

Zafer Gemici 

Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş,
İstanbul

Fahrettin Öztürk* 

Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi,
Etilik, Ankara

Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş.,
Kahramankazan, Ankara

Makale Bilgisi:

Araştırma Makalesi

Gönderilme: 21-07-2020

Kabul: 09-09-2020

*Sorumlu Yazar: Fahrettin Öztürk

Email: fahrettin71@gmail.com

Ar-Ge'yi Doğru Yorumlamak: Bütüncül Ar-Ge, İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi

Bu çalışma kapsamında Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri, bu faaliyetlerin yürütülmesindeki engeller, çıktılarının neden ürüne ve katma değere dönüştürülemediği hakkındaki hususlar değerlendirilmiştir. Ar-Ge faaliyetlerinde en iyi sonucu almak için neler yapılması gerektiği konusunda tavsiyelerde bulunulmuştur. Ar-Ge'nin bir yatırım olduğu gerçeği göz önünde bulundurularak kalkınmanın itici gücü olduğu belirtilmiştir. Tüm Ar-Ge desteklerinin, yalnızca ürünün prototip aşamasına kadar değil, ticari ürün haline getirilene kadar devam ettirilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Araştırma ve Geliştirme; Ar-Ge; İnovasyon; Teknoloji; Teknoloji Yönetimi

1. GİRİŞ

Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri tarihi insanlık tarihi kadar eskidir. İnsanlığın varoluşundan günümüze kadar, tüm toplumlar hayatlarını kolaylaştırmak, ihtiyaçlarını karşılamak ve daha iyi bir yaşam sürmek için sürekli olarak yenilik yapmışlar ve bu sayede mütemadi gelişim gerçekleştirmişlerdir. Her toplumda hayatın doğal süreci içerisinde kimi yenilikler ortaya çıkmaktadır. Ancak söz konusu yenilik faaliyetlerinin sistematik olarak yapılması, toplumun buna göre şekillenmesi ve bu faaliyetleri yürüten müesseselerin mevcudiyeti toplumun refahını diğer toplumlardan daha fazla artırmış ve bu toplumlara diğer toplumlara üstün kılmıştır. İnovasyon gücü yüksek, yeniliklere açık toplumlar her alanda baş döndürücü gelişim göstermişlerdir.

Tarihte ilk defa 1930'larda ünlü Avusturyalı iktisatçı ve siyaset bilimci Joseph Alois Schumpeter inovasyonu ekonomi ve kalkınmanın arkasındaki itici güç olarak tanımlamış ve ekonomilerin yenilikçi faaliyetlerle yeniden şekilleneceğini öngörmüştür [1]. Schumpeter yeni bir ekonomik model kurmaya çalışmış ve bu çalışmasında yeni kombinasyonların

yapılmasına "girişim", onun fonksiyonunu yapacak bireye ise "girişimci" adını vermiştir [2]. Hızla değişen müşteri tercihleri ve ihtiyaçları, teknolojik gelişmeler, iş dinamiklerinin baş döndürücü hızı ve artan rekabet günümüzde inovasyonu hiç olmadığı kadar zorunlu bir hale getirmiştir. Öte yandan, değişim hızı giderek artarken, teknolojinin, değişimin en önemli motoru olduğu herkes tarafından kabul edilmektedir [3], [4]. Dolayısıyla günümüzde teknoloji, ekonomik ve sosyal hedeflere ulaşmada önemli bir değişken olarak kabul edilmekte ve hem firmalar hem de ülkeler teknolojinin yönünü ve hızını tahmin ederek hedeflerine ulaşmaya çalışmaktadır. Bu noktada, teknolojik yeniliğin ne olduğunu tanımlamak gerekir. Teknolojik yenilik, ürün ve süreçlerde önemli teknolojik değişiklikleri içeren ve / veya yeni ürün ve süreçleri ortaya çıkaran yeni teknolojiler olarak tanımlanabilir. Bu sayede, teknolojik yenilikler, endüstri için önemli fırsatlar yaratmaktadır [5], [6]. Teknolojik yenilik, bilimsel ve teknolojik bilgiden elde edilen yeni bir çözümü gerçek veya algılanan bir ihtiyaçla eşleştirerek ve çözümü uygulanabilir ve üretken hale getirerek ortaya çıkar. Teknolojik yenilik, temel çıktı süreçlerini doğrudan etkileyen bir fikrin benimsenmesini içerir [7]. Teknolojik yenilikler, tarih boyunca endüstriyel kalkınma, verimlilik ve yaşam standartlarını artırmada

kilit itici güçlerden biri olarak kabul edilmiştir [8]. Günümüzde de teknolojik yenilik yapma kabiliyetine sahip olan ve bunu katma değere dönüştürebilen ülkelerin her yönüyle çok daha güçlü oldukları bilinen bir gerçektir.

Teknolojik ilerlemeyi dışsal bir faktör olarak gören ve dolayısıyla ekonomik büyümeyi tam olarak açıklayamayan neo-klasik büyüme modelleri yerine, 1980'lerden sonra endojen büyüme modelleri geliştirilmiştir. Öncelikle, Romer (1990) Ar-Ge ve beşeri sermayeye dayalı bir ekonomik büyüme modeli önermiş ve bu model Grossman ve Helpman (1991) ve Aghion ve Howitt (1992) tarafından geliştirilmiştir. Bu modellere göre, Ar-Ge çalışmalarına ayrılan her ek kaynak, yeni ürünlerin ve üretim yöntemlerinin geliştirilmesine ve verimliliğin artırılmasına hizmet edecek ve sonuç olarak yabancı yatırımcıların ilgisini çekerek ülkenin rekabet gücünün artırılmasına katkıda bulunacaktır [9].

Buna göre, bugün teknolojik yeniliklerin getirdiği ekonomik büyümeden faydalanmak için hem firmaların hem de toplumların Ar-Ge faaliyetleri yürütmesi tartışılmaz derecede önemlidir. Ar-Ge süreci, teknolojik yeniliğin ortaya çıkarılmasında hayati bir öneme sahiptir [10]. Ancak Ar-Ge'nin rolü çeşitli bakış açılarına göre farklılık göstermektedir. Bazıları için Ar-Ge, yeni ürün veya süreçlerin geliştirilmesi iken, bazıları Ar-Ge'yi sadece bilimsel çalışmalar yürütmek olarak görmektedir [11]. Genel olarak kabul edilen bir tanım gereği, Ar-Ge, insan, kültür ve toplum bilgisi ve bu bilginin yeni uygulamalar geliştirmek için kullanılması da dâhil olmak üzere bilgi birikimini arttırmak için gerçekleştirilen herhangi bir yaratıcı sistematik faaliyettir [12]. Ar-Ge, başlangıçta bir araştırmayı, daha sonra henüz keşfedilmemişleri keşfetmeyi ve bu bilgiyi bir ürünü geliştirmek veya iyileştirmek için kullanmayı içermektedir [13], [14].

