkent.Kasim00Rev.01.pdf>, (Erişim Tarihi: 04.12.2019).

Gürak, Hasan, (2003), Hidden Costs of Technology Transfer, *YK Economic Review*, <https://econwpa.ub.uni-muenchen.de/econ-wp/get/papers/0309/0309003.pdf>, (Erişim Tarihi: 26.12.2019).

- Hager, Paul, (2012), Towards a New Paradigm of Vocational Learning, <https://opus.lib.uts.edu.au/bitstream/10453/7948/1/2007000770.pdf>, (Erişim Tarihi: 02.02.2020).
- Hannon, Valerie; Alec Patton ve Julie Temperley, (2011), Developing an Innovation Ecosystem for Education, <https://www.globalcitizenleaders.com/wp-content/uploads/2017/03/Innovation-Educat-CISCO.pdf>, (Erişim Tarihi: 21.12.2019).
- Institute of International Education [IIE], (2019), *Fields of Study of Students from Selected Places of Origin, 2016/17-2018/19*, Open Doors Report on International Educational Exchange, <http://www.iie.org/opendoors>, (Erişim Tarihi: 26.02.2020)
- International Centre for Technical and Vocational Education and Training [UNEVOC], (2019), Virtual Conference on Artificial Intelligence in Education and Training, Virtual Conference Report, https://unevoc.unesco.org/pub/vc_synthesis_27.pdf, (Erişim Tarihi: 21.01.2020).
- Kamiya, Setsuko, (2009), Japan a Low-Key Player in Space Race, https://www.japantimes.co.jp/news/2009/06/30/reference/japan-a-low-key-player-in-space-race/#.XjFMNtFS_OQ, (Erişim Tarihi: 29.01.2020).
- Koen, Peter A. ve Kohli, Pankaj, (1998), ABET 2000: What are the Most Important Criteria to the Supervisors of New Engineering Undergraduates?, <https://peer.asee.org/6903>, (Erişim Tarihi: 23.01.2020).
- Leloğlu, Uğur Murat; Tunalı, Erol ve Dural, Gölbin, (2010), Yer Gölzlemde Kölçük Uydu Teknolojisi ve Tölriye'nin Yolu, <https://www.researchgate.net>, (Erişim Tarihi: 20.04.2020).
- Lockheed Martin International Turkey, <https://www.lockheedmartin.com/en-us/who-we-are/international/turkey.html>, (Erişim Tarihi: 21.05.2018).
- Lorell, Mark A.; Lowell, Julia F.; Moore, Richard M.; Greenfield, Victoria A. ve Vlachos-Dengler, Katia, (2002), Going Global? U.S. Government Policy and the Defense Aerospace Industry, Santa Monica, CA: RAND Corporation, https://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1537.html, (Erişim Tarihi: 30.01.2020).

Mesleki Yeterlilik Kurumu [MYK], Sektör Komiteleri, <https://www.myk.gov.tr/index.php/tr/sector-komiteleri>, (Erişim Tarihi: 04.01.2019).

Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü [MTEGM], Mesleki ve Teknik Ortaöğretim Sistemi, https://mtegm.meb.gov.tr/www/icerik_goruntule.php?KNO=1065, (Erişim Tarihi: 25.01.2020).

Meza, David, (2017), How NASA Finds Critical Data through a Knowledge Graph, <https://neo4j.com/blog/nasa-critical-data-knowledge-graph/>, (Erişim Tarihi: 02.11.2019).

Morrison, Murdo, (2019), Golden Weddings, *Flight International*, 3-9 September 2019, 28–41, <https://www.flightglobal.com/download?ac=67085>, (Erişim Tarihi: 17.02.2020).

NASA, Beyond Earth: Expanding Human Presence into the Solar System, https://www.nasa.gov/exploration/news/GES_FAQ.html, (Erişim Tarihi: 06.02.2020).

NASA Space Science Data Coordinated Archive [NSSDC], (2014), The NASA Master Directory Held at the NASA Space Science Data Center, <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/SpacecraftQuery.jsp>, (Erişim Tarihi: 05.02.2020).

National Science Foundation [NSF], (2013), ATE@20:Two Decades of Advancing Technological Education, A Report on the Transformation of Technician Education by the National Science Foundation’s Advanced Technological Education Program, https://atecentral.net/local/misc/ATE_at_20.pdf, (Erişim Tarihi: 10.02.2020).

NATO Support and Procurement Agency [NSPA], “Strategic Airlift Capability (SAC)”, <https://www.nspa.nato.int/en/organization/NAMP/sac.htm>, (Erişim Tarihi: 23.10.2018).

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], (2000), “Science, Technology and Industry Outlook”, <http://www.oecd.org/science/inno/1894907.pdf>, (Erişim Tarihi: 19.05.2018).

—, (2014a), The Space Economy at a Glance 2014, <http://www.oecd.org/science/the-space-economy-at-a-glance-2014-9789264217294-en.htm>, (Erişim Tarihi: 19.05.2018).

“Öğretmenlere Savunma Sanayi Eğitimi”, <https://mtegm.meb.gov.tr/www/ogretmenlere-savunma-sanayi-egitimi/icerik/2313>, (Erişim Tarihi: 07.07.2019).

Özalp, Tamer, (2009b), The Status of Turkish National Earth Observation Missions, *Ground Segment Coordination Body (GSCB) Workshop*, https://earth.esa.int/documents/1656065/1664726/30-Turkish_EO_missions_status, (Erişim Tarihi: 05.02.2020).

Paone, Matteo ve Sasanelli, Nicola, (2016), Aerospace Clusters World's Best Practice and Future Perspectives: An Opportunity for South Australia, <http://www.piar.it/report09today/paone2016.pdf>, (Erişim Tarihi: 31.01.2020).

“Position Paper of the PEGASUS network on future innovation in aerospace”, https://www.pegasus-europe.org/wp-content/uploads/Relevant_Docs/Pegasus_position_paper.pdf, (Erişim Tarihi: 25.02.2020).

President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST), “University-Private Sector Research Partnerships in the Innovation Ecosystem”, November 2008, www.nasa.gov/pdf/404101main_past_research_partnership_report_BOOK.pdf, (Erişim Tarihi: 01.06.2018).

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı [STB], (2017), Sanayinin İhtiyaç Duyduğu İşgücü Nitelikleri Raporu, <https://kusip.gov.tr>, (01.06.2018)

—, Ar-Ge Teşvikleri Genel Müdürlüğü, (2019), *Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği (KÜSİ)*.

“ShanghaiRanking's Global Ranking of Academic Subjects 2019 - Aerospace Engineering”, <http://www.shanghairanking.com/Shanghairanking-Subject-Rankings/aerospace-engineering.html>, (Erişim Tarihi: 06.03.2020).

Smith, Ralph J., (2020), Engineering, *Encyclopædia Britannica*, [Son güncelleme: 28 Şubat 2020], <https://www.britannica.com/technology/engineering>, (Erişim Tarihi: 02.03.2020).

“The 10 skills you need to thrive in the Fourth Industrial Revolution”, <https://www.weforum.org>, (Erişim Tarihi: 03.12.2019).

The Future of Work, <https://www.ilo.org/100/en/story/future>, (09.11.2019).

The National Advisory Committee for Aeronautics [NACA],
http://www.centennialofflight.net/essay/Evolution_of_Technology/NACA/Tech1.htm,
(15.02.2020).

Thompson, Victor; Decker, Brady; Hardash, Jill A-C ve Summers, Richard O., (2012),
“NASA (In)novation Ecosystem: Taking Technology Innovation from Buzz to Reality”,
Conference Paper, IEEE Aerospace Conference Proceedings,
https://www.researchgate.net/publication/261113237_NASA_Innovation_Ecosystem_Taking_technology_innovation_from_buzz_to_reality, (Erişim Tarihi: 24.05.2018).

“Three Schools are designated rotorcraft research centers”,
<https://aviationweek.com/awin/three-schools-are-designated-rotorcraft-research-centers>,
(Erişim Tarihi: 07.07.2019).

TMMOB Mimarlar Odası Ankara Őubesi Kent İzleme Merkezi, (2015), Ankara Rüzgâr
Tüneli Tescil Öneri Raporu,
<http://www.mimarlarodasiankara.org/download/artTesOneri.pdf>, (Erişim Tarihi:
25.02.2020).

“TUSAŞ Yeni Teknolojilere Akademiyle Kanatlanacak”,
<https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/tusas-yeni-teknolojilere-akademiyle-kanatlanacak/1375431>, (Erişim Tarihi: 28.01.2019).

Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], (2018), Temel İstatistikler, Araştırma Geliştirme
Faaliyetleri İstatistikleri, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?method=temelist>, (Erişim
Tarihi: 22.02.2020).

US Department of Education, (2013), NCES Data Point: Trends in CTE Coursetaking,
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED544453.pdf>, (Erişim Tarihi: 22.02.2020).

Williams, Elizabeth, (2019), Science and Technology (Ottoman Empire/Middle East),
International Encyclopedia of First World War, https://encyclopedia.1914-1918-online.net/article/science_and_technology_ottoman_empiremiddle_east, (Erişim Tarihi:
06.03.2020).

EKLER

EK-1 İMALAT SANAYİ ALT SEKTÖRLERİNİN TEKNOLOJİ SINIFLANDIRMASI

Teknoloji Seviyeleri	İmalat Sanayi
Yüksek Teknoloji	<ul style="list-style-type: none">• Havacılık ve uzay taşıtları imalatı• Eczacılık ve tıpta kullanılan kimyasal ve bitkisel kaynaklı ürünlerin imalatı• Büro, muhasebe ve bilgi işlem makinaları imalatı• Radyo, televizyon, haberleşme teçhizatı ve cihazları imalatı• Tıbbi aletler, hassas ve optik aletler ile saat imalatı
Orta Üst Teknoloji	<ul style="list-style-type: none">• Elektrikli makina ve cihazların imalatı, b.y.s.• Motorlu kara taşıtı, römork ve yarı-römork imalatı• Demiryolu ve tramvay lokomotifleri ile vagonlarının imalatı• Kimyasal madde ve ürünlerinin imalatı• Makina ve teçhizat imalatı, b.y.s.
Orta Alt Teknoloji	<ul style="list-style-type: none">• Deniz taşıtlarının yapımı ve onarımı• Plastik ve kauçuk ürünleri imalatı• Kok kömürü, rafine edilmiş petrol ürünleri ve nükleer yakıt imalatı• Metalik olmayan diğer mineral ürünlerinin imalatı• Metal eşya (makine ve teçhizatı hariç) sanayileri• Ana metal sanayi sanayileri
Düşük Teknoloji	<ul style="list-style-type: none">• Mobilya ve diğer imalat• Ağaç ve mantar ürünleri (mobilya hariç)• Kağıt ve kağıt ürünleri• Basım ve yayım• Gıda ürünleri ve içecek• Tütün ürünleri• Tekstil ürünleri• Giyim eşyası• Deri ve ayakkabı

Kaynak: TÜSİAD, 2008:53'den uyarlanmıştır.

ZUL

TURKEY

1954-55

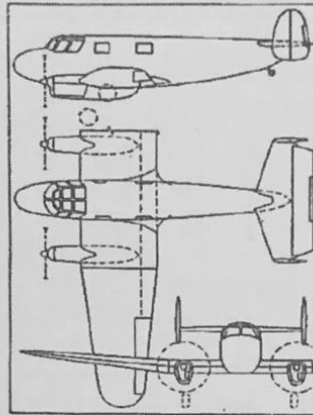
M.K.E.K.
MAKİNE-KİMYA ENDÜSTRUSU KURUMU.
 HEAD OFFICE: M.K.E. GENEL MD., ANKARA.
 AIRCRAFT ENGINEERING DIVISION: MOTOR F.B., GAZI, ANKARA.
 AIRCRAFT DIVISION: UÇAK F.B., ETİMESİZ, ANKARA.
 ENGINE DIVISION: MOTOR F.B., GAZI, ANKARA.

The Aircraft and Engine factories of the M.K.E.K. were founded by the Turkish Air League (Türk Hava Kurumu-T.H.K.) in 1941 and 1947 respectively and had been controlled by the League until 1952.

In that year they were taken over by the M.K.E.K., an official establishment which includes the principal branches of the mechanical and chemical industries in Turkey. Aircraft manufacture in Turkey is now being undertaken solely by this State organisation.



The M.K.E.K. Model 5A Light Transport (two 130 h.p. D.H. Gipsy Major engines).



The M.K.E.K. Model 5A Light Transport.

THE M.K.E.K. MODEL 1
 (formerly THK-15).

TYPE.—Two-seat Trainer.
WINGS.—Low-wing cantilever monoplane. NACA 4412 wing section. Aspect ratio 15. Dihedral 6°. Incidence 1° at root, 0° at tip. Chord 1.95 m. (6 ft. 4½ in.) at root, 0.85 m. (2 ft. 9¼ in.) at tip. Two-spar all-metal stressed-skin construction. All-metal split flap and ailerons. Total flap area 1.432 m.² (15.4 sq. ft.). Total aileron area 1.037 m.² (11.05 sq. ft.). Gross wing area 14 m.² (150.8 sq. ft.).

