

YÖNETİM

STRATEJİK YÖNETİM AÇISINDAN STRATEJİK AR-GE FAALİYETLERİNİN İHRACATA VE EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİLERİ

Geliş Tarihi: 30.12.2019 Kabul Tarihi: 05.02.2020

TUĞBA KARABULUT¹ ORCID ID: 0000-0001-6414-8029
MUHİTTİN KARABULUT² ORCID ID: 0000-0003-0511-2637

ÖZ

Stratejik Ar-Ge, yenilik ve teknoloji, işletmelerin, sektörlerin, ülkelerin büyümesinde ve ihracatında, lokomotif görevi gören, ulusal ve küresel pazarlardaki hedef müşterilerin talebinin rekabetçi fiyat elastikiyetini göreceli olarak sert hale getiren “müthiş stratejik üçlü” olarak nitelendirilebilir. Bu stratejik üçlü 2000’li yılların başından itibaren, stratejik rekabetçi silahlar haline gelmiştir. Bu konuda, küresel ölçekte, stratejik olarak, dokuz sektörün ön plana çıktığını, bunların, ülkelerin/ülkeler topluluklarının orta ve uzun vadeli “strateji belgeleri “ haline dönüştüğü görülmektedir. Yapılan araştırmalarda ve Türkiye örneğinde, Ar-Ge bütçesi ile ihracat ve ekonomik büyüme arasında yakın bir korelasyon olduğu görülmektedir. Bu korelasyonun ileri teknoloji ürünlerinde daha yüksek olması beklenmektedir. Bu çalışmada, stratejik yönetim açısından, ihracat ölçeğinde ve ulusal ölçekte stratejik Ar-Ge’nin, yeniliklerin ve teknolojinin ekonomik büyüme üzerinde mevcut etkileri, gelecekteki önemi üzerinde durulmakta, işletmeler arası ve uluslararası kıyaslamalar yapılmakta, Ar-Ge ve ihracat arasındaki ilişkiye yer verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Stratejik Ar-Ge, Yenilik, Teknoloji, İleri Teknoloji Ürünler, Strateji Belgesi

MANAGEMENT

THE EFFECT OF STRATEGIC R&D ACTIVITIES TO EXPORT AND ECONOMIC GROWTH FROM PERSPECTIVE OF THE STRATEGIC MANAGEMENT

ABSTRACT

Strategic R&D, innovation and technology can be described as the “tremendous strategic triad” which makes the competitive price elasticity of the demand of target customers in the national and global markets harder, which serves as the locomotive in the economic growth and export of enterprises, sectors and countries. This trio has become strategically competitive weapons since the early 2000s. In this regard, it is seen that nine sectors have come to the forefront strategically on a global scale and these have become the medium and long-term “strategy documents of countries”. In this study, the current effects and future importance of strategic R&D, innovations and technology on the economic growth in terms of strategic management, export and national scale are emphasized, inter-business and international comparisons are made and the relationship between R&D and export is presented.

Keywords: Strategic R&D, Innovation, Technology, High Tech Products, Strategy Document

¹ Prof.Dr., İstanbul Ticaret Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İngilizce İşletme Bölümü,
tkarabulut@ticaret.edu.tr

² Prof.Dr., mkarabulut47@gmail.com

1. GİRİŞ

C-PEST faktörleriyle kuşatılmış işletmeler, misyonları, vizyonları ve amaçları yönünde, SWOT analizi yaparak stratejik planlarını yaptıktan ve rekabet stratejilerini formüle ettikten sonra, operasyonel planlarında bunları gerçekleştirmeye odaklanabilirler. Belirlenen stratejileri gerçekleştirebilmek için işletme ölçeğinde, mevcut ürünlerin ve süreçlerin yanında, rekabetçi yeniliklere girişilmesi; bu kapsamda, yeni ürün, hizmet ve süreç geliştirici stratejik rekabetçi Ar-Ge'ye, yenilik yaratmaya, yeni teknolojiler geliştirmeye ve bu faaliyetleri için yeterli rekabetçi kaynak/bütçe (girdi) ayrılması beklenir. Stratejik rekabetçi, yeni ürün geliştirici Ar-Ge, hem işletme ölçeğinde, hem de ulusal ölçekte, stratejik "oyun" kuruculuğa katkı sağlayıcı ve rekabeti lehe çevirici güce sahiptir. Bu özelliğiyle Ar-Ge kaynaklı yeni ürünler ve teknolojiler (ileri bilgi teknolojileri, endüstriyel teknoloji seti geliştirme, teknoloji transferi, uzmanlık içi ve dışı yönelimler dâhil), stratejik işletme, sektör ve ulusal yönetimin rekabetçi büyüme amaçlarını gerçekleştirmede, önemli birer rekabet silahı seti olarak değerlendirilebilir. Üstelik günümüzde, yeniliğin, yeni ürün ve teknolojilerin yaşam eğrisinin kısaltıldığı dikkate alınacak olursa, bu setin, bitmeyen bir maraton gibi devam etmesi, durmanın düşmekle eş anlamlı olacağı dikkate alınarak, rekabetçi olarak sürdürülebilir olması beklenir. Ar-Ge, yenilik ve endüstriyel teknoloji üçlüsü, "stratejik üçlü" olarak, işletmelerin stratejik planlarının, ülkelerin strateji belgelerinin çok önemli bir unsuru haline gelmektedir. Günümüzdeki Endüstri 4.0 aşamasında, 1960'lerden başlayarak gelişen Ar-Ge paradigmasının (beş nesile ayrılarak), stratejik ekseninde yeni bir aşamaya erişerek, Ar-Ge 4.0 aşamasına evrildiği söylenebilir. İşletmelerin ve ülkelerin bu aşamayı ıskalamamaya çalıştıklarını, Ar-Ge yoğunluğu olarak mikro ölçekte Ar-Ge Harcamaları/Ciro, makro ölçekte dokuz stratejik sektörde Ar-Ge Bütçesi/GSYİH oranlarını kıyaslamak için benchmarking yaptıkları gözlenmektedir. İşletme ölçeğinde rekabetçi Ar-Ge harcamaları/toplam yurt içi ve dışı satış gelirleri, ulusal ölçekte Ar-Ge Bütçesi/GSYİH ve bunlardaki değişim trendleri, işletmeler ve ülkeler için Ar-Ge alanındaki kıyaslamalarda önemli göstergelerdir. Yeni ürünün, ulusal ölçekte, stratejik önem verilen hangi ürün gruplarında ve sektörlerden geldiği son yıllarda önem kazanmıştır. Nitekim stratejik ürün gruplarının/sektörlerin sınıflandırıldığı, uluslararası kıyaslamalara konu edildiği, AB örneğinde olduğu gibi, orta ve uzun vadeli strateji belgelerinde yer verildiği gözlenmektedir. Dokuz sektörde toplanan, ihracatta daha yüksek katma değer sağlayan stratejik ürün gruplarının, tersine yenilik girişimlerinin yanında, Çin'in rekabetçi uyanışında da etkili olduğu görülmektedir. Türkiye'yi yakından ilgilendiren bu stratejik ürün gruplarının ihracatının toplam ihracat içindeki payı ve uluslararası kıyaslamalardaki yeri başlı başına büyük öneme sahiptir. Bu çalışmada, stratejik yönetim açısından, ihracat ölçeğinde ve ulusal ölçekte stratejik Ar-Ge'nin, yeniliklerin ve teknolojinin büyüme üzerinde mevcut etkileri ve gelecekteki önemi üzerinde durulmakta, işletmeler arası ve uluslararası kıyaslamalar yapılmakta, Ar-Ge ve ihracat arasındaki ilişkiye yer verilmektedir.

Daha sonra görülebileceği gibi, fert başına GSYİH açısından, Türkiye, dünya ortalama gelir düzeyinde seyrederken, bazı gelişmiş ülkelerin gelir düzeyleri daha hızlı artabilmektedir. Gelir düzeylerinin hızlı artışında bu ülkelerin, stratejik rekabetçi yeni ürünler geliştirecek Ar-Ge bütçesine sahip olmalarının ve yeni endüstriyel teknolojiler

geliştirmelerinin önemli payı olduğu söylenebilir. OECD, ihracatta görece rekabetçilik göstergelerini, genelde, şu faktörlere bağlamaktadır: Üreticinin görece birim değeri, üretimin birim işçilik maliyeti ve tüketici fiyat indeksleri (Durand and Giorno, <http://www.oecd.org/economy/outlook/33841783.pdf>: 153).

Rekabetçi Ar-Ge, bir işletmenin, teknolojik sorunlarının aşılmasına, rekabetçi yeni fırsatlar yaratılmasına ve rekabetçi üstünlük sağlamasına olanak verebilmektedir. Akademik araştırmalar genelde temel araştırmalara dönükken, endüstriyel araştırmalar ürün geliştirmesine dönüktür. Uygulamalı araştırmalar ise, her iki alanda gerçekleştirilebilmektedir (Trott, 2008, 253-261).