Ar-Ge yaklaşımları zamanla değişim göstermiştir. Başlangıçta iş stratejisi ve firmanın diğer bölümleri ile etkileşime girmeyen Ar-Ge, daha sonra firma ve iş stratejisine entegre edilir hale gelmiş, dahası, bilginin çeşitli taraflar arasında aktığı ve öğrenmenin işletme sınırlarının ötesine geçtiği bir tür Ar-Ge kurumu (R&D Enterprise) oluşturulmuştur. Bu yaklaşımda Ar-Ge, işbirliğine dayalı olup, doğası gereği rekabetçi değildir. Bu nedenle firmanın sınırları dışında faaliyet gösterir, doğrudan üçüncü taraflarla etkileşime girer ve kendi ağını kurar [13].

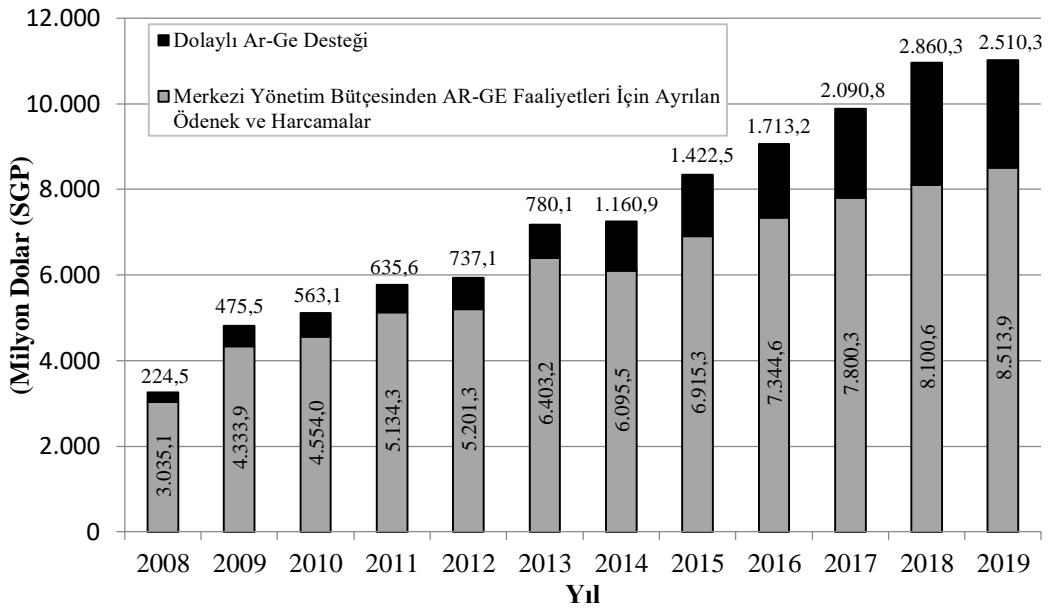
Günümüzde büyük ölçekli firmalar kendi imkânları ile Ar-Ge'ye dayalı büyüme modellerini

hayata geçirebilmektedirler. Ancak ekonominin çok büyük bir kısmını oluşturan KOBİ'lerin Ar-Ge kapasitelerinin artırılmasında devletlerin katkısı ve düzenleyici rolüne daha fazla ihtiyaç vardır. Yakın geçmişte hızlı büyüme gösteren Güney Kore ve Çin gibi ülkelerde Ar-Ge'ye dayalı söz konusu büyüme modellerinin KOBİ'ler için hassaten planlandığı görülmektedir [15], [16].

Ar-Ge'ye dayalı büyüme modellerinin uygulanmasında önemli bir diğer yaklaşım da ülkenin dinamiklerine göre teknoloji geliştirme faaliyetlerinde önceliklendirmelerin yapılmasıdır. Zira gelişmekte olan bir ülkenin, sonradan yola çıkarak Ar-Ge'ye çok büyük kaynaklar ayıran gelişmiş ülkelerin seviyesine çıkması kolay değildir [17].

2000'li yılların başından bu yana yapılan ekonomik reformlarla Türkiye, kişi başına düşen GSYİH'sını alt-orta gelir grubundan üst-orta gelir düzeyine yükseltmeyi başarmıştır. Bununla birlikte, düşük-orta gelirden üst-orta gelire geçilirken kullanılan ucuz emek ve emek-yoğun endüstrilere sahip olmanın avantajları giderek ortadan kaybolmaktadır. Son yıllarda nispeten düşük büyüme oranları bunu açıkça göstermektedir. Türkiye ağırlıklı olarak yüksek teknoloji ürünler ithal etmekte, buna mukabil orta derece ucuz teknoloji gerektiren işler yapmakta ve ürünler ihraç etmektedir. Maalesef Türkiye orta teknolojik düzeyin üzerine çıkamamaktadır. Bu yüzden mevcut durumda cari açığı kapatması çok güç olmaktadır. Dolayısıyla, gelişmiş ülkeler ligine dâhil olmak için Türkiye, teknoloji geliştirmek ve yenilikçi ve rekabetçi ürünler üretmek konusunda ciddi bir ihtiyaç duymaktadır. Bir ülke ancak politikalarını ve stratejilerini, stratejik hedefleri doğrultusunda geliştirirse, ülkenin içinde bulunduğu sosyal, kültürel ve ekonomik koşulların iyileştirilmesine yönelik bir adım atmış olacaktır. Bu nedenle Ar-Ge faaliyetleri, gelişmiş ülkelerle rekabet edebilmek ve ekonomik olarak güçlü bir ülke olmak açısından çok önemlidir. Üretici bir toplum haline gelmek için Ar-Ge'ye dayalı ekonomi politikaları uygulanmalı ve Ar-Ge yönetim stratejisinin bir parçası değil, stratejinin kendisi olmalıdır.

Dünyanın en büyük 20 ekonomisi içinde yer alan ve Avrupa'nın 6. büyük ekonomisi olan Türkiye, yakın gelecekte dünyanın ilk 10 ekonomisinden biri olmayı ve ihracat değerini 500 milyar dolara çıkarmayı hedeflemektedir. Bu nedenle, içsel büyüme modellerinde belirtildiği gibi, Ar-Ge ve inovasyonda stratejik adımlar atmak, bu alanlara daha fazla kaynak ayırmak ve kendini orta gelir tuzağından korumak için etkin bir şekilde büyümek zorundadır.