FUSELAGE.—All-metal stressed-skin monocoque.

TAIL UNIT.—Cantilever monoplane type. All-metal stressed-skin construction. Areas: fin 0.499 m.² (5.34 sq. ft.), rudder 0.560 m.² (6.08 sq. ft.), tailplane 1.290 m.² (13.9 sq. ft.), elevator (total) 1.001 m.² (11.4 sq. ft.). Tailplane span 3.3 m. (10 ft. 10 in.).

LANDING GEAR.—Fixed tail-wheel type. Oleo-pneumatic (Automotive Products) shock-absorber struts. Dunlop low-pressure wheels and tyres. Track 3.6 m. (9 ft. 10 in.).

POWER PLANT.—One 145 h.p. D.H. Gipsy Major 10 ML 1 four-cylinder in-line inverted air-cooled engine. Fairly fixed-pitch metal airscrew. Two fuel tanks, one in each wing root between spars. Total fuel capacity 75 litres (16.7 Imp. gal.). Oil capacity 10 litres (2.2 Imp. gal.).

ACCOMMODATION.—Tandem seats with complete dual controls under a one-piece sliding canopy.

DIMENSIONS.—Span 10.0 m. (33 ft. 0 in.). Length 7.36 m. (23 ft. 11 in.). Height 2.25 m. (7 ft. 4½ in.).

WEIGHTS.—Weight empty 595 kg. (1,309 lb.). Weight loaded 849 kg. (1,819 lb.).

PERFORMANCE (Estimated).—Max. speed at S/L 230 km/h. (142.8 m.p.h.). Cruising speed (60% power) 195 km/h. (121 m.p.h.). Min. speed 75 km/h. (46.5 m.p.h.). Initial rate of climb 216 m./min. (710 ft./min.). Service ceiling 4,206 m. (13,780 ft.). Range 659 km. (405 miles). Take-off run 150 m. (164 yds.). Landing run 190 m. (110 yds.).

THE M.K.E.K. MODEL 2
 (formerly THK-16).

This project, which has been held up, was for a small twin-jet trainer, brief details of which were given in these pages last year under the designation THK-16.

THE M.K.E.K. MODEL 3.

This will be a two-seat side-by-side primary trainer, all details of which are at present withheld.

THE M.K.E.K. MODEL 4.

The Model 4 will be a military two-seat tandem primary trainer, all details of which are restricted.

THE M.K.E.K. MODEL 5

NACA 23018-23012 wing section. Aspect ratio 7.65. Dihedral 7°. Incidence 3°. Chord 2.60 m. (8 ft. 2½ in.) at root, 1.292 m. (4 ft. 3 in.) at tip. One-piece structure with two box spars, plywood ribs and plywood stressed-skin covering. Split-type all-wood ply-covered flaps. Differentially-operated all-wood ply-covered slotted ailerons. Fixed "letter-box" type slots in leading-edge of wing ahead of ailerons. Total flap area 1,436 m.² (15.4 sq. ft.). Total aileron area 2.80 m.² (30.1 sq. ft.). Gross wing area 28 m.² (300 sq. ft.).

FUSELAGE.—All-wood monocoque structure with vertical frames, longitudinal stringers and stressed plywood skin.

TAIL UNIT.—Cantilever monoplane type. Single-piece tailplane with twin fins and rudders as endplates. Tailplane has two-spar structure with plywood covering. Single-piece elevator has wood framework and fabric covering, and has controllable trim tab in centre. Vertical surfaces are of wood with plywood covering for fins and fabric-covering for rudders. Trim-tab in port rudder adjustable from pilot's cockpit. Areas: fins 1.77 m.² (19.0 sq. ft.), rudders 1.34 m.² (14.4 sq. ft.), tailplane 3.10 m.² (33.3 sq. ft.), elevator 2.14 m.² (23.0 sq. ft.). Tailplane span 4.15 m. (13 ft. 7 in.).

LANDING GEAR.—Fixed tail-wheel type. Main wheels on J.A.R.U. oleo-pneumatic shock-absorber legs. Dunlop differentially-operated pneumatic wheel brakes. Oleo-sprung fully-castering tail-wheel. Track 3.60 m. (11 ft. 9½ in.).

POWER PLANT.—Two 130 h.p. D.H. Gipsy Major four-cylinder in-line inverted air-cooled engines. Two-blade MKEK wood fixed-pitch airscrews. Two welded aluminium sheet fuel tanks in wings, one on each side of fuselage inboard of engine nacelles. Total fuel capacity 300 litres (66 Imp. gal.). Welded aluminium oil tank in each engine nacelle. Total oil capacity 20 litres (4.5 Imp. gal.).

ACCOMMODATION.—Enclosed accommodation

stretchers, with seat for medical attendant. Large door on starboard side for loading stretchers. Main cabin sound-proofed, cockpit and cabin heated separately. Individual ventilating arrangements.

DIMENSIONS.—Span 14.61 m. (48 ft.). Length 10 m. (32 ft. 9½ in.). Height 3.10 m. (10 ft. 2 in.).

WEIGHTS.—Weight empty 1,450 kg. (3,190 lb.). Weight loaded 1,600 kg. (4,190 lb.).

PERFORMANCE.—Max. speed at S/L 205 km/h. (127 m.p.h.). Cruising speed 190 km/h. (99 m.p.h.). Min. speed (with flaps) 100 km/h. (62 m.p.h.). Initial rate of climb 192 m./min. (630 ft./min.).

Service ceiling 4,000 m. (13,120 ft.). Range 650 km. (405 miles). Take-off run 210 m. (230 yds.). Landing run 195 m. (213 yds.).

THE M.K.E.K. MODEL 5A
 (formerly THK-5A).

TYPE.—Twin-engine Light Transport.
WINGS, FUSELAGE, TAIL UNIT, LANDING GEAR AND POWER PLANT.—Same as for M.K.E.K. Model 5.

ACCOMMODATION.—Pilot and co-pilot side-by-side with dual controls in crew compartment, seats for four passengers in cabin. Large door on starboard side gives access to both crew compartment and cabin. Luggage compartment aft of cabin accessible from inside only. Cabin is soundproofed, heated and has individual ventilation for each passenger.

DIMENSIONS, WEIGHTS AND PERFORMANCE.—Same as for M.K.E.K. Model 5.

THE M.K.E.K. MODEL 6
 (formerly THK-14).

The M.K.E.K. Model 6 is a two-seat, high-wing training sailplane. It has a wooden monocoque fuselage of circular cross-section and the wing is a wooden single-spar structure with constant taper in chord and thickness. The tail-unit is a cantilever monoplane structure and the landing gear consists of a skid under the fuselage and a single wheel. An enclosed cabin in the nose accommodates the crew of two side-by-side.

DIMENSIONS.—Span 10 m. (32 ft. 6 in.). Length 7.9 m. (25 ft. 11 in.). Wing area 22.83 m.² (245 sq. ft.). Aspect ratio 11.2.

WEIGHT AND LOADING.—Weight empty 360 kg. (792 lb.). Weight loaded 420 kg. (930 lb.). Wing loading 18.4 kg./m.² (3.77 lb./sq. ft.).

PERFORMANCE.—Max. gliding speed 181 km/h. (112 m.p.h.). Min. speed 63.0 km/h. (33.2 m.p.h.). Max. permissible diving speed 502 km/h. (312 m.p.h.).

THE M.K.E.K. MODEL 7
 (formerly THK-2).

TYPE.—Single-seat Acrobatic Trainer.
WINGS.—Low-wing cantilever monoplane. NACA2412 wing section. Aspect ratio 4.4. Wings of elliptical plan form. Wood single spar structure with a plywood leading-edge forming a D-shaped torsional box member. Hand-operated split metal flaps. Ailerons have fabric-covered wood frames. Total area of flaps 0.93 m.² (10 sq. ft.). Total area of ailerons 1,388 m.² (14.9 sq. ft.). Gross wing area 10.4 m.²

TURKEY

1954-55

M.K.E.K.

HAKINE-KIMYA ENDUSTRUSU KURUMU.

HEAD OFFICE: M.K.E. GENEL MD., ANKARA.

AIRCRAFT ENGINEERING DIVISION: MOTOR FB., GAZI, ANKARA.

AIRCRAFT DIVISION: UCAK FB., ETIMESUT, ANKARA.

ENGINE DIVISION: MOTOR FB., GAZI, ANKARA.

The Aircraft and Engine factories of the M.K.E.K. were founded by the Turkish Air League (Turk Hava Kurumu-T.H.K.) in 1941 and 1947 respectively and had been controlled by the League until 1952.

In that year they were taken over by the M.K.E.K., an official establishment which includes the principal branches of the mechanical and chemical industries in Turkey. Aircraft manufacture in Turkey is now being undertaken solely by this State organisation.

THE M.K.E.K. MODEL 1
(formerly THK-15).

TYPE.—Two-seat Trainer.

WINGS.—Low-wing cantilever monoplane. NACA 4412 wing section. Aspect ratio 16. Dihedral 6°. Incidence 1° at root, 0° at tip. Chord 1.85 m. (6 ft. 1 in.) at root, 0.85 m. (2 ft. 9 in.) at tip. Two-spar all-metal stressed-skin construction. All-metal split flaps and ailerons. Total flap area 1.432 m.² (15.4 sq. ft.). Total aileron area 1.037 m.² (11.05 sq. ft.). Gross wing area 14 m.² (150.5 sq. ft.).

FUSELAGE.—All-metal stressed-skin monocoque.

TAIL UNIT.—Cantilever monoplane type. All-metal stressed-skin construction. Areas: fin 0.493 m.² (5.34 sq. ft.), rudder 0.550 m.² (5.93 sq. ft.), tailplane 1.290 m.² (13.9 sq. ft.), elevator (total) 1.001 m.² (11.4 sq. ft.). Tailplane span 3.3 m. (10 ft. 10 in.).

LANDING GEAR.—Fixed tail-wheel type. Oleo-pneumatic (Automotive Products) shock-absorber struts. Dunlop low-pressure wheels and tyres. Track 3.0 m. (9 ft. 10 in.).

POWER PLANT.—One 145 h.p. D.H. Gipsy-Major 10 MK.1 four-cylinder in-line inverted air-cooled engine. Fairy Reed fixed-pitch metal airscrew. Two fuel tanks, one in each wing root between spars. Total fuel capacity 70 litres (10.7 Imp. gal.). Oil capacity 10 litres (2.2 Imp. gal.).

ACCOMMODATION.—Tandem seats with complete dual controls under a one-piece sliding canopy.

DIMENSIONS.—Span 10.0 m. (32 ft. 9 in.). Length 7.30 m. (23 ft. 11 in.). Height 2.55 m. (7 ft. 4 in.).

WEIGHTS.—Weight empty 595 kg. (1,309 lb.). Weight loaded 849 kg. (1,818 lb.).

PERFORMANCE (Estimated).—Max. speed at 8/11 230 km/h. (142.8 m.p.h.). Cruising speed (50% power) 195 km/h. (121 m.p.h.). Min. speed 75 km/h. (46.5 m.p.h.). Initial rate of climb 210 m./min. (710 ft./min.). Service ceiling 4,200 m. (13,780 ft.). Range 650 km. (405 miles). Take-off run 150 m. (164 yds.). Landing run 190 m. (110 yds.).

THE M.K.E.K. MODEL 2
(formerly THK-16).

This project, which has been held up, was for a small twin-jet trainer, brief details of which were given in these pages last year under the designation THK-16.

THE M.K.E.K. MODEL 3.

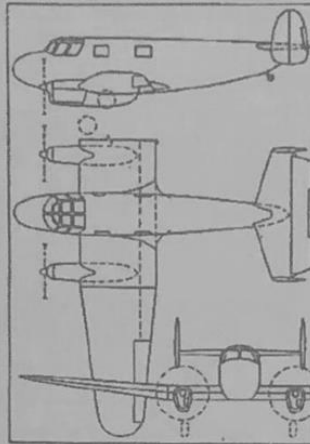
This will be a two-seat side-by-side primary trainer, all details of which are at present withheld.

THE M.K.E.K. MODEL 4.

The Model 4 will be a military two-seat tandem primary trainer, all details of which are restricted.

THE M.K.E.K. MODEL 5

The M.K.E.K. Model 5A Light Transport (two 130 h.p. D.H. Gipsy Major engines).



The M.K.E.K. Model 5A Light Transport.

NACA 23018-23012 wing section. Aspect ratio 7.05. Dihedral 7°. Incidence 3°. Chord 2.00 m. (6 ft. 7 in.) at root, 1.292 m. (4 ft. 3 in.) at tip. One-piece structure with two box spars, plywood ribs and plywood stressed-skin covering. Split-type all-wood ply-covered flaps. Differentially-operated all-wood ply-covered slotted ailerons. Fixed "letter-box" type slots in leading-edge of wing ahead of ailerons. Total flap area 1,436 m.² (15.4 sq. ft.). Total aileron area 2.80 m.² (30.1 sq. ft.). Gross wing area 28 m.² (300 sq. ft.).