Ar-Ge, işletme stratejilerini formüle etmede, stratejik plan süreçlerinde, C-PEST faktörlerinin analizinde, çevresel faktörlerin tahmininde, teknolojik maliyet-etkinlik kıyaslamalarında; risk, kapasite ve yetenek değerlendirmelerinde önem taşımaktadır (Karabulut ve Karabulut, 2011: 14-15). Yönetim, Ar-Ge üzerinde araştırma alanı sayısı ve fon sağlama açılarından stratejik baskı yaratabilmektedir. Ar-Ge açısından yenilik ve teknoloji portföyü, çekirdek, tamamlayıcı, ilişkisel, sanal teknolojilerden oluşabilmekte, kurumsal rekabetçi stratejilerle şekillenmektedir. Amaçları yönelik kaynakların iç ve açık işbirliğine dayalı Ar-Ge'ye tahsisıyla, araştırma, yenilik ve teknoloji stratejisi desteklenebilmektedir (Trott, 2008: 263-268, -geliştirme-).

2. TEORİK EKSEN

İşletme iktisadı alanında, yenilik, teorik ve makro-ekonomik eksende, ekonomik büyüme ve uluslararası ticaret açısından ele alınmaktadır. Endüstriyel teknolojik yenilik, tarihi süreç içinde, yenilikçi işletmeler ve ülkeler için ekonomik yararlar sağlamaya devam etmektedir. Bu konuda, ilk ekonomistlerden Marx, Schumpeter (1934), Kondratieff (1935) yeni ürünlerin ekonomik büyüme üzerindeki teşvik edici etkisini vurgulamıştır. Bunları, diğer ekonomistler (Domar, 1946, Harrod, 1949 vd.) ve çapraz disiplinlerdeki bilim insanları (Simon, 1957, Woodward 1965 vd.) izlemiştir (Trott, 2008: 6-7).

Modern büyüme teorisinin kurucusu olan Schumpeter, ekonomik büyümenin ve uluslararası ticaretin teşvik edilmesinde, kaynakların yenilik faaliyetlerine tahsis edilmesinin önemi üzerinde dururken, yeni teknoloji modelleri (Greenhalgh, 1994) ve geleneksel teknoloji modellerini geliştirenler, Vernon'un (1966, Krugman P., 1979, Dollar, 1986) ürün yaşam eğrisi üzerinde durarak ticarete teknoloji gediğine (gap) (Posner, 1961) yer vermektedirler. Daha yeni ekonomik modellerde ise, ürün kalitesinin iyileştirilmesine yer verilerek, ülkenin ihracat talebi eğrisi (Grossman and Helpman, 1995; Romer, 1990; Young, 1991; Hobday, 1995) üzerinde durmaktadırlar. Bütün bu çalışmalar, Ar-Ge (yenilik) faaliyetleri ve ihracat arasında pozitif ilişki olduğu savunulmaktadır. 21.yy.'a gelindiğinde ise, ekonomiler, ulusal rekabet gücünün, ürün geliştirmenin ve uzun dönemli ekonomik büyümenin artan yenilik etkisiyle daha bilgi eksenli hale gelmektedir (Sikharulidze and Kikutadze, 2017: 131-137).

Uygulamada, pek çok araştırmada (cointegration testlerde), Ar-Ge yatırımlarının, makro ve sektörel büyümeye, insan sermayesiyle ve bilgi birikimiyle teknolojik gelişmelere öncülük ettiği, makro ve mikro düzeyde sürdürülebilirliği sağladığı görülmektedir. Ar-Ge ve GSYİH ilişkisi açısından Türkiye’de yapılan bir araştırmada, Ar-Ge bütçesi %1 artınca, GSYİH’nın %0,263 arttığı görülmektedir (Bozkurt, 2015: 188-194). Böylece, teorik ve uygulamalı çalışmalarda, yenilik göstergeleriyle ileri teknoloji ürünleri ihracatı arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Ülkeler arası çok faktörlü bazı çalışmalar bu durumu doğrulamaktadır (Sandua, and Ciocanelb, 2014: 80-83, -alıntı Belay, 2005; Srholec, 2006; Braunerhjelm and Thulin, 2008; Vogiatzoglou, 2009; Tebaldi 2011; Gökmen ve Türen, 2013-). Ancak, bir araştırmada, Çin’in ileri teknoloji ürünleri ihracatının, yoğun Ar-Ge harcamalarından ve teknolojik gelişmeden değil, küresel şirketlerin yatırımlarından kaynaklandığı belirtilmektedir (Fu, Wu and Tang, 2011: 1).

Bu konuda, Porter’in ulusların rekabet üstünlüğü ile ilgili elmas modelinin (1990), rekabetçi 5 güç modelinin (1985), değer zincirinin (1985) ve jenerik rekabet stratejilerinin (1980) (Peker vd., 2016: 11-22, -geliştirme-), ulusların ve işletmelerin rekabet ufkunu açtığı söylenebilir. Ancak, Ar-Ge’yi, değer zincirinde, destek faaliyetlerden ziyade, üretim öncesinde ve birincil faaliyetler arasında saymanın daha uygun olması beklenir (Karabulut ve Karabulut, 2011: 31-32).

Stratejik yönetim yaklaşımlarında, başlangıçta, Ar-Ge’ye, stratejik olarak, yer verilmemekteydi. Bu ilgisizlik, 3. Nesil Ar-Ge’den itibaren değişmiş ve Ar-Ge stratejik bir değişken olarak ele alınmaya başlamıştır. Ar-Ge’nin işletme stratejileriyle bağı kurulmaya başlanmıştır. Ar-Ge, stratejik boyutlarıyla değerlendirilmeye başlanmıştır (Nodoushani and Nodoushani, 2002: 3-15).

Ar-Ge’nin, 1980’den itibaren stratejik yönetim ve planlama sürecine dahil edilmesi önemli bir paradigma değişikliği olarak kabul edilebilir (Nieto, 2003: 135-161, -geliştirme-).

Ar-Ge, yenilik ve ileri teknoloji ürünleri ihracatı arasında pozitif bir ilişki olduğu görülmektedir. İleri Ar-Ge araştırmalarının yoğunluğu, işletmelerin ileri teknolojik ürünleri üretim kapasitesini artırmanın yanısıra, işletmelerin ve ulusların entelektüel sermayesini iyileştirip artırabilmektedir. Bu durumu, 2004 sonrasındaki, EUROSTAT, OECD ve UNDP istatistiki verileriyle uygulamalı araştırmalar da doğrulamaktadır (Sandua and Ciocanelb, 2014: 80-82).

Sanal alandaki gelişmelerin ve endüstri 4.0’ın, stratejik Ar-Ge ve sektörler ile bunların yeni ürünlerine ve ihracatına çok önemli katkılar sağladığı söylenebilir. Rekabetçi yeni ürün geliştirici Ar-Ge, Porter’in jenerik stratejileri dikkate alındığında, mevcut ürün portföyünü destekleyici ve geliştiricidir. Ar-Ge, işletmelerin yeni ürünler, süreçler, iş alanları geliştirerek, yeni pazarlar edinerek, rekabetçi farklılaşma; üretimde etkinlik sağlayarak, maliyeti düşürerek maliyet liderliği stratejisini uygulamalarını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, stratejik rekabetçi ürünlerde, çekirdek uzmanlıkları geliştiren odaklanma stratejilerini desteklemektedir. Ar-Ge, işletmelerin rekabet

üstünlükleri geliştirmesinde önemli role sahiptir: Müşterilerin ve tedarikçilerin pazarlık gücünü azaltabilir, ikame ürünlerin rekabetini etkisizleştirebilir, yeni rakiplerin pazara girişini engelleyebilir ve bazı rakiplerin pazardan çekilişini sağlayabilir (Uniroyal'ın, Michelin'in geliştirdiği yeni teknoloji karşısında, oto lastiği sektöründen çekilişinde olduğu gibi). Bu yönüyle de Ar-Ge, Porter'ın "ulusların rekabet üstünlükleri" faktörleri arasında yer alan firma yapısı, stratejisi ve rekabet durumunda olduğu gibi, üstünlük faktörleri setine katkı sağlayabilir.

Ar-Ge, rekabetçi yeni ürün ve süreç geliştirmeye dönük olabilir. Ancak, odaklanma yoğunluğu farklılık gösterebilir. Nitekim Ar-Ge, üretim yönetimi açısından yeni ürün geliştirmeye, süreç yönetimi açısından ise, yeni süreç geliştirmeye dönüktür. Süreçlere ve amaçlara erişmede, girdilere ve çıktılara ilişkin birbiriyle ilgili faaliyetler seti olarak nitelendirilebilir. Bir süreçte kaynaklar girdi sağlayıcı, müşteriler ise çıktılarının alıcısıdır konumundadır (Larsson, 2004).

3. STRATEJİK YÖNETİM VE STRATEJİK AR-GE

Peter Drucker'a göre, yönetimin iki işlevi vardır: Yenilik yapmak ve bunu pazarlamak (Karabulut, 2016: 12, -alıntı Al-Askari, 2011-). Yeniliğin olağan kaynağının, Ar-Ge olduğu söylenebilir. Gerek Ar-Ge ve yeniliğe, gerekse teknolojiye stratejik açıdan yaklaşmak gerekir. Bunlar, artık, sadece işletmenin değil, sektörlerin ve ülkelerin de önceliği haline gelmiştir. Yenilik geliştirme ve Ar-Ge, hem stratejik, hem de uluslararasılaşma ekseninde gelişmektedir (Chiesa, Manzini and Pizzurno, 2004: 66).