Şekil 1. Merkezi Yönetim Bütçesinden Ar-Ge Faaliyetleri İçin Ayrılan Ödenek ve Harcamalar (Not: 2019 yılında dolaylı Ar-Ge giderleri bir önceki yılları aynı TL olarak alınmıştır).

Türkiye 2003 yılından bu yana Ar-Ge desteklerini sürekli olarak arttırmakta ve firmaların Ar-Ge'ye yatırım yapmalarını teşvik etmektedir. Merkezi yönetim bütçesinden Ar-Ge faaliyetleri için ayrılan ödenek ve harcamalar 2008 yılında toplam 3.259,6 milyon \$ (SGP¹) iken 2019 yılında bu rakam 11.024,3 milyon \$ (SGP) olmuştur (Şekil 1). Bu dönemde devletin Ar-Ge harcamaları neredeyse 3,5 kat artmıştır [18].

Ancak, bu teşviklerin ülke için daha faydalı hale gelmesi için daha etkin Ar-Ge yönetim modellerine ihtiyaç duyulmaktadır.

2. BÜTÜNCÜL AR-GE, İNOVASYON VE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ

Hayatımızın her aşamasında yer alan Ar-Ge çalışmaları doğrudan insan yaşamıyla ilişkili olup, ülke ve toplumların yaşam kalitesini arttırmak için en önemli yöntemlerden biridir. Japonya, Güney Kore ve İsrail gibi ülkeler, Ar-Ge'ye verdikleri önem sayesinde başarılı Ar-Ge politikaları geliştirmiş ve toplumlarının refah düzeyini arttırmayı başarmıştır [19]. Birçok alanda yapılan yenilikler aynı zamanda toplumların yaşam kalitesini yükseltmiştir.

Burada bir tespit yapmak faydalı olacaktır. Dünyada yaşanan krizlerin incelenmesi ilginç bir sonucu ortaya çıkarmaktadır. Ar-Ge'nin krizlerden etkilenmeyen bir faaliyet alanı olduğu görülmektedir; aksine, kriz zamanlarında Ar-Ge daha fazla getiri

sağlamaktadır [20]. Bu nedenle Ar-Ge'nin verimsiz bir yatırım olduğu ve kaynakların boşa gideceği zihniyeti terk edilmeli, "Ekonomik istikrarı bekleyelim, daha sonra Ar-Ge yapalım" yaklaşımı bırakılmalıdır. Çünkü Ar-Ge yatırımlarına harcanan paranın kısa vadede olmasa bile orta ve uzun vadede yeterli getiri sağladığı kanıtlanmış bir gerçektir [21]. Bu gerçek hem gelişmekte olan ülkeler hem de Türkiye için son derece önemlidir zira bu ülkelerin daha fazla beklemeye tahammülü yoktur.

Bu durumda "İyi bir Ar-Ge için ne yapılmalı?" sorusu gündeme gelmektedir. Son zamanlarda, teknoloji yönetimi kavramı Ar-Ge yönetimini de içeren şemsiye bir terim olarak kullanılmaktadır [22]. Dolayısıyla Ar-Ge'nin nasıl yapılması gerektiğini tanımlamak yerine, öncelikle teknoloji yönetimini ayrıntılı olarak anlamak gerekmektedir.

Teknoloji yönetiminin açık bir tanımı National Research Council tarafından şu şekilde yapılmaktadır [23];

"Teknoloji yönetimi, bir kuruluşun stratejik ve operasyonel hedeflerini şekillendirmek ve gerçekleştirmek için teknolojik yetenekleri planlamak, geliştirmek ve uygulamak amacıyla mühendislik, bilim ve yönetim disiplinlerini birbirine bağlar."

Dolayısıyla sadece araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerini yürütmek, günümüzün hızla değişen dünyasına ve yenilikçi ürünlerine rekabetçi bir yanıt vermek açısından yeterli değildir. Amaç daha yenilikçi

¹ SGP: Satın alma Gücü Paritesi (Purchasing Power Parity - PPP)

ürünleri pazara daha hızlı bir şekilde sunmak olmalıdır. Bu nedenle Ar-Ge departmanlarının ürünlerini geliştirme çabaları hem zaman hem de finansal araçlar açısından istenilen düzeyde çıktı sağlayamamaktadır. Dolayısıyla, firmaların teknoloji yönetimi kapsamında Tablo 'de özetlenen alanlarda da yetkin olmaları hayati önem taşımaktadır [24], [25]. Bir işletme Ar-Ge ve teknoloji yönetimi konusunda bütüncül bir yaklaşım benimsemelidir. Etkin bir teknoloji yönetimi için hem listelenen hem de diğer ilgili disiplinlerin / işlevlerin tümü birlikte düşünülmelidir. Teknoloji yönetimi inovasyon faaliyetlerini hızlandırmalı, inovasyon faaliyetlerinin önündeki engelleri kaldırmalıdır.

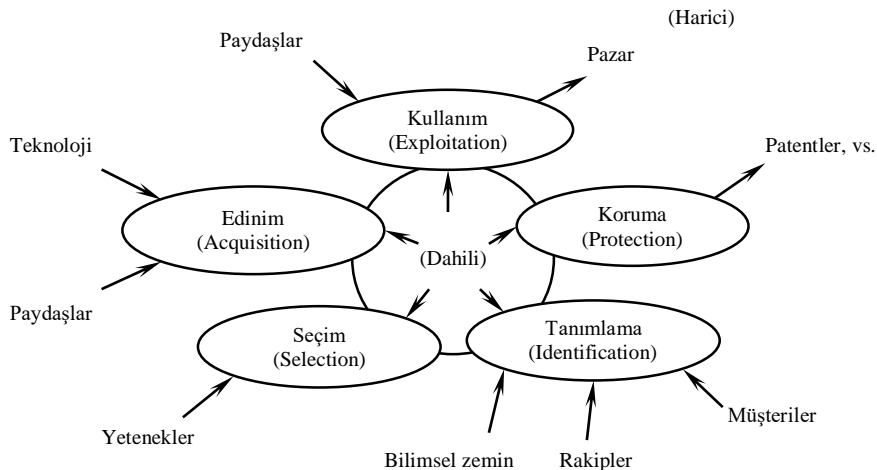
Burada “bütüncül” terimini açıklamakta fayda vardır. Bütüncül terim olarak ilk kez 1920'lerin başında Jan Christiaan Smuts tarafından kullanılmıştır [26]. Kelimenin kökü “holism” olarak geçmekte ve Oxford İngilizce Sözlük tarafından “*Doğada parçaların toplamından daha büyük olan bütünleri oluşturma eğilimi*” olarak tanımlanmaktadır. Bütüncül terimi Ar-Ge ve teknoloji yönetimini farklı parçalar olarak almak yerine “bütün” olarak ele almak için kullanılmaktadır. Bu aynı zamanda ünlü filozof

Aristo'nun belirttiği “*bütünün parçalarının toplamından daha fazlası*” olduğu gerçeği ile paralellik göstermektedir [27].