FUSELAGE.—All-wood monocoque structure with vertical frames, longitudinal stringers and stressed plywood skin.

TAIL UNIT.—Cantilever monoplane type. Single-piece tailplane with twin fins and rudders on endplates. Tailplane has two-spar structure with plywood covering. Single-piece elevator has wood framework and fabric covering, and has controllable trim tab in centre. Vertical surfaces are of wood with plywood covering for fins and fabric-covering for rudders. Trim-tab in port rudder adjustable from pilot's cockpit. Areas: fins 1.77 m.² (19.0 sq. ft.), rudders 1.34 m.² (14.4 sq. ft.), tailplane 3.10 m.² (33.3 sq. ft.), elevator 2.14 m.² (23.0 sq. ft.). Tailplane span 4.15 m. (13 ft. 7 in.).

LANDING GEAR.—Fixed tail-wheel type. Main wheels on J.A.R.U. oleo-pneumatic shock-absorber legs. Dunlop differentially-operated pneumatic wheel brakes. Oleo-sprung fully-castering tail-wheel. Track 2.60 m. (11 ft. 8 in.).

POWER PLANT.—Two 130 h.p. D.H. Gipsy Major four-cylinder in-line inverted air-cooled engines. Two-blade MKEK wood fixed-pitch airscrews. Two welded aluminium sheet fuel tanks in wings, one on each side of fuselage inboard of engine nacelles. Total fuel capacity 300 litres (66 Imp. gal.). Welded aluminium oil tank in each engine nacelle. Total oil capacity 20 litres (4.5 Imp. gal.).

ACCOMMODATION.—Enclosed accommodation

stretchers, with seat for medical attendant. Large door on starboard side for loading stretchers. Main cabin sound-proofed, cockpit and cabin heated separately. Individual ventilating arrangements.

DIMENSIONS.—Span 14.01 m. (45 ft.). Length 10 m. (32 ft. 9 in.). Height 3.10 m. (10 ft. 2 in.).

WEIGHTS.—Weight empty 1,450 kg. (3,190 lb.). Weight loaded 1,605 kg. (4,180 lb.).

PERFORMANCE.—Max. speed at 8/11 205 km/h. (127 m.p.h.). Cruising speed 100 km/h. (90 m.p.h.). Min. speed (with flaps) 100 km/h. (62 m.p.h.). Initial rate of climb 192 m./min. (630 ft./min.). Service ceiling 4,000 m. (13,120 ft.). Range 650 km. (405 miles). Take-off run 210 m. (230 yds.). Landing run 195 m. (213 yds.).

THE M.K.E.K. MODEL 5A
(formerly THK-5A).

TYPE.—Twin-engine Light Transport. WINGS, FUSELAGE, TAIL UNIT, LANDING GEAR AND POWER PLANT.—Same as for M.K.E.K. Model 5.

ACCOMMODATION.—Pilot and co-pilot side-by-side with dual controls in crew compartment, seats for four passengers in cabin. Large door on starboard side gives access to both crew compartment and cabin. Luggage compartment aft of cabin accessible from inside only. Cabin is soundproofed, heated and has individual ventilation for each passenger.

DIMENSIONS, WEIGHTS AND PERFORMANCE.—Same as for M.K.E.K. Model 5.

THE M.K.E.K. MODEL 6
(formerly THK-14).

The M.K.E.K. Model 6 is a two-seat, high-wing training sailplane. It has a wooden monocoque fuselage of circular cross-section and the wing is a wooden single-spar structure with constant taper in chord and thickness. The tail-unit is a cantilever monoplane structure and the landing-gear consists of a skid under the fuselage and a single wheel. An enclosed cabin in the nose accommodates the crew of two side-by-side.

DIMENSIONS.—Span 10 m. (32 ft. 9 in.). Length 7.9 m. (25 ft. 11 in.). Wing area 22.83 m.² (245 sq. ft.). Aspect ratio 11.3.

WEIGHT AND LOADING.—Weight empty 260 kg. (572 lb.). Weight loaded 420 kg. (920 lb.). Wing loading 18.4 kg./m.² (3.77 lb./sq. ft.).

PERFORMANCE.—Max. gliding speed 181 km/h. (112 m.p.h.). Min. speed 53.0 km/h. (33.2 m.p.h.). Max. permissible diving speed 502 km/h. (312 m.p.h.).

THE M.K.E.K. MODEL 7
(formerly THK-2).

TYPE.—Single-seat Acrobatic Trainer. WINGS.—Low-wing cantilever monoplane. NACA 2412 wing section. Aspect ratio 6.4. Wings of elliptical plan form. Wood single spar structure with a plywood leading-edge forming a D-shaped torsional box member. Hand-operated split metal flaps. Ailerons have fabric-covered wood frames. Total area of flaps 0.93 m.² (10 sq. ft.). Total area of ailerons 1.380 m.² (14.9 sq. ft.). Gross wing area 10.4 m.²

TURKEY

NURI DEMIRAG.

NURI DEMIRAG TAYYARE FABRIKASI
(Nuri Demirag Aircraft Works).

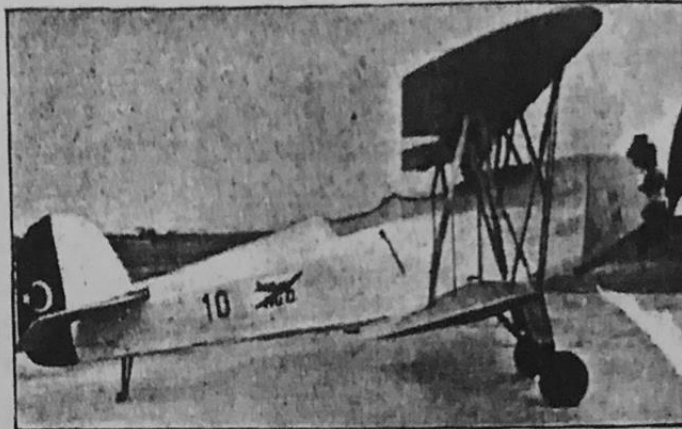
HEAD OFFICE: BEŞIKTAS (İSTANBUL).

WORKS: BEŞIKTAS AND YESİLKÖY
(İSTANBUL).

AERODROME: YESİLKÖY (İSTANBUL).

This factory was established in 1937 by Nuri Demirag. Nu.D.36 type two-seat training biplanes and a Nu.D.38 type six-seat passenger prototype monoplane have been built from original designs.

The Nu.D.36 type biplane has been produced in quantities. In addition, gliders of different types have been constructed under licence.



The Nu.D.36 Two-seat Training Biplane (150 h.p. Walter "Gemina" engine).

THE Nu.D.36.

TYPE.—Two-seat training biplane.

WINGS.—Unequal-span single-bay staggered biplane. Centre-section attached to fuselage by splayed-out "N"-struts. One "N"-type interplane strut on either side of fuselage. Interplane bracing-wires in plans of rear spar of upper wing and front spar of lower wing. Duplicated flying-wires and single landing-wires. Wood structure with fabric covering. Ailerons on upper wing only.

FUSELAGE.—Rectangular structure of riveted steel tubes, covered with fabric.

TAIL UNIT.—Normal monoplane type with steel-tube frames and fabric covering.

UNDERCARRIAGE.—Divided type. Comprises two long-stroke shock-absorber struts, the upper ends of which are attached to the upper fuselage longerons with the lower ends hinged to the underside of the fuselage by steel-tube Vee's. Wheel-brakes.

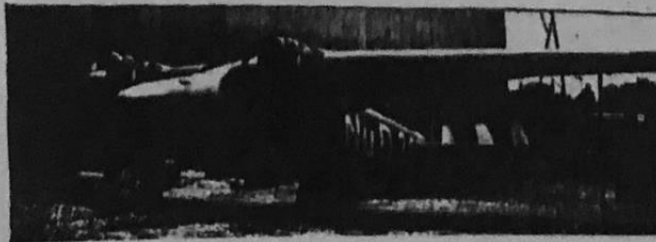
POWER PLANT.—One 150 h.p. Walter "Gemina 1" nine-cylinder radial air-cooled engine on steel-tube mounting. Small fuel tank in centre-section with direct gravity feed. Large fuel tank in fuselage behind fireproof bulkhead feeding the small tank by hand pump.

ACCOMMODATION.—Tandem open cockpits with dual controls.

DIMENSIONS.—Span 9.74 m. (31 ft. 11 in.). Height 2.44 m. (8 ft.). Length 7.30 m. (24 ft.). Wing area 21.8 sq. m. (234.5 sq. ft.).

WEIGHTS.—Weight empty 650 kg. (1,430 lbs.). Petrol and oil 160 kg. (352 lbs.). Maximum loaded weight 1,000 kg. (2,200 lbs.).

PERFORMANCE.—Maximum speed with maximum load 182 km/h. (113 m.p.h.). Landing speed 65 km/h. (22.7 m.p.h.). Climb to 500 m. (1,640 ft.) 2 mins. Climb to 1,000 m. (3,280 ft.) 5.25 mins. Climb to 1,500 m. (4,920 ft.) 10 mins. Service ceiling 3,350 m. (11,000 ft.). Range 500 km. (310.5 miles) or 3.5 hours.



THE Nu.D.38.

TYPE.—Twin-engined four-passenger monoplane.

WINGS.—High-wing cantilever monoplane tapering in plan form and thickness. Structure comprises one main built-up spar and an auxiliary spar of aluminium-alloy, the whole covered with a stressed-skin covering of the same material. Outer wing sections attached to centre-section by three bolts. Fabric-covered ailerons on outer sections. Split trailing-edge flaps between ailerons and fuselage.

FUSELAGE.—Oval aluminium-alloy monocoque structure built up of transverse frames and longitudinal stringers, the whole covered with stressed skin.

TAIL UNIT.—Braced monoplane type with single fin and rudder. All-metal framework with the fixed surfaces covered with a stressed metal skin and the rudder and elevators with fabric. Trimming-tabs.

UNDERCARRIAGE.—Divided type in two units, one under each engine nacelle. Each unit comprises a single shock-absorber strut attached to the engine fireproof bulkhead with a backwardly-inclined strut attached to a pyramid between the fireproof bulkhead and the wing spar. Wheel-brakes. Orientable tail-wheel.

POWER PLANT.—Two 100 h.p. Bramo Sh.14-A4 seven-cylinder radial air-cooled engines on welded steel-tube mountings attached to the forward side of the main wing-spar.

ACCOMMODATION.—Pilot's compartment seats two side-by-side with dual controls. Control wheels and parallel-motion rudder pedals. Cabin seats four passengers. Luggage or mail compartment in nose.

DIMENSIONS.—Span 12.86 m. (44 ft. 5½ in.). Length 8.30 m. (27 ft. 2½ in.). Height 2.30 m. (7 ft. 2½ in.). Wing area 22.34 sq. m. (240 sq. ft.).

WEIGHTS.—Weight empty 1,168 kg. (2,438 lbs.). Weight loaded 1,850 kg. (4,070 lbs.).

PERFORMANCE.—Maximum speed at sea level 271 km/h. (168 m.p.h.). Cruising speed 250 km/h. (155 m.p.h.). Landing speed 76 km/h. (47 m.p.h.). Climb to 1,000 m. (3,280 ft.) 3.10 mins. Climb to 2,000 m. (6,560 ft.) 7.06 mins. Climb to 3,000 m. (9,840 ft.) 12.25 mins. Climb to 4,000 m. (13,120 ft.) 19.57 mins. Climb to 5,000 m. (16,400 ft.) 32.1 mins. Service ceiling 6,650 m. (21,810 ft.).

TURKEY

1955-56

M.K.E.K.

MAKINA VE KIMYA ENDUSTRISI KURUMU.

HEAD OFFICE: M.K.E. GENEL MÜDÜRLÜK, ANKARA.

AIRCRAFT ENGINEERING DIVISION: M.K.E. GENEL MÜDÜRLÜK, ANKARA.

AIRCRAFT FACTORY: M.K.E. UGAK FAB., ETTİMESUT, ANKARA.

General Manager, M.K.E.K.: Halkı Yanat, M.Sc. (A.E.).

Manager, Aircraft Factory: Orhan Olmez, M.Sc. (A.E.).

The Aircraft Factory of the M.K.E.K. was originally founded by the Turkish Air League (Türk Hava Kurumu) in 1941.

In 1952 the factory was taken over by the M.K.E.K., an official establishment which includes the principal branches of the mechanical and chemical industries in Turkey. Aircraft manufacture in Turkey is now being undertaken solely by this State organisation.

THE M.K.E.K. MODEL 3.

This will be a two-seat side-by-side primary trainer, all details of which are at present withheld.

M.K.E.K. MODEL 4 UGUR (LUCK).

The Model 4 is a military two-seat tandem primary trainer, which is in production for the Turkish Air Force. Examples have also been presented to the Arab Legion Air Force.

TYPE.—Two-seat Primary Trainer.