Porter'ın "ulusların rekabetçi üstünlüğü" faktörleri yaklaşımına, yani, rekabet elması faktörlerinden olan firma yapısı, strateji, rekabet durumu ve talep koşullarına destekleyici faktörler olarak, devlet ve şans faktörleri de eklenebilir. Ar-Ge, stratejik yenilik ve stratejik teknoloji üçlüsü, daha önce belirtildiği üzere rekabet ve büyüme paradigmasını değiştirmiş olmasının yanında, Porter'ın rekabet elması faktörlerinin getirdiği paradigmayı da değiştirmektedir.

Strateji, bir işletmenin paydaşlarının ihtiyaçlarını ve beklentilerini karşılayabilecek rekabetçi amaçlarını, hedeflerini, politikalarını, planlarını belirleyen kararlar seti olarak nitelendirilebilir. Yetkin ve etkin bir stratejinin belirlenmesi yanında, sürdürülebilir rekabetçi üstünlük sağlaması da beklenir (Evans and Lindsay, 1996: 187). Örgütsel açıdan strateji, örgütün amaçlarını ve hedeflerini gerçekleştirebilecek kapsamlı yol, yöntem olarak nitelendirilebilir. Stratejik yönetim ise, yetkin stratejileri formüle etmek ve uygulamak amacıyla süregelen, yeni yönetim süreçleriyle işletme fırsatlarına ve tehditlerine kapsamlı bir yaklaşım olarak nitelendirilebilir (Griffin, 1996: 200-202). Strateji, genelde, dışa dönüktür ve strateji geliştirilirken, SWOT analizi, strateji geliştirmede, önemli bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

Bir örgütün güçlü ve zayıf yönlerinin, çevresel fırsatlarının ve tehditlerinin değerlendirilmesi yapılarak; strateji formüle edilir, uygulanır ve amaçlanan çıktılara erişilip erişilmediği kontrol edilir. Böylece, strateji, bir örgütün misyonuyla, vizyonuyla ve amaçlarıyla tutarlı çıktıları gerçekleştirecek bir yol, yöntem olarak nitelendirilebilir. Öte yandan, stratejik kararların geleceğe dönük, uzun dönemli

taahhütleri içermesi, bunların gerçekleştirilebilir olması gerekir. Stratejik yönetimin şu içerikte olması beklenir (Wright, Pringle and Kroll, 1994: 3-11):

- a. Rekabetçi çevresel (makro ve sektörel) fırsatlarla ve tehditlerle birlikte, bir işletmenin, güçlü ve zayıf yönlerini değerlendirmesi
- b. Örgütsel yönelimi belirleyen işletmenin, kurumsal, işletme, stratejik iş birimi ve fonksiyonel stratejileri yetkin bir biçimde formüle etmesi
- c. Belirlenen stratejileri etkin uygulaması (geliştirilen örgütsel yapı, liderlik, örgüt kültürü yönünde)
- d. Performansı stratejik olarak kontrol etmesi

Strateji geliştirme aşamasında, stratejik teknoloji formülasyonu, teknolojik durum değerlemesi, teknoloji portföyü geliştirilmesi, teknolojiyle işletme, stratejik iş birimi entegrasyonu ve teknoloji yatırımı önceliklerini belirleme gibi süreçlere de girilebilmektedir. Ar-Ge, yenilik ve teknoloji, genelde strateji formülasyonundan hareketle oluşturulabilmektedir. Pazarda ve teknolojide belirsizlik arttıkça riskler ve radikal yeniliklere duyulan ihtiyaç da artabilmektedir. (Larsson, 2004: 28-32). İşletme stratejisiyle teknoloji yönetimi stratejisi sonrası etkileşimli olarak, Ar-Ge stratejisi, şu aşamaları içerebilmektedir (Larsson, 2004: 28-35):

1. Ar-Ge stratejisinin işletme stratejisini destekleyecek biçimde şekillendirilmesi
2. Ar-Ge stratejisinin işletme stratejisiyle entegre edilmesi
3. İşletme stratejisinden hareketle gelecek teknolojik ihtiyaçları karşılayabilecek şekilde Ar-Ge stratejisinin performansının izlenmesi

Öte yandan, strateji geliştirmesi esnasında, stratejik değeri artırabilmek için, işletmenin dışına dönük olarak, girdi, süreç ve çıktı paylaşımı için stratejik işbirlikleri gündeme gelebilmektedir. Stratejik işbirliği, girdisel açıdan bilgi ve kaynak ile çıktı paylaşımı olarak değerlendirilebilir. Bu paylaşım süreci, zaman eksenli olarak, şu süreci içerebilir: Uygun stratejik ortağın seçimi → Tarafların ihtiyaçlarını, beklentilerini anlama, anlatma eksenli görüşmelerle taahhüt; güven eksenli teknik ve ticari bilgi paylaşımı → İşbirliği sürecinin yönetimi → Çıktı paylaşımı ve sürdürülebilirliği (Trott, 2008: 230).

Stratejik yönetimin, yönetimin planlama, örgütlenme, yöneltme, koordinasyon ve denetleme gibi jenerik işlevleriyle rekabetçi olduğu, çevresel C-PEST faktörlerinin olumlu etkilerini artırıcı, olumsuz etkilerini azaltıcı, iç ve dış paydaşların memnuniyetlerini artırıcı olduğu söylenebilir. C-PEST faktörlerinden, ekonomik ve teknolojik faktörler, rakipler ve rakiplerin teknolojileri işletmeleri etkilemektedir. Bu yönde işletmeler, rekabetçi güçleri (finansal, İK/HR, teknolojik kaynaklar vb.) ölçüsünde, ulusal ve küresel pazarlarda amaçlarını gerçekleştirebilmek için pazardan pay almaya çalışırlar. Bu durum, makro açıdan, AB strateji belgesinde (2010-2020) olduğu gibi, diğer ülkelerin rekabetçi faaliyetlerine dönük olarak, bölgesel ve birlik ölçeğinde, rekabetçi beklentileri içerebilmektedir. Bu mikro ve makro beklentilere olağan cevap, rekabetçi Ar-Ge faaliyetleri ile rekabetçi yenilikler yapma; teknoloji geliştirme planları ve stratejileri oluşturma, bunu, yetkinlikle ve etkinlikle gerçekleştirebilme potansiyeline ve gücüne sahip olmadır.

Stratejik yönetim, kaynakların işletmenin çevresindeki paydaşlarına duyarlılık göstererek uzun dönemli tahsisini sağlamakta, yenilikle değer zinciri yaratılmasını kolaylaştırmakta, performansı bu duyarlılıkta arayarak, stratejik teknoloji yönetimine geniş bir içerik kazandırmakta ve ulusal teknoloji yönetim sisteminin bir parçası haline gelmektedir. İşletme içi ve dışı çevreyle yakından ilgili olan; yeniliğin bir çıktısı olan teknoloji, stratejik ekseninde kazandığı stratejik teknoloji yönetimi kimliğiyle yenilikçi ürünlerin üretimine bilgi ve teknoloji transfer etmekte; geleneksel ürün ve kâr maksimizasyonu eksenli işletme yönetimi ve kültüründe bir transformasyon gerçekleştirmektedir. Böylece, işletmenin iç ve dış çevresindeki paydaşlarına duyarlı teknolojik faaliyetler, stratejik yönetimin bir parçası haline getirilip ona entegre edilmektedir. Stratejik teknoloji yönetimi, stratejik yönetim, yenilik yönetimi, örgütsel bilgi yönetimi ve Ar-Ge yönetimiyle ilişkilidir (Sahlman, 2010: 28-29).

Tarihsel süreçte, teknoloji dalgaları (Kondratieff dalgaları gibi) büyümeyi olumlu etkilerken, resesyonların ve depresyonların büyümeyi olumsuz etkilediği görülmektedir. Bu olumlu ve olumsuz etkiler, ulusal devletlerin ve diğer devletlerin etkileriyle yön ve hız kazanabilmektedir. Ulusal devletlerin yeniliği kolaylaştırıcı bir rolü de vardır. Bu rol, Porter'ın "rekabet elması"nu kuşatan makro-ekonomik koşullar, politik istikrar, alt yapı ve kalitesi, rekabet, çevresel düzenlemeler ve ürün güvencesi düzenlemeleri, eğitim ve diğer sosyal etkiler, satın alma, Ar-Ge finansmanı gibi etkenlerle gerçekleştirilebilmektedir (Trott, 2008: 47-51).

Örgütsel açıdan, yenilik süreci, şu şekilde ortaya çıkabilmektedir (Prajogo ve Ahmed, 2006: 499-504) yenilik etkenleri (önderlik, İK yönetimi, bilgi ve yaratıcılık yönetimi), yenilik kapasitesini (teknoloji ve Ar-Ge yönetimi), bu da yenilik performansını (ürün ve süreç yönetimini) etkileyebilmektedir. Operasyonel bir süreç olarak yenilik, girdi, süreç ve çıktı olarak ifade edilebilir (Goffin and Mitchell, 2005: 315): Girdiler (zaman, İK, IT ve fikirler) → Yenilik süreci → Çıktılar (yeni ürünler, hizmetler, patentler) (Trott, 2008: 81-134).