Yukarıda bahsedilen tüm faaliyetler, Şekil 2’de gösterilen Tanımlama (I - Identification), Seçim (S - Selection), Edinim (A - Acquisition), Kullanım (E - Exploitation) ve Koruma (P - Protection), olmak üzere beş teknoloji yönetim sürecine dâhil edilebilir [28]. Phaal ve diğ. (2001) bu çerçeveyi “teknoloji-itmeli (technology-push)” ve “pazar-çekmeli (market-pull)” yaklaşımını içerecek şekilde geliştirmiştir. Bahsedilen tüm bu süreçler bir organizasyonun ticarileştirme ve teknoloji perspektifleri arasında yer almaktadır. Buna ek olarak, organizasyonlar Kullanım, Koruma, Tanımlama, Seçim ve Edinim (ISAEP) gibi destekleyici süreçleri içeren “teknoloji yönetimi” ile strateji, yenilik ve operasyon süreçlerini gerçekleştirebilirler. Böylece, “teknolojinin itmesi” ve “pazarın çekmesi” arasında bir denge sağlanabilir [29]. Bu işlemler, şemada “dâhili” olarak gösterilen “teknoloji tabanı” üzerinde gerçekleştirilir (Şekil 2 ve Şekil 3). “Teknoloji Tabanı” bir kuruluşun temel kaynakları ve yetenekleridir [30], [31].

Tablo 1 Teknoloji yönetimi faaliyet alanları

<ul style="list-style-type: none"> - Teknoloji Planlama - Teknoloji Tahmini - Teknoloji İzleme ve Değerlendirme - Ar-Ge Yönetimi - Proje Yönetimi - Teknoloji Pazarlama - Ürün Geliştirme ve Yönetimi - Teknoloji Stratejileri - Teknoloji Satın Alma 	<ul style="list-style-type: none"> - Teknoloji Transferi - Teknoloji Entegrasyonu - Teknoloji ve Örgütsel Değişim Yönetimi - Bilgi Yönetimi - Fikri Mülkiyet Hakları - İnovasyon ve Teknoloji Sistemleri - Risk Sermayesi - Üniversite ve Araştırma Kurumları ile İş birlikleri
--	---



Şekil 2. Gregory Çerçevesi (Gregory 1995)

Beş temel süreç, kısaca aşağıdaki şekilde açıklanmaktadır;

- (I) İşletmeler için potansiyel olarak önemli teknolojilerin tanımlanması. Bu süreçte, işletmenin ilgisini çekebilecek iç ve dış teknolojiler incelenir. Pazar araştırmaları, müşterilerin verileri, rakiplerin verileri, dış kaynaklar ve özel forumlar vb. kullanılır.
- (S) Kuruluşun desteklemesi ve tanıtması gereken teknolojilerin seçimi. Bu safhada firma stratejisi ve teknolojik yetenekler dikkate alınmalıdır.
- (A) Teknoloji edinimi ve asimilasyon. İşletmenin kullanacağı temel teknolojileri elde etmek ve / veya geliştirmekle ilgilidir. Birleşme ve devralmalar, lisanslama, ortak girişimler vb. yoluyla Ar-Ge faaliyetleri gerçekleştirilerek yapılabilir.
- (E) Teknolojilerin kullanımı. Sonunda finansal fayda elde etmek için teknolojileri pazarlanabilir ürünlere ve / veya hizmetlere dönüştürme sürecidir.
- (P) Bilginin korunması. Bu süreç fikri haklar yönetimi (IP) yönetimi, bilgi yönetimi vb. faaliyetleri içerir.

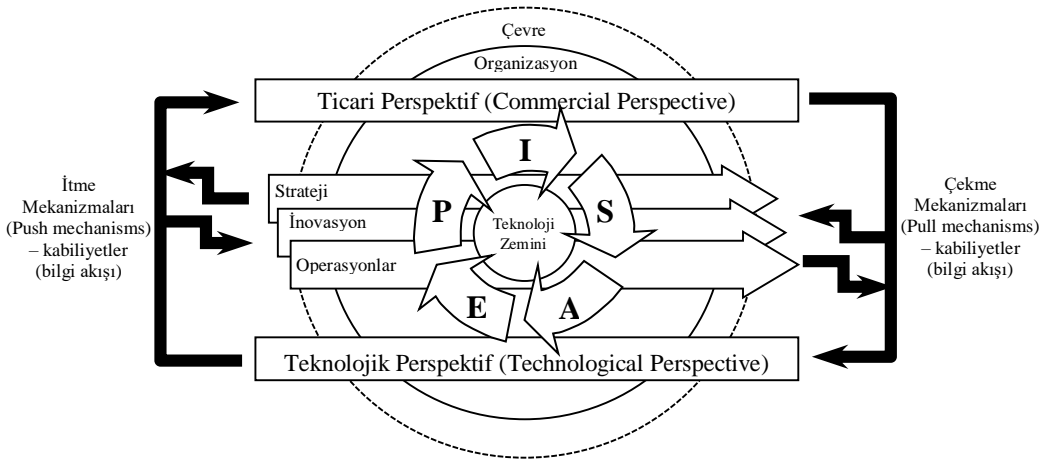
Gelişmekte olan ülkelerin, planlanan Ar-Ge kapasitesine ulaşmaları için bu beş süreci ve diğer entegre faaliyetleri bir bütün olarak yönetebilen Ar-Ge firmalarına ihtiyaçları vardır.

Teknoloji yönetimini destekleyen beş süreç olarak bilinen bu faaliyetler ve teknoloji ve ticarileştirme perspektifleri arasında kalan firmaların

temel stratejisi, inovasyon ve operasyon süreçleri ile bahsedilen entegrasyonlar bütüncül Ar-Ge olarak adlandırılabilir. Herhangi bir eksik adım bugünün ileri teknoloji arenasında rekabeti imkânsız kılacaktır. Zira gelişmiş ülkeler bu enstrümanları oldukça etkili bir şekilde kullanmaktadır.