WINGS.—Low-wing cantilever monoplane. Clark YH wing section. Aspect ratio 6.7. Mean aerodynamic chord 1.874 m. (6 ft. 6 in.). Dihedral 7.5°. Incidence 3°. Two-spar wood structure with plywood coverings. Conventional all-wood split flaps and ailerons. Total area of flaps 1.1 m.² (11.8 sq. ft.). Total area of ailerons 1.36 m.² (14.6 sq. ft.). Gross wing area 16.9 m.² (171 sq. ft.).

FUSELAGE.—All-wood plywood-covered structure.

TAIL UNIT.—Cantilever monoplane type. Wood frame with plywood-covered fixed surfaces and fabric-covered rudder and elevators. Area: fin 0.2 m.² (2.16 sq. ft.), rudder 0.9 m.² (9.6 sq. ft.), tailplane 1.7 m.² (18.3 sq. ft.), elevators 1.1 m.² (11.8 sq. ft.). Span of tail 2.7 m. (8 ft. 10 in.).

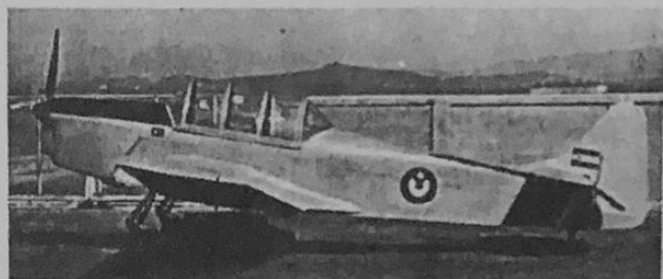
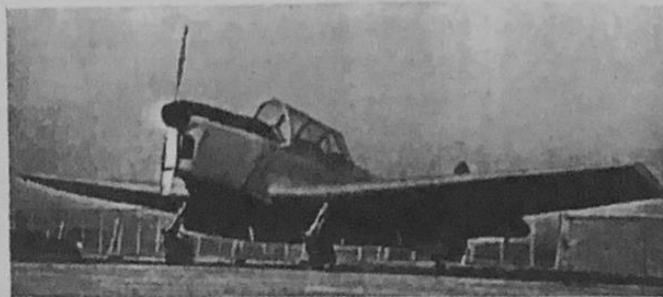
LANDING GEAR.—Fixed type. Dowty liquid-spring shock-absorbers. Gas-pneumatic wheels and hydraulic brakes. Track 2.26 m. (7 ft. 4 1/2 in.).

POWER PLANT.—One 145 h.p. Turkish-built H. Gipsy Major four-cylinder inverted air-cooled engine. Fairly-fixed fixed-pitch metal airscrew. Fuel tanks in wings. Total internal fuel capacity 16 Imp. gallons (45 litres).

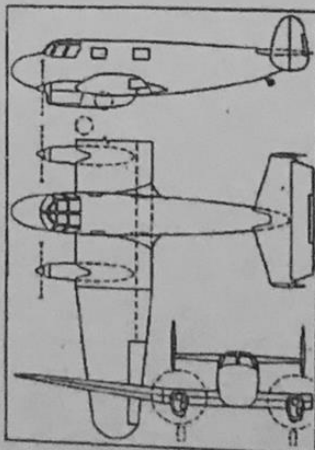
ACCOMMODATION.—Tandem cockpits under continuous transparent canopy. Dual controls. Adjustable seats.

DIMENSIONS.—

Span 9.5 m. (31 ft. 2 in.).
Length 7.5 m. (24 ft. 7 in.).
Height 2.16 m. (7 ft.).



Two views of the M.K.E.K. Model 4 (145 h.p. D.H. Gipsy Major engine).



The M.K.E.K. Model 5A Light Transport.



The M.K.E.K. Model 5A Light Transport (two 120 h.p. D.H. Gipsy Major engines).

WEIGHTS.—

Weight loaded 923 kg. (2,030 lb.).

PERFORMANCE.—

Max. speed as S/L—216 km/h. (135 m.p.h.).
Cruising speed 192 km/h. (120 m.p.h.).
Stalling speed 72 km/h. (45 m.p.h.).
Initial rate of climb 244 m./min. (800 ft./min.).
Service ceiling 4,875 m. (16,000 ft.).
Normal range 812 km. (505 miles).
Take-off distance to clear 45 m. (150 ft.) 335 m. (368 yds.).
Landing distance from 45 m. (150 ft.) 268 m. (400 yds.).

THE M.K.E.K. MODEL 5A

(formerly THK-5A).

TYPE.—Twin-engine Light Transport.

WINGS, FUSELAGE, TAIL UNIT, LANDING GEAR AND POWER PLANT.—Same as for M.K.E.K. Model 3.

ACCOMMODATION.—Pilot and co-pilot side-by-side with dual controls in crew compartment, seats for four passengers in cabin. Large door on starboard side gives access to both crew compartment and cabin. Luggage compartment aft of cabin accessible from inside only. Cabin is soundproofed, heated and has individual ventilation for each passenger.

DIMENSIONS, WEIGHTS AND PERFORMANCE.—Same as for M.K.E.K. Model 3.

THE M.K.E.K. MODEL 5

(formerly THK-5).

TYPE.—Twin-engine Light Ambulance.

WINGS.—Low-wing cantilever monoplane. NACA 23018-23012 wing section. Aspect ratio 7.63. Dihedral 7°. Incidence 3°. Chord 2.59 m. (8 ft. 2 1/2 in.) at root, 1.252 m. (4 ft. 3 in.) at tip. One-piece structure with two box spars, plywood ribs and plywood stressed-skin covering. Split-type all-wood ply-covered flaps. Differentially-operated all-wood ply-covered slotted ailerons. Fixed "letter-box" type slots in leading-edge of wing ahead of ailerons. Total flap area 1.433 m.² (15.4 sq. ft.). Total aileron area 2.80 m.² (30.1 sq. ft.). Gross wing area 28 m.² (309 sq. ft.).

FUSELAGE.—All-wood monocoque structure with vertical frames, longitudinal stringers and stressed plywood skin.

1955-56 katalogu

TAIL UNIT.—Cantilever monoplane type. Single-piece tailplane with twin fins and rudders as endplates. Tailplane has two-spar structure with plywood covering. Single-piece elevator has wood framework and fabric covering, and has controllable trim-tab in centre. Vertical surfaces are of wood with plywood covering for fins and fabric-covering for rudders. Trim-tab in port rudder adjustable from pilot's cockpit. Areas: fins 1.77 m.² (19.0 sq. ft.), rudders 1.34 m.² (14.4 sq. ft.), tailplane 3.10 m.² (33.3 sq. ft.), elevator 2.14 m.² (23.0 sq. ft.). Tailplane span 4.15 m. (13 ft. 7 in.).

LANDING GEAR.—Fixed tail-wheel type. Main wheels on J.A.R.U. oleo-pneumatic shock-absorber legs. Dunlop differentially-operated pneumatic wheel brakes. Oleo-sprung fully-castering tail-wheel. Track 2.60 m. (11 ft. 9½ in.).

POWER PLANT.—Two 130 h.p. D.H. Gipsy Major four-cylinder in-line inverted air-cooled engines. Two-blade MKEK wood fixed-pitch airscrews. Two welded aluminium sheet fuel tanks in wings, one on each side of fuselage inboard of engine nacelles. Total fuel capacity 300 litres (80 Imp. gal.). Welded aluminium oil tank in each engine nacelle. Total oil capacity 20 litres (4.5 Imp. gal.).

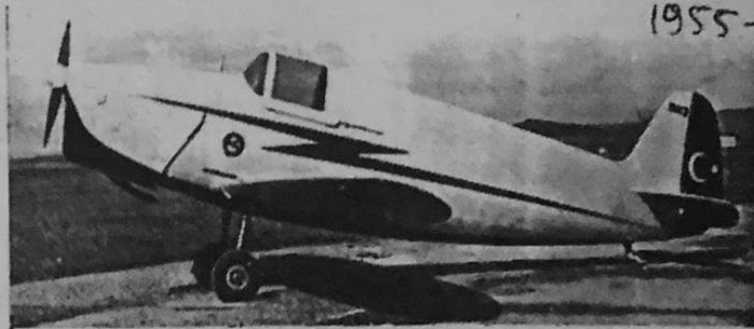
ACCOMMODATION.—Enclosed accommodation for pilot and co-pilot side-by-side with dual controls. Door to flight compartment on starboard side. Cabin takes one or five stretchers, with seat for medical attendant. Large door on starboard side for loading stretchers. Main cabin sound-proofed, cockpit and cabin heated separately. Individual ventilating arrangements.

DIMENSIONS.—
Span 14.84 m. (48 ft.).
Length 10 m. (32 ft. 9½ in.).
Height 3.10 m. (10 ft. 2 in.).

WEIGHTS.—
Weight empty 1,450 kg. (3,100 lb.).
Weight loaded 1,900 kg. (4,180 lb.).

PERFORMANCE.—
Max. speed at 8/L 205 km/h. (127 m.p.h.).
Cruising speed 160 km/h. (99 m.p.h.).
Min. speed (with flaps) 100 km/h. (62 m.p.h.).
Initial rate of climb 192 m./min. (630 ft./min.).
Service ceiling 4,900 m. (13,120 ft.).
Range 680 km. (485 miles).
Take-off run 210 m. (236 yds.).
Landing run 195 m. (213 yds.).

THE M.K.E.K. MODEL 8
(formerly THK-14).
The M.K.E.K. Model 8 is a two-seat, high-wing training sailplane. It has a wooden monocoque fuselage of circular



The M.K.E.K. Model 7 Single-seat Trainer (130 h.p. D.H. Gipsy Major engine).

cross-section and the wing is a wooden single-spar structure with constant taper in chord and thickness. The tail-unit is a cantilever monoplane structure and the landing-gear consists of a skid under the fuselage and a single wheel. An enclosed cabin in the nose accommodates the crew of two side-by-side.

DIMENSIONS.—
Span 16 m. (52 ft. 6 in.).
Length 7.9 m. (25 ft. 11 in.).
Wing area 22.83 m.² (245 sq. ft.).
Aspect ratio 11.2

WEIGHT AND LOADING.—
Weight empty 260 kg. (572 lb.).
Weight loaded 420 kg. (930 lb.).
Wing loading 18.4 kg./m.² (3.77 lb./sq. ft.).

PERFORMANCE.—
Max. gliding speed 181 km/h. (112 m.p.h.).
Min. speed 53.5 km/h. (33.2 m.p.h.).
Max. permissible diving speed 592 km/h. (312 m.p.h.).

THE M.K.E.K. MODEL 7 (formerly THK-2).

TYPE.—Single-seat Aerobatic Trainer.

WINGS.—Low-wing cantilever monoplane. NACA2412 wing section. Aspect ratio 6.4. Wings of elliptical plan form. Wood single spar structure with a plywood leading-edge forming a D-shaped torsional box member. Hand-operated split metal flaps. Ailerons have fabric-covered wood frames. Total area of flaps 0.93 m.² (10 sq. ft.). Total area of ailerons 1.380 m.² (14.9 sq. ft.). Gross wing area 10.4 m.² (112 sq. ft.).

FUSELAGE.—Wooden monocoque structure with plywood skin.

TAIL UNIT.—Cantilever monoplane type. All-wood framework with plywood-covered tailplane and fin and fabric-covered rudder

and elevator. Adjustable trim-tab in elevator controlled from pilot's cockpit. Areas: fin 0.40 m.² (4.3 sq. ft.), rudder 0.60 m.² (6.45 sq. ft.), tailplane 0.55 m.² (5.9 sq. ft.), elevators 0.78 m.² (8.4 sq. ft.). Tailplane span 2.50 m. (8 ft. 2½ in.).

LANDING GEAR.—Retractable type. Wheels raised backwards, turning through 90 degrees to lie flat in the wing when raised. Oleo shock-absorbers. Hand retraction. Swivelling tail-wheel fitted with compression rubber shock-absorber. Track 1.50 m. (4 ft. 11 in.).

POWER PLANT.—One 130 h.p. D.H. Gipsy Major four-cylinder inverted air-cooled engine. M.K.E.K. two-blade wood airscrew. Fuel tank in fuselage between engine and cockpit. Fuel capacity 70 litres (15.4 Imp. gal.).

ACCOMMODATION.—Enclosed cockpit with sliding canopy. Conventional controls and instrument equipment.

DIMENSIONS.—
Span 8.0 m. (26 ft. 3 in.).
Length 7.29 m. (23 ft. 7 in.).
Height 2.08 m. (6 ft. 10 in.).

WEIGHTS.—
Weight empty (with equipment) 497.5 kg. (1,095 lb.).
Weight loaded 637 kg. (1,443 lb.).

PERFORMANCE.—
Max. speed at sea level 260 km/h. (164.5 m.p.h.).
Cruising speed (80% power) 220 km/h. (136.4 m.p.h.).
Min. speed 81 km/h. (50 m.p.h.).
Initial rate of climb 290 m./min. (950 ft./min.).
Service ceiling 4,800 m. (15,745 ft.).
Range in still air 630 km. (405 miles).
Take-off run 154 m. (169 yds.).
Landing run 135 m. (147 yds.).