Temel araştırmaya dayalı teknoloji geliştirme ve mühendisliğe dayalı ürün geliştirme faaliyetleri birbirleriyle ilgili olsa da öncelikler, teknik olgunluk, zaman boyutu, uzmanlık ihtiyacı, sürecin tekrarlanabilirliği ve tamamlanma noktası itibarıyla farklılık göstermektedir. Ayrıca, bu farklar, entegrasyon ve farklılaştırma konularında farklı yönetsel sorunlarla Ar-Ge'nin etkin ve yetkin kullanımı sorunlarında da vardır. Ar-Ge'nin, tarihi süreç içinde, birer paradigma olarak, şu aşamalardan ve yönetsel yaklaşımlardan geçtiği söylenebilir (Nobelius, 2002: 4, -alıntı Roussel, 1991: 39; Miller and Morris, 1998: 19; Chiesa, 2001: 12-):

1. Birinci nesil Ar-Ge: 1950'ler ve 1960'ların ortası, ekonomik büyüme ve pazarın doyması
2. İkinci nesil Ar-Ge: 1960'ların ortaları ve 1970'lerin ortaları, stratejik birim geliştirme, pazarın çekmesi ve pazar payı savaşı
3. Üçüncü nesil Ar-Ge: 1970'lerin ortaları ve 1980'lerin ortaları, rasyonelleştirme, ürün portföyü ve işletme stratejileri, Ar-Ge projeleri

- geliştirme, Ar-Ge süreçlerini yapılandırma, uzun vadeli teknoloji stratejilerini değerlendirme
4. Dördüncü nesil Ar-Ge: 1980'lerin ortaları ve 1990'ların başları, müşteriden öğrenme, zaman eksenli bütünleştirici ve çapraz ekipli Ar-Ge
 5. Beşinci nesil Ar-Ge: 1990'ların ortaları ve sonrası, sistem ve network entegrasyonuna odaklanma, paydaşlar ve rakipler odaklılık, stratejik işbirlikleri

Üçüncü nesil Ar-Ge'den itibaren, daha önce belirtildiği gibi, Ar-Ge'deki paradigmatik yaklaşımın değiştiğini, stratejik ve sanal eksene kaydığını görüyoruz. Günümüzdeki Endüstri 4.0 aşamasında, küresel eksende açık/işletme dışı Ar-Ge çalışmalarının önem kazandığı, bir bakıma, Ar-Ge 4.0 aşamasına geçildiği söylenebilir. Daha önce belirtildiği gibi, yönetim, stratejik ve sanal yaklaşım, daha bütünsel, operasyonel ve entegre hale gelmekte, stratejik yönetsel yaklaşım aşağıdaki özellikleri gösterebilmektedir (Roussel, Saad and Erickson, 1991: 1-2):

1. Ar-Ge felsefesi, stratejik bir ortaklığa dönüşüyor
2. Örgüt yapısında, Ar-Ge, izolasyondan kurtuluyor (ve daha stratejik hale geliyor)
3. İşletme stratejileriyle teknoloji ve Ar-Ge entegre/bütünsel hale getiriliyor

Bu konuda, operasyon ilkeleri aşağıdaki gibi değişmekte ve daha entegre hale gelmektedir (Roussel, Saad and Erickson, 1991: 2):

1. Ar-Ge fonları, teknolojik olgunluğa ve rekabetçi yoğunluğa göre belirlenmekte
2. Kaynak tahsisi, önceliklere, risk ve getiri durumuna göre düzenlenmekte
3. Ar-Ge hedefi, örgütsel ve teknolojik amaçlara göre belirlenmekte
4. Öncelikler seti, maliyet/yarar ilkelerine ve stratejik amaçlara katkısına göre oluşturulabilmekte
5. Performans ölçümü, işletme amaçlarına ve teknolojik beklentilere göre yapılabilmekte
6. Gelişmeleri değerlendirme, kurallı, dış etkinliklere ve iç gelişmeleri garanti etmeye dönük hale gelebilmektedir.

4. STRATEJİK YENİLİK, AR-GE VE TEKNOLOJİ

Ar-Ge, yenilik ve teknoloji, "matruşka" gibi, iç içe bir görünüm çizmektedir. Bu kavramlar, örgütsel, sektörel ve ulusal açıdan daha stratejik hale gelmektedir. Yenilik yönetimi, Ar-Ge ve teknoloji kavramlarına göre daha kapsayıcı olup bu kavramların türevidir. Yenilik, özellikle temel araştırmalara dayanan icattan (1. nesil yenilik) daha olağan bir çıktı (2. ve 3. nesil yeniliklerle süreç yeniliği) olarak nitelendirilebilir. Bir yenilik, mevcut üründen farklılaştırma yoğunluğu arttığı ölçüde, icada yaklaşabilmektedir (Karabulut, 2016: 213). Stratejik yenilik strateji yeniliği arasında bir farklılık vardır. Stratejik yenilik, sektörel, ulusal ve küresel ölçekte, görece üstünlükte ve katma değeri yüksek rekabetçi yeni ürünlerle hedef müşteri ek değeri yaratmaya dönüktür. Strateji yeniliği ise, stratejinin kendisinin (yenilikçi strateji gibi) yeni olmasıdır (Karabulut, 2016: 23).

Yenilik, firmaların sürdürülebilir rekabetçi üstünlüğünde önemli bir etkidir. Yeniliğin asıl kaynağını oluşturan bir Ar-Ge organizasyonunda, stratejik süreçler, bilgi yaratma süreci ile etkileşim içindedir. Yenilik yönetimi (işletme içi çevreyle sınırlı kapalı, yeni bilgiye ve pazara odaklı işbirliği eksenli; işletme dışı çevreyle araştırma, geliştirme ve ticarileştirme eksenli açık yenilik olarak), sırasıyla şu süreci izleyebilmektedir (Novo, De la Fuente, and Gaines, 2019, -alıntı Specht, 2002-):

1. Teorik çalışmalar ve temel araştırmalar
2. Teknoloji yönetimi: Teknoloji geliştirme ve prototip ürünle ilgili ön geliştirme faaliyetleri
3. Ar-Ge yönetimi: Temel araştırma, teknoloji yönetimi, yeni ürün ve süreç geliştirme
4. Yenilik yönetimi ve yenilik: (1., 2., 3. maddelerin etkileşiminin yanısıra yeni ürünün pazara sunumu ile ortaya çıkabilmekte)

Ar-Ge, yenilik ve teknoloji işletme ölçeğinde geliştirilse de sektörel, ulusal, hatta uluslararası ilgi odağı haline gelmektedir. Ar-Ge ulusal teknoloji kapasitesi göstergeleri arasında da yer almaktadır. Ulusal teknoloji göstergeleri, şu faktörlerden oluşabilmektedir: Ar-Ge yoğunluğu (Ar-Ge bütçesi/GSYİH), fert başına patent, kişisel bilgisayar sayısı, ileri teknoloji ürünler ihracatı/toplam ihracat, bir milyon kişiye düşen bilim insanı, mühendis, patent vb. Ar-Ge ve yenilik yoğunluğu, ileri teknoloji ürünlerin ihracatında önemli bir belirleyicidir. Bu, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliği bakımından önemlidir. AB örneğinde, şu 4 ülke, ileri teknoloji ürünleri ihracatının değer ve yoğunluk olarak, yaklaşık %70'ini gerçekleştirmektedirler: Almanya %26, Hollanda %16, Fransa %15 ve İngiltere %11. Bu değerlemeye konu olan bilimsel ve entelektüel sermaye eksenli, yoğun Ar-Ge ve rekabetçi ileri teknoloji ürünlerinin sektörleri ise şunlardır: Uzay, havacılık, bilgisayar, ilaç, elektrikli makineler, kimya, elektronik ve iletişim endüstrileri (Sandua and Bogdan, 2014: 80-82). Daha sonra belirtileceği gibi, ileri teknoloji ürünleri sektörleri, küresel düzeyde, dokuz sektör olarak ele alınmaktadır.

5. STRATEJİK YENİLİK

Yenilik, teknolojin itmesi veya pazarın çekmesiyle veya bunların etkileşimiyle oluşan bilimsel kavramların, teknik icatların ve rekabetçi ticari üstünlüğün etkileşimiyle oluşan rekabetçi değer olarak değerlendirilebilir. Teknoloji ise, bilimin dışı vurumu olarak, ürün veya üretim süreçlerinin uygulama bilgisi olarak ifade edilebilir. Endüstriyel teknolojik yenilik, tarihi süreç içinde, yenilikçi işletmeler ve ülkeler için ekonomik yararlar sağlamaya devam etmektedir (Trott, 2008: 5-23, -geliştirme-).

OECD, 2000'li yılların başlarında yenilik ve teknolojinin yayılmasının ekonomik büyüme üzerinde önemli etkiye sahip olduğunu belirtmekteydi. Ancak, son yıllarda küresel rekabetteki artış, bu etkiye ilişkin olarak dikkatleri Ar-Ge'ye ve bilimsel araştırmalara ayrılan fonlardaki artış üzerine çekmektedir. Bu alanda özel işletmelerin payı artarken hükümetlerin payı azalmaktadır (OECD, 2001).

Yenilik şekli, bir sektörde mevcut ürünlerin, süreçlerin ve teknolojilerin yerine geçen radikal veya mevcudu modifiye edici marjinal yenilikler şeklinde gerçekleştirilebilir.