3. TÜRKİYE'DE AR-GE FİNANSMANINDAKİ ARTIŞ VE VERİMLİLİĞİ İÇİN ÖNERİLER

Son yıllarda Türkiye'de Ar-Ge harcamaları giderek artmaktadır. Artış eğilimi, geçmişle kıyaslandığında net olarak görülmektedir. Türkiye'nin toplam Ar-Ge harcaması 2003 yılında 1,6 milyar \$ (SGP)'dan 2018 yılında yaklaşık 62 milyar \$ (SGP)'a yükselmiştir. 2003 yılında mali ve mali olmayan şirketlerin Ar-Ge harcamaları yaklaşık 377 milyon \$ (SGP)'dan 2018 yılında 37 milyar \$ (SGP)'a yükselmiştir. Kamunun Ar-Ge harcamaları ise üniversiteler dâhil 2003'te 1,25 milyar \$ (SGP)'dan 2018 yılında 24,5 milyar \$ (SGP)'a yükselmiştir. Özellikle kamu harici şirketlerin bu dönemdeki Ar-Ge harcamalarındaki artışın belirgin bir şekilde yüksek olduğu görülmektedir. Bu şirketlerin toplam Ar-Ge harcamaları yaklaşık 100 kat artmıştır [32]. Bu rakamlar oldukça heyecan verici ve gelecek için de cesaret vericidir. Aynı zamanda bilgi üreten bir ekonomiye sahip Türkiye hakkında önemli noktalara işaret etmektedir. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının Ar-Ge faaliyetlerini desteklemek için inisiyatif alması da bu konudaki önemli adımlardan birisidir.



Şekil 3. Phaal Çerçevesi [29]

Diğer yandan her ne kadar geçmişe göre oldukça iyi olsa da Türkiye bugün gayrisafi milli hasılasının ancak %1'ini Ar-Ge için ayırabilmektedir. Oysa gelişmiş ülkelerde bu oran %3'ler mertebesindedir. Bu orana ulaşmak için ilgili makamlar tarafından hedefler konulmuştur. Buna göre, yakın gelecekte Ar-Ge harcamalarının gayri safi milli hasılanın % 3'ünü oluşturacağı belirtilmektedir [33]. Ayrıca, bu harcamanın en az üçte ikisinin özel sektör tarafından yapılması planlanmaktadır. Ancak bu nasıl mümkün olacaktır? Özel sektör bu hedefi gerçekleştirebilir mi? Altyapısı ve daha da önemlisi yeterli insan kaynakları bulunmakta mıdır? Bu hedefe ulaşmak için özel sektöre yönelik bir yol haritası mevcut mudur?

İnsan kaynaklarına yatırım yapmak, Ar-Ge bilinci ve yenilikçi çıktılar oluşturmak için öncelikli hedeflerden biri olmalıdır. Beşeri sermayenin ve etkin yönetiminin; verimli, yenilikçi bir işletmenin önemli unsurları olduğu açıktır [34], [35]. Literatürde, bir işletmenin günümüzün hızla değişen bilgi ekonomisinde rekabetçi olması için inovasyon ve Ar-Ge faaliyetleri gerçekleştirebilecek yetenekli ve çok yönlü insan kaynaklarına sahip olması için iki farklı yaklaşım bulunmaktadır. Bir yaklaşım sadece insan kaynakları yönetiminin yeni işe alım tarafına konsantre olurken, diğer yaklaşım mevcut insan kaynağına yatırım yapıp, motive etmeye konsantre olmaktadır. [34]. Her iki yaklaşım da doğrudur ve günümüzün bilgi tabanlı şirketlerinde bunların hibrit bir versiyonu uygulanmalıdır. Eğitim, bir işletmedeki bilgiyi etkileyen en önemli faktördür. Bu bağlamda teknoloji yönetimi konusunda eğitim teşvik edilmeli, firmaların Ar-Ge üst düzey yöneticileri teknoloji yönetimi konusunda çeşitli lisansüstü ve / veya sertifika programlarına yönlendirilmelidir. Öncelikli olarak bu eğitim programları desteklenmelidir. Teknoloji yönetimini bilen insan kaynakları ile yürütülen Ar-Ge projeleri çok daha başarılı olacak ve böylece devletin verdiği / vereceği teşvikler daha etkin kullanılacaktır. Ar-Ge yapmayı bilen personel sağlanacak olan Ar-Ge teşviklerini daha doğru kullanacak, çıktılarını katma değere dönüştüreceklerdir. Bugün verilen desteklerin ne kadarının katma değerli çıktıya dönüştüğü tartışılan önemli konulardan biridir. Bir diğer önemli husus da doktoralı Ar-Ge personelinin mevcudiyetidir. İşletmelerde çalışan doktoralı Ar-Ge personel sayıları artırılmalıdır. Bu konuda atılan adımlar maalesef yeterli değildir. Elbette ki sayı artırmanın temel felsefesi nitelik olmalıdır.

Öneri 1: Ar-Ge yönetim ekipleri, devletin koyduğu Ar-Ge hedeflerine ulaşmak için teknoloji yönetimi konusunda eğitime tabi tutulmalıdır. Önce

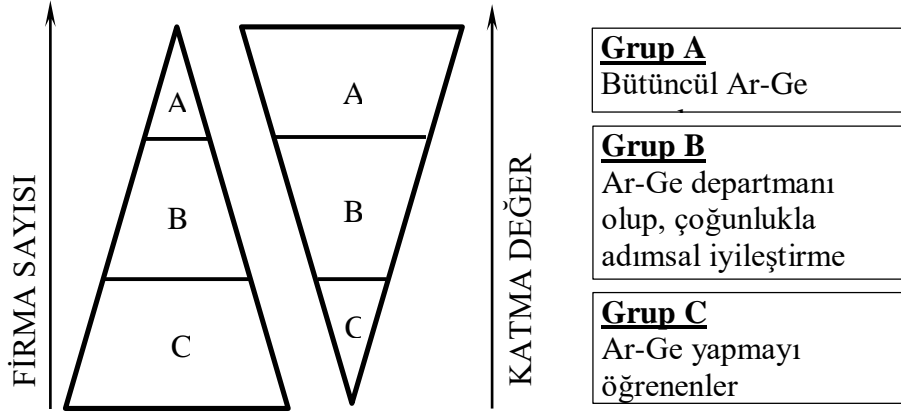
eğitime destek verilmeli, sonra bu eğitimi alan ekiplere Ar-Ge desteği sağlanmalıdır.

Bir diğer önemli faktör, Ar-Ge faaliyetleri yürüten firmaları Ar-Ge yaklaşımları açısından sınıflandırmaktır. Aşağıdaki çizimde görüldüğü gibi, bütüncül Ar-Ge faaliyetleri gerçekleştirebilen az sayıda firma çok daha büyük bir katma değer yaratmaktadır (Şekil 4) A Grubu firmaların bulunması zor ve değerlidir. Grup B ve C, Grup A ile aynı değerlendirilmemelidir.