TURKEY

M.K.E.K.

MAKINA VE KIMYA ENDÜSTRİSİ KURUMU.

HEAD OFFICE: M.K.E. GENEL MÜDÜRLÜK, ANKARA.

AIRCRAFT ENGINEERING DIVISION: M.K.E. GENEL MÜDÜRLÜK, ANKARA.

AIRCRAFT FACTORY: M.K.E. UÇAK F.B., ETİMESGÜT, ANKARA.

General Manager, M.K.E.K.: Fuat Yücesoy, M.Sc. (Mech.E.).

Manager, Aircraft Factory: Yavuz Kansu, M.Sc. (Ae.E.).

Design and Inspection: Sukru Yaziloglu, B.Sc. (Mech.E.).

Production: Sedat Tangudur, M.Sc. (Ae.E.).

Planning: Turgut Ozkan, M.Sc. (Ae.E.).

The Aircraft Factory of the M.K.E.K. was originally founded by the Turkish Air League (Turk Hava Kurumu) in 1941.

In 1953 the factory was taken over by the M.K.E.K., an official establishment which includes the principal branches of the mechanical and chemical industries in Turkey. Aircraft manufacture in Turkey is now being undertaken solely by this State organisation.

THE M.K.E.K. MODEL 3.

This will be a tandem two-seat jet-powered basic trainer, all details of which are at present withheld.

THE M.K.E.K. MODEL 4 UĞUR (LUCK).

The Model 4 military two-seat tandem primary trainer is in service in the Turkish Air Force. Examples have also been presented to the Royal Jordanian Air Force.

TYPE.—Two-seat Primary Trainer.

WINGS.—Low-wing cantilever monoplane. Clark YH wing section. Aspect ratio 5.7. Mean aerodynamic chord 1.874 m. (6 ft. 6 in.). Dihedral 7.5°. Incidence 2°. Two-spar wood structure with plywood coverings. Conventional all-wood split flaps and ailerons. Total area of flaps 1.1 m.² (11.8 sq. ft.). Total area of ailerons 1.36 m.² (14.6 sq. ft.). Gross wing area 15.9 m.² (171 sq. ft.).

FUSELAGE.—All-wood plywood-covered structure.

TAIL UNIT.—Cantilever monoplane type. Wood frames with plywood-covered fixed surfaces and fabric-covered rudder and elevators. Area: fin 0.2 m.² (2.15 sq. ft.), rudder 0.9 m.² (9.6 sq. ft.), tailplane 1.7 m.² (18.3 sq. ft.), elevators 1.1 m.² (11.8 sq. ft.). Span of tail 2.7 m. (8 ft. 10 in.).

LANDING GEAR.—Fixed type. Dowty liquid-spring shock-absorbers. Goodyear wheels and hydraulic brakes. Track 2.25 m. (7 ft. 4½ in.).

POWER PLANT.—One 145 h.p. Turkish-built D.H. Gipsy Major four-cylinder inverted air-cooled engine. Fairey-Reed fixed-pitch metal airscrew. Fuel tanks in wings. Total internal fuel capacity 20 Imp. gallons

ACCOMMODATION.—Tandem cockpits under continuous transparent canopy. Dual controls. Adjustable seats.

DIMENSIONS.—Span 9.5 m. (31 ft. 2 in.).



The M.K.E.K. Model 4 Uğur Primary Trainer (145 h.p. Gipsy Major engine).

Length 7.5 m. (24 ft. 7 in.).
Height 2.16 m. (7 ft.).

WEIGHTS.—Weight loaded 923 kg. (2,030 lb.).

PERFORMANCE.—Max. speed at 8/L 216 km.h. (135 m.p.h.).
Cruising speed 192 km.h. (120 m.p.h.).
Stalling speed 72 km.h. (45 m.p.h.).
Initial rate of climb 244 m./min. (800 ft./min.).
Service ceiling 4,575 m. (15,000 ft.).
Normal range 312 km. (320 miles).
Take-off distance to clear 15 m. (50 ft.) 335 m. (366 yds.).
Landing distance from 15 m. (50 ft.) 366 m. (400 yds.).

THE M.K.E.K. MODEL 5

TYPE.—Twin-engined Light Ambulance.
WINGS.—Low-wing cantilever monoplane. NACA 23018.23012 wing section. Aspect ratio 7.65. Dihedral 7°. Incidence 3°. Chord 2.50 m. (8 ft. 2½ in.) at root, 1.292 m. (4 ft. 3 in.) at tip. One-piece structure with two box spars, plywood ribs and plywood stressed-skin covering. Split-type all-wood ply-covered flaps. Differentially-operated all-wood ply-covered slotted ailerons. Fixed "letter-box" type slots in leading-edge of wing ahead of ailerons. Total flap area 1.436 m.² (15.4 sq. ft.). Total aileron area 2.80 m.² (30.1 sq. ft.). Gross wing area 28 m.² (300 sq. ft.).

FUSELAGE.—All-wood monocoque structure with vertical frames, longitudinal stringers and stressed plywood skin.

TAIL UNIT.—Cantilever monoplane type. Single-piece tailplane with twin fins and rudders as endplates. Tailplane has two-spar structure with plywood covering. Single-piece elevator has wood framework and fabric covering, and has controllable trim-tab in centre. Vertical surfaces are of wood with plywood covering for fins and fabric covering for rudders. Trim-tab in port rudder adjustable from pilot's cockpit. Area: fins 1.77 m.² (19.0 sq. ft.), rudders 1.34 m.² (14.4 sq. ft.), tailplane 3.10 m.² (33.3 sq. ft.), elevator 2.14 m.² (23.0 sq. ft.). Tailplane span 4.15 m. (13 ft. 7 in.).

LANDING GEAR.—Fixed tail-wheel type. Main wheels on J.A.R.U. oleo-pneumatic shock-absorber legs. Dunlop differentially-operated pneumatic wheel brakes. Oleo-

spring truly-castering tail-wheel. Track 3.60 m. (11 ft. 9½ in.).

POWER PLANT.—Two 130 h.p. D.H. Gipsy Major four-cylinder in-line inverted air-cooled engines. Two-blade MKEK wood fixed-pitch airscrews. Two welded alumin-

ium sheet fuel tanks in wings, one on each side of fuselage inboard of engine nacelles. Total fuel capacity 300 litres (66 Imp. gal.). Welded aluminium oil tank in each engine nacelle. Total oil capacity 20 litres (4.5 Imp. gal.).

ACCOMMODATION.—Enclosed accommodation for pilot and co-pilot side-by-side with dual controls. Door to flight compartment on starboard side. Cabin takes care to five stretchers, with seat for medical attendant. Large door on starboard side for loading stretchers. Main cabin sound-proofed, cockpit and cabin heated separately. Individual ventilating arrangements.

DIMENSIONS.—Span 14.84 m. (48 ft.).
Length 10 m. (32 ft. 9½ in.).
Height 3.10 m. (10 ft. 2 in.).

WEIGHTS.—Weight empty 1,450 kg. (3,190 lb.).
Weight loaded 1,900 kg. (4,180 lb.).

PERFORMANCE.—Max. speed at 8/L 205 km.h. (127 m.p.h.).
Cruising speed 160 km.h. (99 m.p.h.).
Min. speed (with flaps) 100 km.h. (62 m.p.h.).
Initial rate of climb 192 m./min. (630 ft./min.).
Service ceiling 4,000 m. (13,120 ft.).
Range 650 km. (405 miles).
Take-off run 210 m. (230 yds.).
Landing run 195 m. (213 yds.).

THE M.K.E.K. MODEL 6

The M.K.E.K. Model 6 is a two-seat, high-wing training sailplane. It has a wooden monocoque fuselage of circular cross-section and the wing is a wooden single-spar structure with constant taper in chord and thickness. The tail-unit is a cantilever monoplane structure and the landing-gear consists of a skid under the fuselage and a single wheel. An enclosed cabin in the nose accommodates the crew of two side-by-side.

DIMENSIONS.—Span 16 m. (52 ft. 6 in.).
Length 7.0 m. (25 ft. 11 in.).
Wing area 22.83 m.² (245 sq. ft.).
Aspect ratio 11.2

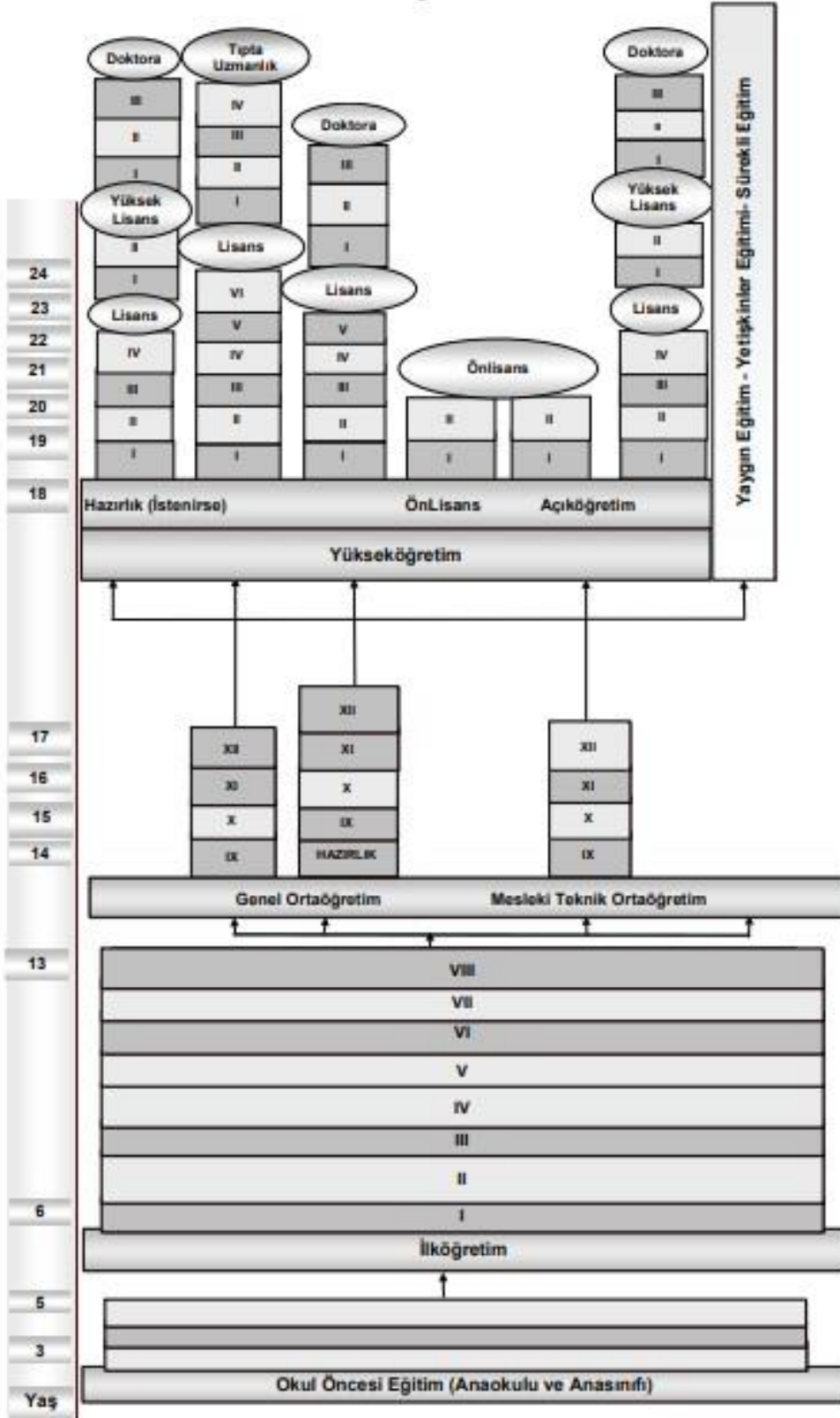
WEIGHT AND LOADING.—Weight empty 260 kg. (572 lb.).
Weight loaded 420 kg. (930 lb.).

WING LOADING 26 kg./m.² (3.77 lb./sq. ft.).

PERFORMANCE.—Max. gliding speed 181 km.h. (112 m.p.h.).
Min. speed 63.5 km.h. (39.5 m.p.h.).
Max. permissible diving speed 563 km.h. (312 m.p.h.).

1957-58 kataloğu

EK-3 TÜRKİYE MİLLÎ EĞİTİM SİSTEMİ



Kaynak: MEB, 2019b: xxiv.