Öte yandan, kendi içinde teknik (görünüm veya performans olarak), yönetsel-değişim, ürünler (mal ve hizmet), süreçler (Griffin, 1996: 370-371) veya sanal olarak gerçekleştirilebilir.

AB Komisyonu'nun entelektüel bir sürecin dönüşüm çıktısı olarak nitelendirdiği rekabetçi yenilikler, rekabetçi pazarda, talebin fiyat elastikiyetini sert hale getirebilmektedir. Oslo yaklaşımı doğrultusunda, yeni ürün ve süreç ekseninde, yoğunluk düzeyine göre, teknolojik ve teknolojik olmayan yeniliklerin etkileşimiyle oluşan entegre yenilik, sinerjik yenilik olarak nitelendirilebilir. Yenilik, Oslo belgesi (2005) kapsamında, yeni bir paradigma olarak, teknolojiye ve yönetimde ayrı ayrı veya birlikte, yahut tekno-yönetsel ekseninde, işletme içi ve/ya dışı (açık) olarak gerçekleştirilebilir (Karabulut, 2016: 19-26, -geliştirme-).

Yenilik, işletmelerin sürdürülebilir rekabetçi üstünlüklerini gerçekleştirmede önemli bir faktördür. İşletmenin yenilik stratejisi, hedef iç ve dış pazara verilecek ürünleri, mevcut, yeni iç ve dış hedef pazarlar için ürünlerin üretimine yönelik Ar-Ge'nin organizasyonuna ilişkin ürünlerle, hedef pazarlarla ve teknolojik alanlarla ilgili yatay, dikey stratejik kararları ve yenilik süreçlerini içerebilmektedir (Cassiman and Gambardella, 2019, -geliştirme-).

Yenilik stratejisi şu süreçlerden oluşabilir (Arvizu, Häfner, and Peter, 2015: 11-14):

1. Yenilik amaçlar ve hedefler setini belirleme
2. Ayrılacak kaynakları ve yetenekleri belirleme
3. Kaynak, uzmanlık ve gerekli faaliyetleri konuşlandırma, öncelikleri belirleme
4. Yenilik yol haritasını ve zaman planını geliştirme
5. İletişim stratejisi
6. Performansı izleme

Yenilik, işletmenin hem örgütsel büyüme stratejisini, hem de ülke stratejisini etkileyebilmektedir. Yeniliğe yönelik yaklaşımlar, şu başlıklar altında toplanabilir (Karabulut, 2016: 14, -alıntı Nauwelaerts, Antwerp and Hollaender, 2012-):

1. Sistem görüşü: Yeniliği, ulusal yenilik sistemi doğrultusunda yönetmek
2. Örgütsel görüş: Yenilik yönetimiyle ilgili girdilerden bilgi yönetimi, yenilik stratejisi vb. temel unsurlar
3. Bireysel görüş: Önderlik stili, girişimci yönelim, yönetsel uzmanlık ve işletmenin stratejik ortaklık kapasitesi

Avrupa Komisyonu'nun 2014 verilerine göre, yenilik çıktısı göstergesi AB'de 101,6 (2010=100), Türkiye'de ise, 59,2'dir (Karabulut, 2016: 198). Paydaşlar odaklı bir yenilik çıktısının optimal başarısının, şu faktörlerin etkileşimine bağlı olduğu söylenebilir (Karabulut, 2016: 15, -alıntı Lawson and Samson, 2001-):

1. İşletmenin genel yapısı: Çekirdek bilgisi, ürün portföyü, süreçleri, sistemleri, girdileri ve yeniliğe tahsis edilecek kaynakları

2. İşletmenin yenilik yeteneği ve çekirdek bilgisi: Çekirdek bilginin paydaşlara dönük olarak, yaratıcılık ve etkinlikle yeni rekabetçi ürünlere, süreçlere ve sisteme dönüştürülebilmesi
3. İşletmenin yeni değer eksenli oluşumu: Yeniliği mevcut/yeni pazarlara sunma ve buna uygun iş yapısı
4. İşletmenin yenilik portföy yapısı ve yenilik performansının değerlendirilmesi

Yenilikte rekabetçi teknik boyut, geliştirilebildiği ölçüde, daha yaratıcı ve rekabetçi yıkıcılıkta olabilmektedir. Bu, sadece ulusal düzeyde değil, son birkaç on yıldan beri, daha fazla küresel düzeyde geliştirilmeye, çapraz fonksiyonların (Ar-Ge, üretim, pazarlama vb.), ulusal ve küresel çapraz fonksiyonel çekirdek uzmanlıktaki ekiplerin, araştırma merkezlerinin entegrasyonu ile gerçekleştirilmeye, daha hızlı biçimde küresel pazarlarda yayılmaya başlamaktadır (Hill, 2013: 603-608, -geliştirme-).

Küresel yenilik endeksinin (KYİ veya GII) üç göstergesi şunlardır: Yenilik verimlilik oranı, yenilik girdi alt endeksleri ve yenilik çıktı alt endeksleridir. Alt endeksler farklı performans göstergeleri yönünde hesaplanarak ülkelerin sıralaması bulunmaktadır. Girdi alt endeksleri insan kaynağı, kurumlar, altyapı, araştırma, iş ve pazar gelişmişliği; çıktı alt endeksleri, yaratıcı çıktılar, bilgi ve teknoloji çıktılarından oluşmaktadır. Alt endeksler farklı performans alt endekslerine ayrılarak hesaplamalar gerçekleştirilmektedir (InnoCentrum Blog, 2018, Global Innovation Index 2018, 12.7.2018, <https://medium.com/innocentriumblog/k%C3%BCresel-i-%CC%87novasyon-endeksi-2018-70a3123f6783>, 12.11.2019).

Küresel yenilik indeksinde (2018) ilk 10 ülke sırasıyla şu şekildedir: İsviçre, Hollanda, İsveç, İngiltere, Singapur, ABD, Finlandiya, Danimarka, Almanya ve İrlanda (Dutta, et al., 2018: 17). İndeksin çıktı ve girdileri ise şu şekildedir (Dutta, et al., 2018: 16):

- a. Girdiler: Kurumlar (politik ve işletme çevresi), insan sermayesi, araştırma (eğitim ve Ar-Ge), alt yapı (genel ve ekolojik), çok boyutlu pazar (kredi, yatırım, ticaret, rekabet, pazar ölçeği) ve çok boyutlu işletme kültürü (uzman insan kaynakları, yenilik, bilgiyi özümleme)
- b. Çıktılar: Bilgi ve teknoloji çıktıları ile yaratıcı soyut varlıklar, mal ve hizmetlerle online yaratıcı çıktılardan oluşmaktadır.

Küresel yenilik indeksi (2018) ayrıntılı olarak şu şekilde belirtilebilir (Dutta et al., 2018: 16):

Küresel yenilik indeksi=f(yenilik etkinlik oranı)=f(yenilik girdisi alt indeksi ve yenilik çıktısı alt indeksi). Bunlar, şu alt ayrımlardan oluşmaktadır:

- a. Yenilik girdisi alt indeksi=f(kurumlar, insan sermayesi, araştırma alt yapısı, sofistike pazar ve iş birimleri)
- b. Yenilik çıktısı alt yapısı=f(bilgi ve teknoloji çıktıları, somut, soyut ve sanal yaratıcı çıktılar)

Küresel Yenilik İndeksi (GII) 2019 verilerine göre, küresel yenilik indeksinde (medyan olarak) ilk beş ülke şunlardır (<https://www.globalinnovationindex.org/gii-2019-report>): İsviçre/67,24, İsveç/63,65, ABD/61,73, Hollanda/61,44 ve İngiltere/

61.30. Ayrıca, Çin ve HongKong'un sonuçları da şu şekildedir: Çin/54,82; Hong Kong/55,54. Bu konuda, 129 ülkenin medyan skoru 33,86'dır. Yenilik girdi alt indeks skoru 45,26'dır, tüm ülkelerin girdi medyan skoru ise 43,46'dır. Yenilik çıktı alt indeks skoru, 28,64'dır (tümünün çıktı medyan skoru: 23,54'dür). Türkiye, 100 üzerinden 36,95 yenilik indeksi skoru ile 49. sıradadır. Türkiye'nin, girdilerine kıyasla çıktıları daha düşüktür.

6. STRATEJİK AR-GE VE YENİ ÜRÜN GELİŞTİRME SÜRECİ

Ar-Ge, geleceğe dönük vizyoner düşünceleri, yeni ve ileri teknolojik ürünleri, yenilik süreçlerini hayata geçirip rekabet pazarını ve pazar payını kazanmak için stratejik bir silah haline gelmiştir. Bu silahın geliştirilmesi için rekabet savaşını kazanabilecek yenilik projelerine başta entelektüel sermaye ve finansal kaynaklar olmak üzere, önemli kaynaklar ayrılmaktadır. Ar-Ge'de, işletmeler, sadece kendi ölçekleriyle (girişimci, KOBİ, büyük işletme olarak) ve kaynaklarıyla yetinmeyebilirler. Aslında riskli olan bu alanda, bazı farklılıklarla içsel ve dışsal teknoloji, yeni ürün ve entelektüel sermaye (patent, telif, tasarım, marka, teknik bilgi) için, çok disiplinli ulusal ve küresel stratejik işbirlikleri artırılabilir. Ar-Ge'nin, işletmenin stratejik bir varlığı olup olmadığı tartışılabilir, bu, Ar-Ge'nin yönetim tarzına ve yöneticilerin beklentilerine bağlıdır (Nodoushani and Nodoushani, 2002: 3-15). Öte yandan, uzun vadeli stratejik Ar-Ge planları, on yıllık stratejik planları destekleyecek şekilde geliştirilebilir (Cooley, 2004).