Bu nedenle, Ar-Ge için finansman sağlamada önemli olan nokta, teşvik verirken şirketlerin önceliklendirilmesi gerekliliğidir. Belirlenen kriterlere göre seçilen her firma veya projeye, küçük kaynaklar vererek teşvik etmek, büyük hedefler gerçekleştirmek için yeterli değildir. Bu tür destekler sadece piramidin altındaki şirketleri Ar-Ge yapmaya teşvik etmek için sağlanabilecek destekler olabilir veya adımsal iyileştirmeler yapan ve ürünlerini bir adım daha ileriye götüren şirketleri motive edebilir. Tabii ki, bu tarz teşviklere de ihtiyaç vardır. Ancak katma değer maalesef beklendiği kadar çok olmayacaktır. Bu yöntemle, yıkıcı yeniliklerle hareket edecek, alışkanlıkları değiştirecek ve yeni bir Facebook, yeni bir Google veya yeni bir Apple olacak firmaları ortaya çıkarmak imkânsızdır. Ayrıca, amaçlanan Ar-Ge kapasitesine ve dolayısıyla hedeflenen üretim ve ihracat rakamlarına ulaşmak asla mümkün olmayacaktır. Tüm bunlar piramidin üst kısmında yer alan, bütüncül Ar-Ge yapan firmaları seçerek ve bunları tutarlı bir şekilde destekleyerek mümkün olabilir. Türkiye'deki her bireyin oldukça hızlı koşucuların bulunduğu bir maratona katılması imkânsızdır. Maraton katılımcıları, iyiler arasından seçilmeli, hazırlanmalı ve sürekli desteklenmelidir.

Öneri 2: Devlet desteklerinin hedefe ulaşmasını sağlamak için piramidin tepesinde yer alan, seçilecek firmalara öncelik verilmeli ve bütüncül Ar-Ge yapanlar sürekli olarak desteklenmelidir.

Ar-Ge yolculuğuna uzun zaman önce başlayan ve Ar-Ge'ye büyük miktarlarda kaynak tahsis eden gelişmiş ve büyük firmalarla rekabet edebilecek firmalara ihtiyaç vardır. Destek mekanizmaları bu yarışmaya katılabilecek firmaları öncelikli olarak hedeflemelidir. Güney Kore örneğinde görüldüğü gibi, bu firmalar güdümlü teşvik mekanizmalarıyla desteklenmeli ve küresel devlerin en üst ligine liderlik edebilecek firmalara dönüştürülmelidir [36]. Samsung, LG, Hyundai gibi markalar bugün hepimizin bildiği uluslararası arenada görünen Güney Koreli firmalardır.



Şekil 4. Bütüncül Ar-Ge ve katma değeri (Holistic R&D and its added value)

Ar-Ge teşvikleri verilirken firmanın büyüklüğünden ziyade firmanın ürettiği katma değere bakılmalı buna göre oranlar belirlenmelidir. Ayrıca firmanın ihracat potansiyeli de teşvik belirlenirken dikkate alınmalıdır. Bu yaklaşım firmanın global dünyada da var olmasına ve daha dayanıklı bir yapıya sahip olmasına katkı sağlayacaktır. Firmaların uluslararası rakipleriyle rekabet edebilmeleri için teknolojik üstünlüğe sahip olması gerekir. Teknolojik üstünlük ancak iyi ve uygulanabilir bir Ar-Ge stratejisiyle mümkün olabilir.

Öte yandan diğer önemli bir konu da, prototipe ulaşıldığında Ar-Ge sürecinin tamamlanmamış olduğu gerçeğidir. Dolayısıyla süreçler, Ar-Ge çıktısı ile ticari bir ürün ve / veya hizmet elde etmek için gereken diğer tüm adımları da kapsamalıdır. Ticarileştirmeden sorumlu ekip, araştırma ve geliştirmeden sorumlu teknik ekiple birlikte çalışmalıdır. Ticarileştirme faaliyetleri ile teknoloji geliştirme faaliyetlerinin olabildiğince birlikte yürütülebildiği mekanizmalar oluşturulmalıdır. İşin başında ticarileştirme süreçleri de planlanmalı, finansman modelleri geliştirilmelidir. Böyle bir yaklaşımın yokluğunda, geliştirilmiş olan teknolojilerin ölüm vadisinin ötesine geçmesi oldukça zordur. Nitekim dünyada geliştirilen her yüz teknolojiden sadece onu sanayi ile buluşabilmektedir. Bu on ürünün de sadece biri ticari başarı göstermektedir. Bu oran oldukça düşüktür ve Türkiye'nin bunu karşılayabilecek zaman ve kaynağı yoktur. Türkiye daha fazla ürününü ticari başarıya dönüştürmek zorundadır. Ölüm vadisinin ötesine geçmek için yeni modellere ve destek mekanizmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca teknoloji geliştirme ve ticarileştirme süreçlerinin şekillendirilmesinde üniversitelerin rolü de artırılmalıdır.

Halihazırda KOSGEB ve TÜBİTAK aracılığıyla kullanılan desteklerin büyük bir kısmı prototip aşamasına kadar olan, fikrin bir deneme

ürününe dönüşmesi süreci için maddi kaynak sağlamaktadır. Oysa ticari başarıya ulaştırmak için bu prototiplerin demonstrasyonlarının hayata geçirilmesi, standardizasyon süreçlerinin tamamlanması, ilk ticari örneklerinin ortaya konması, ilk müşterilerinin oluşması ve kritik pazar payına ulaşması gibi aşamalar vardır. Bunların tamamı maddi kaynak gerektirmekte olup, bir başlangıç firmasının (start-up) bu süreçleri kendi imkanları ile finanse edebilmesi mümkün değildir. Büyük şirketlerin bile yeni gelişmekte olan, riskin yüksek olduğu, henüz pazarın olmadığı ileri teknolojilere (cutting-edge) ilgi göstermesi maddi kaygılar nedeniyle maalesef mümkün olamamaktadır. İşte bu bariyerlerin aşılması için desteklerin ya da destek sağlayacak mekanizmaların oluşturulması gerekmektedir. Ancak bu sayede teknolojik hazırlık seviyesi (TRL – Technology Readiness Level) 1'den 9'a tüm süreci destekleyebilen bir yenilik ekosistemi oluşturulabilir.