EK-4 MÜLAKAT SORULARI

HAVACILIK VE UZAY BİLİMLERİNDE UZMANLIĞI OLAN AKADEMİSYENLER İÇİN YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

1. Endüstri 4.0'a uyum sürecinde Türkiye'nin potansiyelini nasıl değerlendiriyorsunuz?
2. Mevcut teknik işgücünün endüstri 4.0'a uyumu sürecinde yeterliklerini nasıl değerlendiriyorsunuz?
3. Havacılık ve uzay sanayi alanında sizce dünyada en başarılı ülke/ülkeler hangileridir? Başarılarını neye bağlıyorsunuz?
4. Havacılık ve uzay sanayi konusunda Türkiye'de yapılmış ve yapılmakta olan çabaları nasıl değerlendiriyorsunuz?
5. Havacılık ve uzay sanayinde endüstri 4.0'a uyum sağlaması beklenen mevcut teknik işgücünün durumunu nasıl değerlendiriyorsunuz?
6. Havacılık ve uzay sanayinde endüstri 4.0'a uyum için öngörülen STEM-A eğitimi ne ölçüde önemlidir?
7. Havacılık ve uzay sanayi için sahip olunması gereken teknik işgücü nasıl olmalı ve nasıl yetiştirilmelidir?
8. (Havaaracı üretim ve Ar-Ge deneyimi olup olmadığına göre) Türkiye'de mevcut üretim yapısı içinde havaaracı üretim ve Ar-Ge faaliyetlerinde kullanılan malzeme ve teknolojinin ne kadarı ithal ne kadarı yerli?
9. Türkiye'de ticarileştirme konusunda kamu/özel sektör eğilimleri ne yönde?
10. Havacılık ve uzay teknolojileri eğitiminde öne çıkan ülkeler hangileridir?
11. Bu konuda başka görüşleriniz ve eklemek istedikleriniz varsa paylaşabilir misiniz?

DEMOGRAFİK BİLGİ FORMU

Yaş ve cinsiyet:

Eğitim geçmişi:

STEM alanında deneyim:

Çalıştığı kurum:

Bu alanda çalışma süresi:

Sanayi sektöründe iş deneyimine ilişkin durumu:

Üniversite sanayi-işbirliğine katılımı:

Endüstri 4.0 ile ilgili aktif bir çalışması var mı:

BAKANLIKLAR VE KAMU KURUM/KURULUŞLARINDA ÇALIŞANLAR İÇİN
YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

1. Endüstri 4.0'a uyum sürecinde Türkiye'nin potansiyelini nasıl değerlendiriyorsunuz?
2. Sizce bu uyum sürecinde ilgili kamu kurum kuruluşlarının hangileri öne çıkmalı ve yakın işbirliği içinde olmalı?
3. Endüstri 4.0'ın talep ettiği teknik işgücünün sizce özellikleri nedir? Bu açıdan mevcut teknik işgücünün yeterliklerini (bilgi-beceri) nasıl değerlendiriyorsunuz?
4. Genç nüfusun bilim ve teknoloji alanlarına yönlendirilmesinde mevcut orta eğitim ve yüksek öğrenim kurumlarının alt yapı, yetkin kadrolar ve müfredat bakımından kapasitesini ve motivasyon sağlamak bakımından yaklaşımını nasıl değerlendiriyorsunuz?
5. Endüstri 4.0 tartışılırken Japonya endüstri 5.0 konusunda atılıma hazırlanıyor. Böylesi art arda gelebilecek teknolojik yenilik dalgalarına karşı uzun erimli teknik işgücü yetiştirme plan ve programları ne olmalıdır? Bu konuda atılmış somut adımlar konusunda bilgi verebilir misiniz?
6. Endüstri 4.0'daki yeri bakımından havacılık ve uzay sanayi örnek alınacak olursa, öncelikli alanlardan biri olarak yapılanlar ve yapılması gerekenler konusundaki görüşleriniz nelerdir?
7. Türkiye hangi ülkelerle havacılık ve uzay teknolojileri alanında stratejik işbirliği halinde?
8. Havacılık ve uzay sanayinin kalkınmadaki konumunun açıklanması amacıyla, ekonomik kalkınmada öncelikli alanlar hangi özellikleri nedeniyle öncelikli olarak belirlenmektedir?
9. Görüşmemiz sonunda eklemek istediğiniz konu ya da değerlendirme varsa paylaşabilir misiniz?

DEMOGRAFİK BİLGİ FORMU

Uzmanlık Alanı:

Eğitimi:

Ne kadar süredir bu alanda çalıştığı:

Bu alanla ilgili olarak daha önce çalıştığı görevler:

HAVACILIK VE UZAY SANAYİNDE FAALİYET GÖSTEREN FİRMALARDA ÇALIŞANLAR İÇİN YARI YAPILANDIRILMIŞ GÖRÜŞME FORMU

1. Endüstri 4.0'a uyum sürecinde Türkiye'nin potansiyelini nasıl değerlendiriyorsunuz?
2. Mevcut teknik işgücünün Endüstri 4.0'a uyumu sürecinde yeterliklerini nasıl değerlendiriyorsunuz?
3. Havacılık ve uzay sanayi alanında sizce dünyada en başarılı ülke/ülkeler hangileridir? Başarılarını neye bağlıyorsunuz?
4. Havacılık ve uzay sanayi konusunda Türkiye'de yapılmış ve yapılmakta olan çabaları nasıl değerlendiriyorsunuz?
5. Havacılık ve uzay sanayinde Endüstri 4.0'a uyum sağlaması beklenen mevcut teknik işgücünün durumunu nasıl değerlendiriyorsunuz?
6. Havacılık ve uzay sanayinde Endüstri 4.0'a uyum için öngörülen STEM-A eğitimi ne ölçüde önemlidir?
7. Havacılık ve uzay sanayi için sahip olunması gereken teknik işgücü nasıl olmalı ve nasıl yetiştirilmelidir?
8. Havacılık ve uzay sanayinin Endüstri 4.0'a uyum sürecinde özel sektör olarak konumunuzu nasıl değerlendiriyorsunuz?
9. Mevcut teknik işgücünüzün bilgi ve becerilerini Endüstri 4.0'a uygun niteliğe kavuşturmak için ne tür plan ve programlarınız var?
10. Yeni dijital teknolojilerle uyumlu çalışabilecek ve dijital-ileri teknoloji üretebilecek gelecekteki işgücünün yetiştirilmesinde önerileriniz nedir? Bu işgücü hangi özelliklere sahip olmalıdır?
11. Görüşmemiz sonunda eklemek istediğiniz konu ve değerlendirme varsa paylaşır mısınız?

DEMOGRAFİK BİLGİ FORMU

Yaş, cinsiyet ve eğitim:

Çalıştığı sektör (*Kamu-Özel*):

Uzmanlık alanı:

Pozisyonu:

Bu işte deneyim süresi:

Üniversite-sanayi işbirliği deneyimi:

Yabancı ortaklık durumu:

EK-5 MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ ANADOLU MESLEK PROGRAMI UÇAK BAKIM ALANI (UÇAK GÖVDE-MOTOR, UÇAK ELEKTRONİĞİ DALLARI) HAFTALIK DERS ÇİZELGESİ

Ders Kategorileri	Dersler	9. Sınıf	10. Sınıf	11. Sınıf	12. Sınıf
Ortak Dersler	Türk Dili ve Edebiyatı	5	5	5	5
	Din Kültürü ve Ahlâk Bilgisi	2	2	2	2
	Tarih	2	2	2	-
	T.C. İnkılâp Tarihi ve Atatürkçülük	-	-	-	2
	Coğrafya	2	2	-	-
	Matematik	6	5	-	-
	Fizik	2	2	-	-
	Kimya	2	2	-	-
	Biyoloji	2	2	-	-
	Felsefe	-	2	2	-
	Yabancı Dil	5	2	2	2
	Beden Eğitimi ve Spor	2	2	2	-
	Görsel Sanatlar/Müzik	2	-	-	-
	Sağlık Bilgisi ve Trafik Kültürü	1	-	-	-
<i>Toplam</i>		33	28	15	11
Alan Ortak Dersleri	Mesleki Gelişim	2	-	-	-
	Uçak Malzeme ve Yapıları	-	8	-	-
	Elektrik Devre Analizi	-	4	-	-
	Uçak Teknik Resmi	-	2	-	-
Dal Dersleri	İşletmelerde Mesleki Eğitim	-	-	25	30
	Uçak Sistemleri				
	Uçak Elektrik Sistemleri				
	Gaz Türbinli Motor Sistemleri				
	Aviyonik Sistemler				
	Analog Elektronik				
	Gaz Türbinli Motorlar				
	İtme Kuvveti				
	Uçuş Aerodinamiği				
	Dijital Uygulamaları				
	Mekanik Sistem Uygulamaları				
	Pistonlu Motorlar				
	Uçak Bakım Uygulamaları				
	İleri Dijital Teknikleri				
	Pervane				
Havacılık Kanunları ve İnsan Faktörleri					
Mesleki Yabancı Dil (Uçak Bakım)					
Alan / Dal Ders Saatleri Toplamı		2	14	25	30
Seçilebilecek Ders Saati Sayısı		4	1	3	1
Rehberlik ve Yönlendirme		1	-	-	1
Toplam Ders Saati		40	43	43	43

Kaynak: MEB, 2017:5.

EK-6 THUS EKOSİSTEMİNİN AKTÖRLERİ

DEVLET

EK-6A Havacılık ve Uzay Alanında Faaliyet Gösteren Kamu Kurum ve Kuruluşları			
Kurum/Kuruluş	Kuruluş Tarihi	İsim değişikliği (varsa)	Notlar
Savunma Sanayi Başkanlığı (SSB)	1985	1985 yılında 3238 sayılı Kanun ile Millî Savunma Bakanlığı bünyesinde “Savunma Sanayii Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı” (SaGeB) 1989 yılında Savunma Sanayii Müsteşarlığı 2018 yılında ise 703 sayılı “Anayasada Yapılan Değişikliklere Uyum Sağlanması Amacıyla Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun Hükmünde Kararname” ile T.C. Cumhurbaşkanlığı Savunma Sanayii Başkanlığı (SSB)	2017 yılında gerçekleştirilen düzenleme ile Cumhurbaşkanlığı'na bağlandı.
Tübitak Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK UZAY)	1985	1985 yılında Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü 1995 yılında Bilgi Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (Tübitak BİLTEN) 2006 yılında TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK UZAY)	
Tübitak Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (TÜBİTAK SAGE)	1972	1972 yılında Gündümlü Araçlar Teknoloji ve Ölçüm Merkezi (GATÖM) 1983 yılında Balistik Araştırma Enstitüsü (BAE) 1988 yılında Savunma Sanayii Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü (SAGE)	
Havacılık ve Uzay Teknolojileri Genel Müdürlüğü (HUTGM)	2011		1 Kasım 2011 tarih 655 s. KHK ile kuruldu. 11 Eylül 2012 itibariyle faaliyete başladı. 2018 yılında Türkiye Uzay Ajansı'nın kurulmasıyla kapatıldı.
Türkiye Uzay Ajansı (TUA)	2018		
Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM)	1933	1933 yılında Millî Savunma Bakanlığı'na bağlı Havayolları Devlet İşletme İdaresi 1954 yılında Ulaştırma Bakanlığı bünyesinde Sivil Havacılık Dairesi Başkanlığı 1987 yılında Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM)	

EK-6A (devamı)			
Kurum/Kuruluş	Kuruluş Tarihi	İsim değişikliği (varsa)	Notlar
TÜBİTAK BİLGEM	1968	1968 yılında Elektronik Araştırma Ünitesi (EAÜ) 1991 yılında Elektronik ve Yarı İletkenler Teknolojisi Bölümü 1995 yılında Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü (UEKAE) 1999 yılında ise UEKAE bünyesinde İleri Teknolojiler Araştırma Grubu (İLTAREN) kuruldu. 2010 yılında TÜBİTAK Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü (UEKAE) ile daha önce TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'ne (MAM) bağlı olarak faaliyet gösteren Bilişim Teknolojileri Enstitüsü (BTE) - TÜBİTAK BİLGEM (Bilişim ve Bilgi Güvenliği İleri Teknolojiler Araştırma Merkezi) altında birleştirildi.	2012 yılında, TÜBİTAK BİLGEM'e bağlı Yazılım Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (YTE) kuruldu. Yine aynı yıl, TÜBİTAK BİLGEM'e bağlı Siber Güvenlik Enstitüsü (SGE) ve İleri Teknoloji Araştırma Enstitüsü (İLTAREN) kuruldu.
TÜBİTAK MAM	1972	Marmara Araştırma Merkezi	