Ar-Ge, bilgi, yenilik yönetimi ve teknoloji yönetimlerinin etkileşimiyle oluşan ortak bir set olarak geliştirilebilir. Bu etkileşimli yönetimlerde, süreç yeteneği, alt yapı yeteneği, stratejik yetenekler ve bunların etkileşimleri önemli roller üstlenebilmektedir. Bu, işletme ölçeğinde olduğu gibi, sektörel, ulusal ve küresel (politikalar ve stratejiler olarak) düzeyde devam edebilmektedir. Küresel ekonomik transformasyonla aktörlerin ek değer yetenekleri geliştirilebilmektedir. Ek değer, bilgi, yenilik ve teknoloji yönetimi yeteneğine dayanmaktadır. Nitekim, bunu AB-28 ülke düzeyinde, bazı farklılaşmalara rağmen, deneyim eksenli öğrenme biçiminde, sinerjik değeri artırılarak, sürdürdüklerini görebilmekteyiz. Bu konuda, örgütsel ve ulusal ölçekte büyüme aşamasında genelde girişimcilik, işletme özelinde ise, kurum içi girişimcilikle bilgi ve yenilik temel faktörler olarak özendirilebilmektedir (Asim and Sorooshian, 2019, -geliştirme-).

Araştırma geliştirmeye dayalı rekabetçi performans, sadece işletmeler için değil, ülkeler için de hayati önemdedir. Bu nedenle bazı örgütler ve ülkeler gecikseler de, Ar-Ge, stratejik sektörlerde, kâr amaçlı ve amaçsız işletmelerin, kamu kurumlarının ve akademik çevrelerin ilgi odağıdır. Nitekim, örgütlerin olması gereken rekabetçi stratejileri, hedef paydaşların rekabetçi ihtiyaçlarını, beklentilerini memnun ederek rekabeti kazanma eksenlidir. Ar-Ge performansı başarısızlığı, sadece üst yönetimin taahhüt eksikliğinden ve insan kaynaklarının motive edilememesinden değil, Ar-Ge performansının aksak beklentilerinden de kaynaklanabilir. Bu konuda, "sihirli bir gümüş mermi" yoktur. Ar-Ge'ye yaklaşımın kuvvetli ve zayıf yönleri olabilir, performansı, farklı kararlara ve seçimlere bağlıdır. Bu etkenler, şu şekilde belirtilebilir: Ar-Gr stratejisinin (tutarlılık, uyumluluk, konuşlanma) ve faaliyetlerinin

hacmi, konumu, çeşitli gruplar arası çekirdek uzmanlığın yeterliliği, seçimi, kompozisyonu, Ar-Ge örgütü, teknoloji, proje seçimi, ürün tasarımı, amaçlara uygun kaynakların tahsisi, öncelikler, proje yönetiminde süreçlerin tasarımı, tutkulu başarı niyeti vb. (Pisano, 2012, -geliştirme-).

Değer zincirinde Ar-Ge önemli role sahiptir. Bir işletmenin stratejisi, onun kârlılığını ve kâr büyümesi eksenli değer zincirini maksimize edecek amaçlara ve hedeflere erişme eylemleri olarak nitelendirilebilir. Kârlılık eksenli, işletmenin rekabetçi maliyetlerinin düşürülmesine, rekabetçi ek değer sağlanmasına, rekabetçi olarak farklılaştırılmış ürünlerin (reel ve sanal malların, hizmetlerin) fiyatlarının artırılmasına; kârlılık büyüme eksenli ise, mevcut pazarlarda rekabetçi olarak daha fazla satış yapılması, yeni pazarlara girişlerin sağlanmasına bağlı olabilecektir. Porter, Ar-Ge'ye değer zincirinde yer vermekte, destek faaliyetlerden biri olan bilgi sistemiyle ve insan kaynaklarıyla etkilenen işletmenin birincil faaliyetleri arasında göstermekte, diğer birincil faaliyetler arasında yer alan üretim, pazarlama, satış ve müşteri hizmetleri üzerindeki dolaylı etkisine yer vermektedir (Hill, 2013: 418-424). Ancak, Ar-Ge'nin, değer zincirinin stratejik unsurlarından biri olarak değerlendirilip, birincil faaliyetler arasında yer alması daha uygun olabilir (Karabulut ve Karabulut, 2011: 31-33). Yeni ürün, süreç ve/ya bir sürecin stratejik ve radikal biçimde yeniden yapılandırılması, yeni örgüt, yönetim uygulamaları, stratejiler vb. geliştirilmesine kaynaklık eden Ar-Ge, uzun dönemli büyümenin motorudur (Hill, 2013: 77, -geliştirme-).

Ar-Ge konusunda değişik yaklaşımlar bulunmaktadır. Bunlardan biri, şu dört yaklaşımı kapsamaktadır (Mahdjoubi, 2019):

1. Faaliyetler seti olarak Ar-Ge: Temel araştırma (penisilin keşfi gibi), uygulamalı araştırma, geliştirme araştırmaları (ve sonuçta ticarileştirme)
2. Yenilikte bir paradigma değişimi olarak Ar-Ge: 1775 endüstri devriminden itibaren deneme-yanılma, sistematik icatlar, Ar-Ge, vb. ile 1970'lere, 1975'ten itibaren teknoloji ve müşteri odaklı değişim Microsoft, 1991-2000 + Linux vb. kullanıcı içerikleri
3. Tasarım ve gelişmeyle etkileşimli (ileri-geri) endüstriyel Ar-Ge
4. Bir fikir kaynağı olarak Ar-Ge: Teknoloji itici (Ar-Ge'den tersine tasarıma kadar) ve pazar çekici (deneyim ve çevresel faktörlerde değişim eksenli olarak)

Endüstriyel Ar-Ge, rekabetçi pazar çevresindeki teknolojik trendlere ve değişimlere göre, kesikli veya sürekli olabilir. Rekabetçi çevrede yeni ürün ve teknoloji geliştirmede ortaya çıkabilecek bir aksaklık, rekabetten kopmaya neden olabilir. Bu bakımdan, üst yönetimin stratejik yaklaşımı ve desteği yanında, stratejik Ar-Ge'de şu hususların gözden uzak tutulmaması beklenir (Gelec and Wagner, 2014: 2-3):

- a. Ar-Ge'de hedef müşteri odaklılık ve özgünlük
- b. Ar-Ge insan kaynakları proje ekibinin çekirdek teknik ve idari kariyerlerinin, becerilerinin örgüt içindeki ve dışındaki (açık Ar-Ge) stratejik yeni ürün araştırmaları için rekabetçi olarak geliştirilmesi

- c. Doğru stratejik proje seçimi ve gerçekleştirilmesi, yeni teknolojilerin keşfine dönük tüm Ar-Ge stratejilerinin uygulamada etkinliğinin sağlanması
- d. Tüm Ar-Ge süreçlerinin birbirleriyle tutarlılıklarının ve ürün geliştirmede yalnız süreçlerin etkinliğinin artırılması

Stratejik amaçlar ve hedefler doğrultusunda rekabetçi yeni ürün geliştirilmesi şu süreci ve değerlendirmeleri izleyebilir (www.drluisortiz.com › PPT, -geliştirme-):

1. Yeni ürün geliştirme (aslında bir süreçtir, yeni fikir yaratılmasından ticarileştirme aşamasına kadar değişik aşamalardan ve elemelerden geçilmektedir: Başarısız fikirlerin elenmesi, başarılı fikirlerin geliştirilmesi, kısa-uzun dönem kârlılığı, prototip ürün, pazar testi vb.)
 - a. Matriks tipi yaklaşımla risk ve getiri analizi yapılabilir: Yüksek risk/yüksek getiri gibi
 - b. Teknolojik yenilik, mevcut teknoloji, insan kaynağı, finansman ve donanımla üretilebilirliği
 - c. Sektörel rekabetçi tahribat yaratıcı, rekabetçi üstünlükte yeni ürün ve teknoloji
2. Çekici pazarlara dönük teknoloji trend analizi sonucu ihtiyaç duyulan Ar-Ge
 - a. Temel ve uygulamalı araştırmalara ihtiyaç duyulan yüksek yatırım
 - b. Talebin şiddeti ve müşteri gelirlerinin (yüksek, vasat, düşük) analizi
 - c. Rekabet yoğunluğu analizi
3. Ar-Ge, üretim ve pazarlama entegrasyonu
 - a. Hedef müşteri ihtiyaçlarına dönük ürün geliştirme
 - b. Yeni ürünlerin yetkin ve etkin üretimi
 - c. Hedef pazara sunum süresini minimize etme ve zamanlama

Küresel büyük şirketler, yenilik politikaları yapımcıları olarak, hem kendi sektörlerinin ve ülkelerinin, hem de dünyanın yenilik envanterinin çok önemli bölümüne egemendirler. Bu yönleriyle küresel işletmeler, Ar-Ge faaliyetleriyle teknolojiyi ve rekabetçi potansiyellerini artırabilmekte, Ar-Ge'nin, sınır aşıcı olarak küreselleşmesinde, yeniden konumlandırılmasında ve yeni bir paradigma üzerinde etkili olabilmekte; insan sermayesinin ve bilimsel alt yapının transferini gerçekleştirebilmektedirler (Criscuolo and Patel, 2003: 2, -alıntı Patel and Pavitt, 1999-, -geliştirme-). Endüstri 4.0 aşamasında, “büyük veri, nesnelere interneti, yapay zekâ” vb. gelişmeler karşısında, bu etkiler ve etkenler, sanal dünyada daha anlamlı ve etkileri itibarıyla daha “geometrik” bir hale gelebilmektedir.