Covid 19 Pandemi döneminde bir başlangıç firması (start-up) olan Biosys firmasının başarısı tüm süreçlerin desteklenmesinin olumlu sonucuna önemli bir örnektir. Biosys aslında TÜBİTAK desteği ve Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı desteklerini daha önceden almış, ancak dikkat çeken ticari bir performans maalesef gösterememiştir. Ne zaman ki bizzat devlet eliyle nihai ürüne müşteri olmuş, seri üretimi için destek sağlanmış ve ticarileşmesine katkı sağlanmış, işte o zaman ürün ihraç edilerek tüm dünya pazarlarında boy göstermeye başlamıştır. Bunun gibi başka örnekler de vermek mümkündür. Örneğin savunma alanında geliştirilen teknolojilerin bizzat müşterisi olunarak bunların ticarileştirilmesi sürecine önemli katkı sağlanmaktadır. TUSAŞ, ASELSAN, Baykar ve Mir ArGe şirketlerinin yaptığı kimi çalışmalar örnek olarak gösterilebilir. Örneğin bugün TUSAŞ'ın ihtiyaç duyduğu bir teknoloji veya ürün geliştirildiğinde bu ürüne TUSAŞ tarafından alım desteği verilmekte, belli miktarda sipariş garanti edilmektedir.

Öneri 3: Tüm Ar-Ge destekleri, yalnızca ürünün prototip aşamasına kadar değil, ticari hale getirilene kadar devam ettirilmelidir.

Sonuç olarak, Ar-Ge tabanlı tedarik, teknoloji tedariki, teknoloji yönetimi ve bütüncül Ar-Ge yönetimi hakkında bilgi sahibi Ar-Ge liderlerini eğitmek öncelikli hedeflerden biri olmalıdır. Buradaki en önemli nokta, elbette, nitelikli insan gücüdür. Ar-Ge faaliyetlerinin, Ar-Ge literatürünü kavrayan, teknolojik değişiklikleri takip eden, araştırma ve geliştirme sistematiklerini bilen ve lisansüstü eğitime ve hatta doktora derecesine sahip güçlü bir akademik tarafı olan kişiler tarafından gerçekleştirilmesi önemlidir. Akademik dilinden anlayan, sanayide çalışan Ar-Ge çalışanları Üniversite Sanayii İşbirliğinin gelişmesine de katkı sağlayacaktır. Üniversite ve sanayi işbirliğinde yürütülecek Ar-Ge projeleri ile uluslararası akademik dünyada da söz sahibi olmak mümkün olacaktır. Akademi işe dönüşen, rafta kalmayan projeler yapacak, önce ülke sanayisine katkı sağlayacak sonra da akademik çıktılarla kendi kariyerini ilerletebilecektir. Tam bir kazan-kazan modeli söz konusu olacaktır. Özetle, eğitilmiş, yetkin insan kaynağı ile sorunları derinlemesine inceleyebilir ve keşfedilmiş olanı keşfetmek için zaman ve para harcamak yerine fark oluşturabilecek ayrıntıları yakalayabiliriz.

Ayrıca, bütüncül Ar-Ge yapabilecek firma sayısını artırmak için yeni politikalar geliştirilmelidir; doğru firmalar seçilmeli, ticari başarı elde edilene kadar desteklenmeli ve küresel pazarlarda yer almaları sağlanmalıdır.

Özel sektör şirketleri yapmış oldukları yatırımı çok kısa süre içerisinde katma değere dönüştürmek istemektedirler. Öte yandan bu şirketler %100 kazanmayacakları, kendilerince yüksek riskli görünen projelere yatırım yapmaktan imtina etmektedirler. Oysa ileri-yüksek teknolojiler doğası gereği risk içeren teknolojilerdir. Ancak, bu alanlarda kayda değer Ar-Ge faaliyeti yürütüldüğünde çok büyük gelir üretmek, ekonomiyi sıçratmak mümkün olmaktadır. Maalesef özel sektörün bahsedilen bu “garantici” yaklaşımı firmaların ve dolayısıyla da ülkelerin yüksek teknoloji alanında gelişmesine engel teşkil etmektedir. Özel sektörü daha riskli alanlarda Ar-Ge yapmaya teşvik edecek mekanizmaların devlet tarafından oluşturulması gerekliliği de bir gerçektir. Ar-Ge çalışmalarının başarısızlığa uğramasının en önemli sebeplerinden birisi de yeterli sabrın gösterilememesidir. Yöneticiler hızlı sonuç almak ve Ar-Ge'nin sonuçlarını en kısa zamanda görmek istemektedirler. Yapılan Ar-Ge yatırımının yaygın etkisi hemen görülemezince uygulanan programın verimsiz olduğu düşüncesi ve bir şey çıkmayacağı kanaatiyle belki de ileride çok faydalı olacak bir yatırım ya da başlatılan bir destek mekanizması,

programı sonlandırılmaktadır. Başlanan bir Ar-Ge çalışması sonuca ulaşılmadan veya yeterli olgunluğa ulaşmadan kısa sürede kapatılmamalıdır. Ar-Ge çalışmalarının en önemli amaçlarından birinin de birikim oluşturmak olduğu asla unutulmamalı ve bu yolda sabırla, üzerine ekleye ekleye hedefe ulaşılabilmesi hatırlanmalıdır.

4. SONUÇ

Bu çalışmada teknoloji yönetiminin bir bütün olarak ele alınması gerektiği vurgulanmış ve ülkemizin hem ekonomik ve hem de politik gücünün artması ve dünyada çok daha etkin olabilmesi için güçlü bir teknoloji ekosistemine sahip olması gerektiği belirtilmiştir. Bu ekosistemin oluşturulabilmesi için sistematik, hedefi iyi belirlenmiş, kaynakların çok etkin kullanıldığı bir yapının gerekliliği tespit edilmiştir. Bu doğrultuda ülkemizin nasıl hareket etmesi gerektiğine dair öneriler yapılmıştır. Buna göre; 1) Ar-Ge yöneticileri, devletin koyduğu Ar-Ge hedeflerine ulaşmak için teknoloji yönetimi konusunda eğitime tabi tutulmalıdır. Önce eğitime destek verilmeli, sonra bu eğitimi alan ekiplere Ar-Ge desteği sağlanmalıdır. 2) Devlet desteklerinin hedefe ulaşmasını sağlamak için piramidin tepesinde yer alan, seçilecek firmalara öncelik verilmeli ve bütüncül Ar-Ge yapanlar sürekli olarak desteklenmelidir. 3) Tüm Ar-Ge destekleri, yalnızca ürünün prototip aşamasına kadar değil, ürün ticari hale getirilene kadar devam ettirilmelidir.

Ar-Ge çalışmalarının en önemli amaçlarından birinin de birikim oluşturmak olduğu asla unutulmamalı ve bu yolda sabırla, üzerine ekleye ekleye hedefe ulaşılabilmesi gerçeği her zaman göz önünde bulundurulmalıdır.

TRUE INTERPRETATION OF R&D: HOLISTIC R&D, INNOVATION AND TECHNOLOGY MANAGEMENT

In this study, research and development (R&D) activities are evaluated in terms of the difficulties in performing R&D itself by focusing on converting the output into the products, namely, adding value. Several recommendations are made in order to achieve the best results in R&D activities. Considering as an investment, it is stated that R&D is the driver of economic development of any countries. The importance of funding R&D activities not only until it reaches the prototype stage, but its output commercialize is also emphasized strongly.