ÖZEL SEKTÖR/SANAYİ

EK-6B Havacılık ve Uzay Sanayinde Faaliyet Gösteren Firmalar			
Firma Adı	Kuruluş Yılı	Faaliyet Alanı	Şehir
Savunma Teknolojileri ve Mühendislik ve Ticaret (STM)	1991	Mühendislik, Teknoloji, Danışmanlık	Ankara
Alp Havacılık	1998	Helikopter Parçaları	Eskişehir
Kale Havacılık	1969	Havacılık	İstanbul
Delta Uzay Teknolojileri	1997	Yazılım Geliştirme, Ar-Ge Projeleri	Ankara
Global Teknik	2004	İnsansız Hava, Kara, Deniz Araçları	Ankara
İnta SpaceTürk	2001	Avrasya'nın Uzaydan Görüntülenmesi	Ankara
TEI-TUSAŞ	1985	Uçak ve Helikopter Motorları	Eskişehir
TAI-TUSAŞ	2005	Sabit ve Döner Kanatlı Hava Platformları İnsansız Hava Araçları Uydu Tasarım, Modernizasyon, Sistem Entegrasyonu, Üretim, Entegre Lojistik Destek	Ankara
Aselsan	1975	Elektronik Harp, Termal Kamera, Dürbün, Telsiz, Gece Görüş Sistemleri, Radar, Yazılım	Ankara
Aspilsan	1981	Her Türlü Ni-Cd, Ni-MH, Li-Ion, Li-Po Pil ve Bataryalar, Güneş Pili, Isıl Pil ve Yakıt Pili, Yenilenebilir Enerji, Enerji Depolama Sistemleri, Şarj Cihazları, Pil/Batarya Laboratuvar Test Sistemleri, Nikel Kadmiyum Komple Uçak Akü ve Hücreleri	Kayseri
İşbir	1978	Elektrik	Ankara
Havelsan	1982	Uzun Menzil 3D radarı, Radarlar	Ankara
SDT Uzay ve Savunma Teknolojileri	2005	Uzay Teknolojileri	Ankara
Vestel Savunma	2003	Elektronik	Ankara
Roketsan	1988	Roket ve Hava Araçları İmalatı	Ankara
Bites	2001	Gömülü Sistem Yazılımları, Bilgisayar Tabanlı Eğitim Sistemleri	Ankara
Koç Bilgi ve Savunma	2007	Elektronik, Yazılım	Ankara
Meteksan Savunma	2006	Simülasyon ve Modelleme Algılama ve Komuta Kontrol Sistemleri, Uydu ve Uzay Teknolojileri	Ankara
C Tech	2005	Yazılım, Ar-Ge, Danışmanlık, Destek Hizmetleri	Ankara
Coşkunöz	1973	Makina ve Kalıp İmalatı	Bursa

ÜNİVERSİTE / ÖNLİSANS

EK-6C Havaçılık ve Uzay Bilimleri Alanında Önlisans Eğitimi Veren Üniversiteler				
Üniversite Adı	Önlisans	Şehir	Kontenjan (Toplam)	Öğrenci Sayısı (2020)
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Ege Üniversitesi* Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Eskişehir Teknik Üniversitesi Gazi Üniversitesi Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi İstanbul Arel Üniversitesi İstanbul Aydın Üniversitesi İstanbul Ayvansaray Üniversitesi İstanbul Bilgi Üniversitesi** İstanbul Gelişim Üniversitesi İstanbul Kültür Üniversitesi İstanbul Okan Üniversitesi İstanbul Rumeli Üniversitesi İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa İstinye Üniversitesi Kapadokya Üniversitesi Maltepe Üniversitesi Millî Savunma Üniversitesi*** Nişantaşı Üniversitesi Trakya Üniversitesi Türk Hava Kurumu Üniversitesi Uşak Üniversitesi	Uçak Teknolojisi	Ankara İzmir Erzincan Eskişehir Isparta İstanbul Tekirdağ Uşak Nevşehir	1.218	3.450
Beykoz Üniversitesi ** İstanbul Ayvansaray Üniversitesi** İstanbul Gelişim Üniversitesi İstanbul Kültür Üniversitesi İstanbul Ticaret Üniversitesi**	Hava Lojistiği	İstanbul	110	278
Selçuk Üniversitesi	Silah Sanayi Teknikerliği	Konya	62	99
Toplam Önlisans Öğrenci Sayısı				3.827

* Ege MYO ve Havaçılık MYO olmak üzere iki ayrı MYO'da eğitime devam etmektedir.

** YÖK Önlisans Atlası'nda program bilgisi bulunmamaktadır. Program ve öğrenci sayısına ilişkin bilgi, YÖK istatistiklerinden alınmıştır.

*** MSÜ tarafından öğrenci sayısı ve kontenjan bilgisi paylaşılmamıştır.

Kaynak: YÖK Önlisans Atlası, <https://yokatlas.yok.gov.tr/onlisans-anasayfa.php>; YÖK, 2019-2020 Öğretim Yılı Yükseköğretim İstatistikleri, Öğrenci Sayıları, <https://istatistik.yok.gov.tr>,

ÜNİVERSİTE / LİSANS

EK-6D Havacılık ve Uzay Bilimleri Alanında Lisans Eğitimi Veren Üniversiteler				
Üniversite Adı	Lisans	Şehir	Kontenjan (Toplam)	Öğrenci Sayısı (2020)
Ankara Üniversitesi Ege Üniversitesi Erciyes Üniversitesi İstanbul Üniversitesi	Astronomi ve Uzay Bilimleri	Ankara İzmir Kayseri İstanbul	200	1.383
Atatürk Üniversitesi*	Astronomi ve Astrofizik	Erzurum	n	31
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi İzmir Ekonomi Üniversitesi Millî Savunma Üniversitesi** Orta Doğu Teknik Üniversitesi Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Kuzey Kıbrıs Kampüsü) Tarsus Üniversitesi	Havacılık ve Uzay Mühendisliği	Adana Ankara Mersin İzmir İstanbul	315	1.224
İstanbul Teknik Üniversitesi Samsun Üniversitesi	Meteoroloji Mühendisliği	İstanbul Samsun	119	570
Gaziantep Üniversitesi Samsun Üniversitesi	Uçak ve Uzay Mühendisliği	Gaziantep Samsun	94	548
Akdeniz Üniversitesi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	Uzay Bilimleri ve Teknolojileri	Antalya Çanakkale	62	287
İstanbul Teknik Üniversitesi Türk Hava Kurumu Üniversitesi	Uzay Mühendisliği	İstanbul Ankara	112	654
Erciyes Üniversitesi İstanbul Gelişim Üniversitesi İstanbul Teknik Üniversitesi Necmettin Erbakan Üniversitesi Türk Hava Kurumu Üniversitesi	Uçak Mühendisliği	Kayseri İstanbul Konya Ankara	327	1.377
Samsun Üniversitesi	Uçak Bakım ve Onarım	Samsun	41	41
Erciyes Üniversitesi Kocaeli Üniversitesi	Uçak Elektrik-Elektronik (Fakülte)	Kayseri Kocaeli	186	852
Atılım Üniversitesi Erciyes Üniversitesi* Fırat Üniversitesi Kapadokya Üniversitesi Kocaeli Üniversitesi*	Uçak Elektrik-Elektronik (Yükseköğretim)	Elazığ Ankara Nevşehir Kocaeli	112	363
Yıldız Teknik Üniversitesi	Havacılık Elektroniği	İstanbul	52	52
Eskişehir Teknik Üniversitesi	Havacılık Elektrik ve Elektroniği (Fakülte)	Eskişehir	42	204
Niğantaşı Üniversitesi	Havacılık Elektrik ve Elektroniği (Yükseköğretim)	İstanbul	40	146
Erciyes Üniversitesi Eskişehir Teknik Üniversitesi Kocaeli Üniversitesi	Uçak Gövde-Motor Bakım (Fakülte)	Kayseri Eskişehir Kocaeli	249	1.151

EK-6D (devamı)				
Üniversite Adı	Lisans	Şehir	Kontenjan (Toplam)	Öğrenci Sayısı (2020)
Atılım Üniversitesi Erciyes Üniversitesi Fırat Üniversitesi İstanbul Gelişim Üniversitesi Kapadokya Üniversitesi Kocaeli Üniversitesi Nişantaşı Üniversitesi Selçuk Üniversitesi	Uçak Gövde-Motor Bakım (Yüksekokul)	Elazığ Konya Ankara İstanbul Nevşehir	248	809
Toplam Lisans Öğrenci Sayısı				9.692

ⁿ: bilinmiyor

* YÖK Lisans Atlası'nda program bilgisi bulunmamaktadır. Program ve öğrenci sayısına ilişkin bilgi, YÖK istatistiklerinden alınmıştır.

** MSÜ tarafından öğrenci sayısı ve kontenjan bilgisi paylaşılmamıştır.

Kaynak: YÖK Lisans Atlası, <https://yokatlas.yok.gov.tr/lisans-anasayfa.php>; YÖK, 2019-2020 Öğretim Yılı Yükseköğretim İstatistikleri, Öğrenci Sayıları, <https://istatistik.yok.gov.tr>,

ÜNİVERSİTE / LİSANSÜSTÜ

EK-6E Havacılık ve Uzay Bilimleri Alanında Lisansüstü Eğitim Veren Üniversiteler						
Üniversite Adı	Program Adı	Doktora	Doktora Öğrenci Sayısı (2020)	Yüksek Lisans	Yüksek Lisans Öğrenci Sayısı (2020)	Toplam
Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi	Havacılık ve Uzay Mühendisliği	x	x	√	20	20
Akdeniz Üniversitesi	Uzay Bilimleri ve Teknolojileri	√	15	√	20	35
Ankara Üniversitesi	Astronomi ve Uzay Bilimleri	√	17	√	21	38
	Askeri Elektronik Sistemler Mühendisliği*	x	x	√	5	5
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi	Savunma Teknolojileri	x	x	√	30	30
	Havacılık ve Uzay Mühendisliği	x	x	√	15	15
Atatürk Üniversitesi	Astronomi ve Astrofizik	√	10	√	13	23
Başkent Üniversitesi	Savunma Teknolojileri	√	12	x	x	12
	Savunma Platformları	x	x	√	22	22
	Savunma Elektroniği ve Yazılımı	x	x	√	22	22
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi	Uzay Bilimleri ve Teknolojileri	x	x	√	5	5
Ege Üniversitesi	Genel Astronomi	√	10	√	7	17
	Astrofizik	√	10	√	9	19
Erciyes Üniversitesi	Astronomi ve Uzay Bilimleri	√	7	√	24	31
	Uçak Mühendisliği	√	5	√	22	27
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	Havacılık Bilimi ve Teknolojileri	x	x	√	63	63
Eskişehir Teknik Üniversitesi	Havacılık Elektrik ve Elektroniği	√	26	√	29	55
	Uçak Gövde-Motor Bakım	√	31	√	30	61
Fırat Üniversitesi	Savunma Teknolojileri (Disiplinlerarası)	x	x	√	22	22
Gaziantep Üniversitesi	Uçak ve Uzay Bilimleri Mühendisliği	√	5	√	34	39
İstanbul Gedik Üniversitesi	Savunma Teknolojileri	√	11	√	15	26
İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ)	Hava Aracı Yapıları ve Malzemeleri	x	x	√	22	22
	Savunma Teknolojileri	x	x	√	117	117
	Uçak ve Uzay Mühendisliği	√	128	√	235	363
	Havacılık Mühendisliği	x	x	√	n	n
	Uydu Haberleşmesi ve Uzaktan Algılama	√	32	√	97	129
İstanbul Üniversitesi	Astronomi ve Uzay Bilimleri	√	22	√	26	48

EK-6E (devamı)						
Üniversite Adı	Program Adı	Doktora	Doktora Öğrenci Sayısı (2020)	Yüksek Lisans	Yüksek Lisans Öğrenci Sayısı (2020)	Toplam
Kırıkkale Üniversitesi	Savunma Teknolojileri	√	2	√	60	62
Kocaeli Üniversitesi	Havacılık Bilimi ve Teknolojileri	x	x	√	53	53
Millî Savunma Üniversitesi**	Havacılık Mühendisliği	√	n	√	n	n
Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ)	Havacılık Mühendisliği	√	99	√	147	246
Selçuk Üniversitesi	Havacılık Teknolojileri	x	x	√	20	20
	Savunma Teknolojileri	x	x	√	24	24
Türk Hava Kurumu Üniversitesi	Makine ve Uçak Mühendisliği	√	9	√	n	9
Toplam Lisansüstü Öğrenci Sayısı						1.680

ⁿ: bilinmiyor

* 686 sayılı KHK gereği YÖK tarafından yarı pasif gösterilen Anabilim Dalı

** Üniversite tarafından öğrenci sayısı bilgisi paylaşılmamıştır.

Kaynak: Üniversitelerin internet sayfaları ile YÖK, 2019-2020 Öğretim Yılı Yükseköğretim İstatistikleri'nden derlenerek oluşturulmuştur.