Dünyanın en büyük biofarmatik firması olarak, Pfizer, bir örnek olay olarak ele alındığında şunlar gözlenmektedir: Ar-Ge bütçesi (2018) 8.0 milyar dolardır. 2006-2018 dönemi bütçe ortalaması ise 8,1 milyar dolardır (Mikulic, 2019).

Araştırmacı ilaç sektöründeki şirketler cirolarının ortalama %17'sini, en büyük şirketler ise, 2019'da, cirolarının yaklaşık %20'sini Ar-Ge'ye ayırmıştır (Investopedia, 2019).

Pfizer örneğinde bir ilacın geliştirme süreci 12 yılı bulmakta, 10-12 laboratuvar araştırmasından (yaklaşık 1,5 milyar dolar) sonra, sadece bir tanesi hastayla buluşabilmektedir. Her sektörün Ar-Ge süreci jenerik olarak benzese de bazı farklılıklar gösterebilmektedir. Pfizer'in Ar-Ge süreci, şu aşamalardan geçmektedir (https://www.pfizer.co.uk/sites/g/files/g10017291/f/201505/102731_PFIZER_drug_development_process_PRINT-READY-A4.pdf):

1. Hastalığın keşfi/ön belirleme
2. Molekülün keşfi
3. Ön klinik testler
4. Test ilacı üretme
5. Klinik testler
6. Lisanslama (güvenli kullanım ve yasal koruma)
7. Güvenli kullanım öncelikli sürekli izleme
8. Sürekli yatırım

Küresel düzlemde 2.500 işletme 46 ülkede, 2017/2018'de dünya işletmeciliğindeki Ar-Ge yatırımının/bütçesinin yaklaşık %90'ını (736 milyar Euro) kullanmaktadır (Hernandez Guevara et al., 2018).

Bunlar arasında ilk on işletme şunlardır (milyar Euro olarak): Samsung (13.4, Alphabet/13.4, Wolkswagen/13.1, Microsoft/12.3, Huawei/11.3, Intel/10.9, Apple/9.7; Roche/8.9, J&J/8.8, Daimler/8.7). Veriler böyle olmakla beraber, bunların Ar-Ge yoğunlukları (Ar-Ge bütçesi/satış geliri) değişiklik gösterebilmektedir. Söz gelişi, en büyük bütçeye sahip Samsung'un Ar-Ge yoğunluğu % 7.2, Intel'in ise % 20.9'dur (EU-China Joint Innovation Center, 2018).

İleri teknoloji/H-T ürünlerin toplam ihracatında Türkiye'nin düşük payı (2018'de, %2 veya 3,1 milyar dolar), işletmelerin alması gereken çok yolu olduğunu göstermektedir. İleri teknoloji ürünlerinden ilk on ürün grubunda Ar-Ge'ye en fazla yatırım yoğunluğu olan sektörler şunlardır: İlaç ve bio-teknoloji, bilimsel ve teknoloji donanımları, teknoloji girişimi ürünler. Bunları, bütçede oransal olarak daha düşük pay alan yazılım, bilgisayar, oto yedek parça, oto-elektrik gibi geleneksel sektörler izlemektedir (EU-China Joint Innovation Center, 2018).

OECD'ye üye göre şu ülkelerde, 2000-2010 döneminde, Ar-Ge yoğunluğu artmıştır: AB'de %1,74'ten %1,91'e, Japonya'da %3,0'ten %3,26'ya, ABD'de %2,71'den %2,90'a gibi. Türkiye'nin dahil olduğu bir grup ülkede ise bu yoğunluk, görece olarak, daha hızlı artmıştır: Estonya, G. Kore, Portekiz ve Türkiye gibi. Bu dönemde, asıl ilginç olan, Çin'in Ar-Ge yoğunluğu artışını yaklaşık ikiye katlamasıdır: %0,90'dan %1,77'ye (http://www.oecd.org/sdd/08_Science_and_technology.pdf).

Küresel Ar-Ge bütçesi 2017 yılında hükümetlerin, üniversitelerin, kâr amaçlı ve kâr amaçsız kuruluşların ve diğerlerinin toplamı olarak yaklaşık 2 trilyon dolardır. 2000-2017 arasında Çin, Ar-Ge bütçesini %1400 artmıştır. En yakını yaklaşık %400 artış ile G. Kore, Tayvan ve Rusya gerçekleştirmiştir. ABD, İngiltere, Japonya yaklaşık %100, Almanya ve İtalya %200 artmıştır. Ancak, ABD 1960'da Dünya Ar-Ge'sinin

%69'unu gerçekleştirirken, 2017'de 543 milyar dolar ile küresel Ar-Ge bütçesinin %28'ini gerçekleştirmiş ve yine birinci sıraya yerleşmiştir. ABD'yi ilk beş içinde, Çin (496 milyar dolar), Japonya (171 milyar dolar), Almanya (132 milyar dolar) ve G. Kore (91 milyar dolar) izlemiştir (Congressional Research Service, 2019, Global Research and Development Expenditures: Fact Sheet, R44283, CRS Report, <https://fas.org/sgp/crs/misc/R44283.pdf>).

Uzakdoğu'da, 2000 yılı başlarından itibaren stratejik “müthiş üçlü” olan stratejik Ar-Ge, yenilik ve teknoloji değişim gerçekleştirmektedir. Diğer bir deyişle, küresel rekabet pazarında, yeni stratejik silahlar olarak bu “stratejik üçlü” ön plana çıkmaktadır.

ABD'de endüstri Ar-Ge Bütçesi/GSYİH yoğunluğu 1965'ten beri düşmektedir. Diğer alanlardaki oranlar ise, 2000'den beri, görece olarak aynı kalmaktadır. Ancak tutar olarak, dünyada en yüksek Ar-Ge bütçesi trendi görece olarak artarak (2015), daha önce belirtildiği gibi ABD'ye aittir (toplamda %28'i federal olmak üzere, yaklaşık 465 milyar dolardır (2017'de 543 milyardır, iki yıldaki artış %16,8'dir); federal hükümet bütçesinin %50'den fazlası savunmaya, %25 kadarı sağlığa ayrılmıştır. Çin'in Ar-Ge bütçesi 1995'ten beri sürekli yükselerek artmaktadır (yaklaşık 415 milyar dolar; 2017'de 496 milyar dolar ve iki yıldaki artış %19,5'tir); AB-28'in ise, yaklaşık 350 milyar dolardır (Hourihan and Parkes, 2019, -geliştirme-).

Uluslararası Ar-Ge kıyaslamalarında, Ar-Ge bütçesi ve GSYİH verileri esas alınarak, bir yöntem olarak, Ar-Ge yoğunluk oranı veya Ar-Ge Bütçesi/GSYİH oranı verilmektedir. Dünya Ekonomik forumu küresel rekabetçilik raporuna göre (2016-2017), rekabetçilikte 2. sırada olan Finlandiya, Ar-Ge yoğunluklu büyümede 3. sıradadır. Ar-Ge yoğunluğunda, en yoğun Ar-Ge Bütçesi/GSYİH oranına sahip ülkelerle, OECD ortalaması ve bunlar karşısında Türkiye'nin durumuna ilişkin kıyaslamalar Tablo 1'de şu şekildedir (Aydın ve Soylu, 2018: 12):

Tablo.1. 2015'de Ar-Ge Yoğunluğu Yüksek Ülkeler, OECD ve Türkiye

1. G. Kore %4,2
2. İsrail: %4,2
3. Japonya: %3,4
4. ABD: %2,7
5. Çin: %2.1
6. AB: %1,9
7. OECD: %2,4
8. Türkiye: %1

Öte yandan, gelişen ülkeler, ekonomik ve finansal krizlere rağmen, IMF'e göre, Batılı ülkeler 2 mislinden fazla büyümektedirler. Orta sınıfın gelirleri artmaktadır. Batılıların gelişen ülkelerin kültürel kodlarına, ihtiyaçlarına uygun, yoğun Ar-Ge çalışmalarına gerek kalmaksızın, Çin, Hindistan vb. gelişmekte olan ülkelerin yerel Ar-Ge

faaliyetleri ile (maliyeti olağana göre, %5'i bulmayan) yenilikler yapmaları, bunları düşük fiyatlarla pazarlamaları gerekmektedir. Bu tür, yerel düzeyde ve hedef pazarlara dönük tutumlu, "ters yenilik" çalışmaları, paydaşlarla yeni bir ekosistem oluşturulabilmektedir. Bu tür girişimlerle, dünyada, 2030'a kadar talebin 21 trilyon dolardan 56 trilyon dolara kadar çıkartılması beklenmektedir (Brem and Wolfram, 2014). Bu, ters Ar-Ge ve yenilik yaklaşımları, yenilik konusunda, 2. ve 3. nesil yeniliklerin "türevi" olarak, fonksiyonellik açısından, gelişen ülkeler için alternatif bir paradigma olarak değerlendirilebilir. Ancak, bu aşamanın geçilememesi halinde, "montaj sanayi ile 1960'lardan beri, yakın zamana kadar Türkiye'nin yaşadığı orta gelir kuşağından kurtulamamaları, katma değeri düşük ürünler üretmekten ve birim fiyatı düşük ürünler ihraç etmekten öteye geçememeleri beklenir.