Keywords: Research and Development; R&D; Innovation; Technology; Technology Management

KAYNAKÇA

- [1] J. A. Schumpeter, *The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. Transaction Publishers, 1934.
- [2] P. H. Er, "Giriřimcilik ve Yenilikçilik Kavramlarının İktisadi Düşüncedeki Yeri," *Selçuk Üniversitesi Sos. Bilim. Enstitüsü Derg.*, vol. 29, pp. 75–85, 2013.
- [3] S. Krogh, "Anticipation of organizational change," *J. Organ. Chang. Manag.*, vol. 31, no. 6, pp. 1271–1282, 2018.
- [4] P. Král and V. Králová, "Approaches to changing organizational structure : The effect of drivers and communication ☆," *J. Bus. Res.*, vol. 69, no. 11, pp. 5169–5174, 2016.
- [5] E. G. Carayannis, E. T. Samara, and Y. L. Bakouros, *Innovation and Entrepreneurship: Theory, Policy and Practice*. Cham: Springer International Publishing, 2015.
- [6] M. A. Schilling and R. Shankar, *Strategic Management of Technological Innovation*, 6th ed. New York: McGraw-Hill, 2020.
- [7] J. R. Cooper, "A multidimensional approach to the adoption of innovation," *Manag. Decis.*, vol. 36, no. 8, pp. 493–502, Oct. 1998.
- [8] L. Freeman, C., Clark, J., Soete, *Unemployment and technical innovation: a study of long waves and economic development*. Frances Pinter, 1982.
- [9] U. Akcigit and T. Nicholas, "History, Microdata, and Endogenous Growth," *Annu. Rev. Econom.*, vol. 11, pp. 615–633, 2019.
- [10] C. Greenhalg and M. Rogers, *Innovation, Intellectual Property, and Economic Growth*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 2010.
- [11] N. Forbes and D. Wield, "What is R&D? Why does it matter?," *Sci. Public Policy*, vol. 31, no. 4, pp. 267–277, Aug. 2004.
- [12] OECD, *Frascati Manual 2015*. Paris: OECD Publishing, 2015.
- [13] V. Chiesa, *R&D Strategy and Organisation - Managing Technical Change in Dynamic Contexts*, vol. 5, no. 2007. 2001.
- [14] P. Khoshnevis and P. Teirlinck, "Performance evaluation of R&D active firms," *Socioecon. Plann. Sci.*, vol. 61, pp. 16–28, 2018.
- [15] J. H. Seo and D. Cho, "Analysis of the Effect of R&D Planning Support for SMEs Using Latent Growth Modeling," *Sustainability*, vol. 12, no. 1018, pp. 1–16, 2020.
- [16] C. Petti, L. Rubini, and S. Podetti, "Government Support and R & D Investment Effectiveness in Chinese SMEs : A Complex Relationship," *Asian Econ. Pap.*, vol. 16, no. 1, pp. 201–226, 2017.
- [17] S. M. S. Krammer, "Science, technology, and innovation for economic competitiveness : The role of smart specialization in less-developed countries," *Technol. Forecast. Soc. Chang.*, vol. 123, no. June, pp. 95–107, 2017.
- [18] TurkStat, "Central Government Budget Appropriations and Outlays on R&D, 2008–2016," 2019. [Online]. Available: http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1082. [Accessed: 22-May-2020].
- [19] IRI, "2016 Global R&D Funding Forecast," *Industrial Research Institution*, Arlington, 2016.
- [20] M. Cincera, C. Cozza, A. Tübke, and P. Voigt, "Doing R&D or not (in a crisis), that is the question...," *Eur. Plan. Stud.*, vol. 20, no. 9, pp. 1525–1547, 2012.
- [21] G. K. Morvey and S. S. Dugal, "Corporate R & D Spending During a Recession," *Res. Technol. Manag.*, vol. 35, no. 4, pp. 42–45, 1992.
- [22] T. Talonen and K. Hakkarainen, "STRATEGIES FOR DRIVING R & D AND Three related strategies are," *Ind. Res.*, pp. 54–61, 2008.
- [23] National Research Council, *Management of Technology: The Hidden Competitive Advantage*. Washington, DC: The National Academies Press, 1987.
- [24] D. Çetindamar, R. Phaal, and D. Probert, *Technology Management*, Second. Newyor, NY: Palgrave, 2016.
- [25] W. Wu, Y. Liu, and T. Chin, "The effect of technology management capability on new product development in China's service-oriented manufacturing firms: a social capital perspective," *Asia Pacific Bus. Rev.*, vol. 2381, pp. 1–21, 2018.
- [26] J. C. Smuts, *Holism and Evolution*. Macmillan, 1926.
- [27] A. L. H. Mary Jo and Cunliffe, *Organization Theory. Modern, Symbolic, and Postmodern Perspectives*, 3th ed. Oxford University Press, 2013.
- [28] M. Gregory, "Technology management - a process approach," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part B J. Eng. Manuf.*, vol. Vol 209, no. 14, pp. 347–356, 1995.
- [29] R. Phaal, C. J. P. Farrukh, and D. R. Probert, "A framework for supporting the management of technological innovation," *Eng. Dep. Univ. Cambridge*, pp. 1–14, 2001.

- [30] B. Zhu, T. X. Yu, H. Zhang, and X. M. Tao, "Experimental investigation of formability of commingled woven composite preform in stamping operation," *Compos. Part B Eng.*, vol. 42, no. 2, pp. 289–295, 2011.
- [31] Y. Zhang and M. Gregory, *Value Creation through Engineering Excellence*. Cham: Pgrave Macmillan, 2018.
- [32] TurkStat, "Gross domestic expenditure on R&D by sector and source of funds," 2019. [Online]. Available: http://www.turkstat.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1082. [Accessed: 22-May-2020].
- [33] TÜBİTAK, "Science, Technology, and Innovation in Turkey 2012," 2012. [Online]. Available: https://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/s ti_in_turkey_2012.pdf. [Accessed: 22-Nov-2016].
- [34] M. W. Staniewski, "Management of Human Resources in the Aspect of Innovativeness," *Contemp. Econ.*, vol. 5, no. 1, pp. 84–91, 2011.
- [35] H. Santos-Rodrigues, P. F. Dorrego, and C. F. Jardon, "The Influence Of Human Capital On The Innovatiness Of Firms," *Int. Bus. Econ. Res. J.*, vol. 9, no. 9, pp. 53–63, 2010.
- [36] OECD, *Industry and Technology Policies in Korea*. 2014.