ORTAÖĞRETİM

EK-6F Uçak Bakım Alanı Olan Mesleki ve Teknik Okullar							
No	Lise adı	Şehir	Statü	Programı/Bölümü	Yabancı Dil	Öğrenci Sayısı	Öğretmen Sayısı
1	Aksu Uçak Bakım Teknolojisi Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Antalya Aksu	TO	Uçak Bakım-Uçak Elektroniği	İngilizce	393	27
				Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor			
2	Bağcılar Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	İstanbul Bağcılar	TO	Uçak Bakım-Uçak Elektroniği	İngilizce	234	154
				Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor			
3	Başiskele Selim Yürekten Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Kocaeli Başiskele	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Elektroniği	İngilizce	194	72
4	Fatih Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Konya Ereğli	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor	İngilizce	187	25
5	Gazi Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Ankara Yenimahalle	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor	İngilizce	225	158
6	Hezarfen Ahmet Çelebi Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Erzincan Merkez	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Elektroniği	İngilizce	203	21
				Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor			
7	Hürriyet Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Bursa Osmangazi	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Elektroniği	İngilizce	181	178
				Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor			
8	Merkez Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Kayseri Melikgazi	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor	İngilizce	211	243
				Uçak Bakım-Uçak Elektroniği			
9	Sabiha Gökçen Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Eskişehir Tepebaşı	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor	İngilizce	430	60
				Uçak Bakım-Uçak Elektroniği			
10	TUSAŞ Şehit Hakan Gülşen Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Ankara Kızılcahamam	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor	İngilizce	196	41
				Uçak Bakım-Uçak Elektroniği			
11	Selçuk Şehit Polis Demet Sezen Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	İzmir Selçuk	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor	İngilizce	187	68
12	Sultanbeyli Sabiha Gökçen Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	İstanbul Sultanbeyli	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Elektroniği	İngilizce	353	114
				Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor			
13	Pazar Sivil Havacılık Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Rize Pazar	MTAL	Uçak Bakım-Uçak Elektroniği	İngilizce	48	11
				Uçak Bakım-Uçak Gövde Motor			
Toplam						3.042	1.172

Kaynak: MEB, Mesleki ve Teknik Okullar Genel Müdürlüğü, Okul/Alan/Dal Arama, <http://mtegm.meb.gov.tr/kurumlar/?ara>

EK-6G THUS Aktörleri Arasındaki Protokol Uyarınca Kurulan Mesleki ve Teknik Okullar							
No	Lise adı	Şehir	Statü	Programı/Bölümü	Yabancı Dil	Öğrenci Sayısı	Öğretmen Sayısı
1	Aselsan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Ankara Yenimahalle	MTAL	Elektrik-Elektronik Teknolojisi Makine Teknolojisi	İngilizce	120	9

Kaynak: MEB, Mesleki ve Teknik Okullar Genel Müdürlüğü, Okul/Alan/Dal Arama, <http://mtegm.meb.gov.tr/kurumlar/?ara>



SİVİL TOPLUM KURULUŞLARI (STK)

EK-6H			
STK Adı	Kuruluş Yılı	İsim değişikliği (varsa)	Üyelikler
Türkiye Harb Sanayi ve Yardımcı İşkolları İşçileri Sendikası (Harb-İş)	1951	1951 Eskişehir Hava Sanayii İşçileri Sendikası 1956 Askeri İşyerleri Sendikaları Federasyonu 1963 Türk Harb-İş Federasyonu 1970 Türk Harb Sanayi ve Yardımcı İşkolları İşçileri Sendikası	
Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği (SASAD)	1990	1990 Savunma Sanayii İmalatçılar Derneği 2012 Savunma ve Havacılık Sanayii İmalatçılar Derneği	
Kompozit Sanayicileri Derneği	2005		European Composites Industries Association (EuCIA) American Composites Manufacturers Association (ACMA)
Savunma ve Havacılık Sanayi İhracatçıları Birliği (SSI)	2011		
Türk Astronomi Derneği (TAD)	1954		Uluslararası Astronomi Birliği (IAU)
Teknoloji Geliştirme Bölgeleri Derneği (TGBD)	2010		Dünya Teknoparklar Birliği (IASP) Dünya İnovasyon Birliği (WAINOVA)

KÜMELENMELER

EK-6I				
Adı	Kuruluş Yılı	Şehir	Notlar	Üyelik
Ostim Savunma ve Havacılık Kümelenmesi (OSSA)	2008	Ankara	Savunma ve havacılık sektörlerinde mal ya da hizmet üreten KOBİ'lerin bir araya gelerek oluşturdukları ortak hareket sayesinde kurulmuştur.	Avrupa Havacılık Kümelenmeleri Birliği (European Aerospace Cluster Partnership-EACP)
Savunma ve Havacılık Kümelenmesi (SAHA İstanbul)	2015	İstanbul	27 kurucu üyenin girişimleri ile kurulmuştur.	Avrupa Havacılık Kümelenmeleri Birliği (European Aerospace Cluster Partnership-EACP)
BTSO Uzay Havacılık Savunma Kümelenmesi	2013	Bursa	Bursa Ticaret ve Sanayi Odası tarafından kurulmuştur.	
HUKD Havacılık ve Uzay Kümelenmesi Derneği	2010	İzmir	Ege Bölgesi Sanayi Odası Vakfı, Ege Ekonomiyi Geliştirme Vakfı, Ege Serbest Bölgesi Kurucu ve İşleticisi ESBAŞ, Gaziemir Belediyesi, İzmir Atatürk OSB, Kemalpaşa OSB, THK, akademik üyeler ve şahıs üyeler tarafından kurulmuştur.	Avrupa Havacılık Kümelenmeleri Birliği (European Aerospace Cluster Partnership-EACP)
ESAC Havacılık Kümelenmesi	2011	Eskişehir	Eskişehir Sanayi Odası öncülüğünde başlayan çalışmalar sonucunda kurulmuştur.	Avrupa Havacılık Kümelenmeleri Birliği (European Aerospace Cluster Partnership-EACP)

EK-7 TÜRKİYE'YE ESKİ SOVYETLER BİRLİĞİ CUMHURİYETLERİ VE DOĞU AVRUPA ÜLKELERİNDEN GELEN BİLİM İNSANLARI İLE İLGİLİ BİLGİLER

Talep Eden Üniversite	Adı-Soyadı	Bölümü	Göreve Başlama Tarihi	Destekleneceği Süre (Ay)	Ülkesi
Akdeniz Üniversitesi	Gadir İ. Ahmet	Biyoloji	14.01.1993	Kısa süreli	Azerbaycan
Bilkent Üniversitesi	A.I. Nosich	E.E.*	24.02.1992	6	Ukrayna
	V.A. Kochelap	Fizik	13.02.1992	3	Ukrayna
	D.A. Korotkin	Matematik	13.02.1992	4	Rusya F.
	I.O. Kulik	Fizik	14.09.1992	5	Ukrayna
	O.I. Mokhov	Matematik	14.09.1992	5	Rusya F.
	S.P. Tsarev	Matematik	22.09.1992	3	Rusya F.
	F.N. Timofeev	Fizik	04.12.1992	2	Rusya F.
	Y.A. Kosevich	Fizik	15.02.1993	5	Rusya F.
	A.S. Shumovsky	Fizik	01.01.1993	2	Rusya F.
R. Bilkbaev	Matematik	"	Kısa süreli	Rusya F.	
Dokuz Eylül Üniversitesi	T. Szczepaniak	Den. İşl.*	13.03.1992	3	Polonya
Ege Üniversitesi	Nikolay Vassilev	Gıda Müh.	07.10.1992	3	Bulgaristan
	Alexander Ilynsky	Kimya	09.12.1992	1	Rusya F.
	Gazi Varga Kalantorov	Matematik	21.09.1992	3	Azerbaycan
Hacettepe Üniversitesi	A. Knipper	Jeoloji	29.09.1992	3	Rusya F.
	Nazila Rasulova	Matematik	02.12.1992	Kısa süreli	Azerbaycan
İstanbul Üniversitesi	J. Klaczek	Astronomi	29.03.1993	3	Çekoslovak
İTÜ	J.M. Eisenberg	İnş.	31.03.1992	6	Rusya F.
	Roumen Kalchev	G.İ.D.B*	05.05.1992	1	Rusya F.
	Roumen Kishev	G.İ.D.B*	05.05.1992	1	Rusya F.
	M. Tyuthkin	E.E.*	27.04.1992	3	Rusya F.
	V.K. Melnikov	Tat. Mat.*	30.04.1992	6	Rusya F.
	Arif Nesroullayev	Müh. Bil.	27.08.1992	6	Azerbaycan
	F.G. Maksudov	Tat. Mat.*	03.04.1992	3	Azerbaycan
	K.Z. Markov	Tat. Mat.*	01.09.1992	4	Bulgaristan
	Boris A Natal'in	Mad.*	16.09.1992	5	Rusya F.
	V. Burtman	Mad.*	29.09.1992	5	Rusya F.
KTÜ	Faik Sultanmuradoğlu Sadychov	Fizik	23.09.1992	3	Azerbaycan
	Daniyal Israfilov	Matematik	09.11.1992	2	Azerbaycan
19 Mayıs Üniversitesi	Seferoğlu M. Heybetkulu	Matematik	28.02.1992	3	Azerbaycan

EK-7 (devamı)

Talep Eden Üniversite	Adı-Soyadı	Bölümü	Göreve Başlama Tarihi	Destekleneceği Süre (Ay)	Ülkesi
ODTÜ	F. Housseinov	Matematik	31.01.1992	3	Azerbeycan
	B. Nuriyev	Matematik	31.01.1992	3	Azerbeycan
	V.P. Zahariuata	Matematik	01.09.1992	6	Ukrayna
	N. Kasumov	Matematik	31.01.1992	3	Azerbeycan
	O.H. Guseinov	Fizik	07.04.1992	6	Azerbeycan
	A.O. Mekkhrabov	Metallurji	14.09.1992	4	Azerbeycan
	T.M. Aliev	Fizik	15.09.1992	3	Azerbeycan
	I. Rahimov	İstatistik	22.02.1993	2	Özbekistan
	I.M. Ahkmedov	Kimya	20.04.1993	1	Azerbeycan
	Plamen Borisov Djakov	Matematik	30.09.1992	Kısa süreli	Bulgaristan
	Kerim Allahverdiev	Fizik	"	Kısa süreli	"
	Nizami Gasanly	Fizik	10.09.1992	Kısa süreli	Azerbeycan
	Bahtiyar Salamov	Fizik	10.09.1992	Kısa süreli	Azerbeycan
	Rashit Sunyaev	Fizik	"	Kısa süreli	Azerbeycan
	Ahmedov Bunyatoğlu	Fizik	"	Kısa süreli	Azerbeycan
	Mushakhanov	Fizik	"	Kısa süreli	Özbekistan
Enver Bulur	Fizik	"	Azerbeycan'a gitti	"	

*Kısaltmalara ilişkin bir bilgi bulunmamaktadır.

"": bilinmiyor

Kaynak: BTYK, 1993:36.

Teknolojik Dönüşüm ve İşgücünün Niteliği: Havacılık ve Uzay Sanayi Üzerine Nitel Bir Araştırma

ÖZET

Bu tez, Dördüncü Sanayi Devrimi'nin, Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi (THUS)'nde istihdam edilen ve edilecek olan nitelikli teknik işgücünün sahip olması gereken bilgi ve beceriler üzerindeki etkisine odaklanmaktadır. Tezin ana konusu, THUS ekosistemi tarafından ihtiyaç duyulan teknik işgücünün niteliklerini ve bu niteliklerin nasıl kazandırılacağını belirlemektir. Türkiye'deki mevcut mesleki ve teknik eğitim (MTE) sistemi, THUS'un nitelik ihtiyacını karşılamada yeterli değildir. Bu nedenle, yeni dijital mühendislik araçlarını kullanmaya yakın olmak için, programlar ve yöntemler 'dört aktörlü' THUS ekosistemi tarafından uygulanmalıdır.

Sonuç olarak, Türkiye'de verimli bir havacılık ve uzay sanayi ekosistemi oluşturulması amacıyla bir araştırma yürütülmüştür. Araştırmanın verileri, THUS'u temsil eden 3 farklı örneklem grubuyla gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış derinlemesine mülâkatlar yoluyla toplanmıştır. Bu gruplar; kamu ve özel sektör/sanayi teknik personeli (ör. mühendis, müdür) ve yöneticileri ile alan uzmanı araştırmacılar/akademisyenlerden oluşmaktadır. Araştırma bulguları neticesinde, 'THUS Ekosistemi İçin Dört Aktörlü Entegre Eğitim İşbirliği Modeli' geliştirilmiştir. Önerilen modelde, sürdürülebilir bir THUS ekosistemi yaratılması amacıyla 21. yüzyılda teknolojinin dinamizmi de göz önünde bulundurulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik Dönüşüm, Türkiye Havacılık ve Uzay Sanayi, Nitelikli Teknik İşgücü

Technological Transformation and Qualification of Labour: A Qualitative Research on Aerospace Industry

ABSTRACT

This dissertation specifically focuses on the effect of Fourth Industrial Revolution on the knowledge and skills of qualified technical labour force both who have been already employed and will be employed in Turkish Aerospace Industry (in short, THUS). Main subject of this thesis is to determine the qualifications of technical staff needed by THUS and how they will be trained and educated. Technical and vocational education (TVET) system in Turkey, isn't efficient for meeting the needs of THUS. For this reason, to be biased to use new digital engineering tools, programs and methods must be implemented by THUS ecosystem with 'four-actors'.

As a result, it is decided to conduct a research, with the aim of orchestrating a productive aerospace industry ecosystem in Turkey. The data of this research were collected through semi-structured in-depth interviews from 3 samples that represent main actors of THUS. These samples consist of public and private sector technical staff (i.e. engineers, directors) and/or managers, and researchers/academics. According to results of the research, a model called as 'Four-Actor Integrated Education Collaboration Model for THUS Ecosystem' has been developed. Technological dynamism of 21st century has been taken into consideration while preparing this model for creating a sustainable THUS ecosystem.

Key Words: Technological Transformation, Turkish Aerospace Industry, Qualified Technical Labour