Küresel prodüktivitedeki büyüme, yatırım ve Ar-Ge'deki gelişmeler şu şekilde belirtilebilir (Dutta et al., 2018):

1. Küresel prodüktivite büyümesi (istihdam başına GSYİH'daki artış):
 - a. ABD'de 1975 yılından 2000 yılına kadar artarak devam etmiş, bu tarihten itibaren 2019 yılına kadar düşmeye devam etmiştir (ABD prodüktivite artışı: %0,9).
 - b. Yüksek gelirli ülkelerde (ABD hariç) 1975-2015 yılları arasında düşmüş, bu tarihten itibaren görece olarak yükselmeye başlamıştır (2018 prodüktivite artışı: %1.0).
 - c. Orta gelirli ülkelerde 1975-1985 yılları arasında düşmüş, bu tarihten 2005 yılına kadar yükselmeye devam etmiş, bu tarihten itibaren düşüşe geçmiştir (bu ülkelerin 2018 prodüktivite artışı: %2,4).
 - d. Dünyadaki durum ise, orta gelirli ülkelerle paralellik göstermektedir: (2018 prodüktivite artışı:%1,8).
 - e. Bu dönemde, mikro gelişmelerle makro gelişmelerin paralel geliştiği söylenebilir.
2. Yatırım artışı:

Yatırım artışı, 2006-2016 arasında, 2009-2010 döneminde orta gelir grubunda daha az olmakla beraber, V formu göstermekte ve genelde 2016'ya kadar düşüş seyri göstermektedir (+%15,-%15 ve 2016'da %0'a doğru, orta gelir grubu ülkelerde %4 olarak gerçekleşmiştir).
3. Toplam Ar-Ge:
 - a. Toplam Ar-Ge, 2006-2016 döneminde testere ağzı formunda (2006'da %6,7'den başlayarak, 2009'da V formunda derinleşmiştir) 2016'da %3, işletme ölçeğinde ise V formundadır, %8,1'den başlayarak 2009'da daha derin ve 2016'da %4,2'dir.
 - b. GSYİH da genelde, %5'lerden hareketle bu formdadır (2009'da -%0,2) ve 2016'da %3,3'tür.

7. STRATEJİK AR-GE ÖRGÜTLENMESİ

İşletmelerde Ar-Ge, stratejik Ar-Ge aşamasına gelinceye kadar, çoğunlukla örgüt içinde gerçekleştirilmekteydi. Bu çalışmalar, bir bakıma, işletmenin "sırrıydı". Patentlerin, markaların, telif haklarının uluslararası hukuk açısından teminat altına alınması, iletişim olanaklarının, hükümetler düzeyinde ilginin artması, stratejik

işbirliklerini ve çok yönlü açık Ar-Ge faaliyetlerini artırabilmektedir. Üst yönetimin, stratejik çekirdek teknolojilerin geliştirilmesiyle ilgili yol haritasının uygulanmasında, stratejik planlamayı, pazarlamayı, Ar-Ge'yi, proje ekiplerinin örgütsel yeteneklerini geliştirmesi beklenir.

Geleceğe dönük stratejik çekirdek teknoloji unsurları bazı kategorilere bölünerek geliştirilebilir. Ar-Ge örgütü, yenilik Ar-Ge projelerinin uygulanması için stratejik yenilik yol haritasının hayata geçirilmesinde aktif rol üstlenmektedir. Birçok teknoloji örgütü, daha stratejik ve sistematik bir yol olarak, Ar-Ge sistemini yönetmekte, teknolojik yeniliğin alt yapısını oluşturan, örgüt genelinde geliştirilen stratejik teknoloji yol haritasını kullanabilmektedir. Bu konuda, teknoloji stratejileri ve Ar-Ge sisteminin entegrasyonu için stratejik teknoloji yol haritası belirlenmeye çalışılmaktadır. Teknoloji yol haritasıyla Ar-Ge örgütü, işletme stratejisine ve Ar-Ge sistemiyle ilgili teknoloji stratejisine göre konuşlandırılmaktadır (Lee, 2013: 112-114, -geliştirme-).

Bir işletmenin yenilik stratejisi, küresel hedef pazarlara sunulacak yeni ürünleri, hedef pazarlara hizmet edebilmek için Ar-Ge faaliyetlerinin örgütlenme biçimini kapsayabilmektedir. Ürün ve süreç olarak, farklı yenilik faaliyetleri, yenilik stratejisinin gerçekleştirileceği süreyi ve yenilik sürecinin amaçlanan çıktısını sağlamaya yöneliktir. Yenilik odaklı Ar-Ge örgütlenmesi, dikey ve yatay entegrasyonlarla, stratejik ortaklıklarla (maliyet, bilgi, çıktı vb. paylaşımlı), örgütsel ve açık Ar-Ge faaliyetleriyle, yenilik stratejisinin gerçekleştirilmesine yönelik hedef pazarlar için hazırlanacak yenilik projeleriyle, araştırma ve yenilik süreci sonunda, mevcut veya yeni çekirdek teknolojileri, yazılım, donanım, insan sermayesi kullanarak, amaçlanan çıktılara ulaşmaya çalışmaktadır (Cassiman and Gambardella, 2019, -geliştirme-).

Ar-Ge'de temel değişim, strateji içeriğinden strateji süreci araştırılmasına geçilmesidir. Bu değişimin, stratejide, pazardan kaynaklara veya bilgi esasına dönük olduğu söylenebilir. Bu konuda stratejik planın güvenilirliği, uzaktan erişimi ve kontrolü önemli rol oynamaktadır. Ar-Ge örgütlenmesinde, bilgi eksenli strateji ve uygulaması, matris tipi yaklaşımla stratejik yönelim olarak yukarıdan aşağıya veya aşağıdan yukarıya doğru bir yön çizebilirken, stratejik planlama yapısal ve yapısız olarak gerçekleştirilebilir. Rasyonel planlama, yukarıdan aşağıya ve yapısal bir görünüm çizebilir. Kurumsal karne (balanced scorecard) ise, aşağıdan yukarıya yapısal bir stratejik planlamaya ihtiyaç duyulabilmektedir. Ancak, stratejik planlamada, stratejik yönelimde yukarıdan aşağı bir yaklaşım, öğrenmeye rehberlik edebilmekte ve içselleştirmeyi etkileyebilmektedir. Stratejik aşağıdan yukarıya yaklaşım, stratejik planlamada yapısal olmayan öğrenme sürecini hızlandırmakta ve sosyalizasyonunu artırmaktadır. Strateji ve bilgi yönetimi sürecinin, günümüzde, birbirlerine göre öncelikli olmak yerine, birbirleriyle ilişkili olarak gerçekleştirilmesi beklenir (Güldenberk and Leitner, 2008: 7-26).

Ar-Ge yöneticisi, kurumsal düzeyde, stratejik öneme sahiptir. Ar-Ge ve teknoloji yöneticisi, fonksiyonel görevi yanında, yönetim kuruluna ve yönetim kurulu

başkanına, Ar-Ge ve teknoloji konusunda bilimsel ve uygulama alanındaki gelişmelerle ilişkin danışmanlık da yapabilmektedir (Burgelman, Christensen and Wheelwright, 2009: 710).

Küreselleşmeyle birlikte, küresel pazarda, müşteri ihtiyaçları ve beklentileri çeşitlenmeye başlamıştır. Bilimsel yetenekler, teknik ve çekirdek uzmanlıklar, ulusal ve küresel pazarlarda yavru işletmelere erişim olanaklarını artırmıştır. Küresel pazar talebi doğrultusunda, Ar-Ge faaliyetleri networkü, teknoloji birimleri ve transferi merkezkaçlığın gerekliliği olan koordinasyon, uyum ve kontrol maliyetleri artmaya başlamıştır. Bu konuda, teknolojik rekabet üstünlüğünün önemli bir kaynağı ve Ar-Ge için önemli gereklilik olmuştur (Shenkar and Luo, -geliştirme-).

Ar-Ge'nin örgütlenmesi, radikal ve kavramsal açıdan, uzun dönemli endüstriyel amaçlara ve hedeflere dönük biçimde, doğrudan CEO'ya bağlanırken, marjinal yeniliklerde daha kısa vadeli ve kâr hedefli olan bir stratejik birime (SBU) bağlanabilir. Ancak işletme, stratejik birim ve Ar-Ge stratejilerinin uyumlu olması beklenir. Hız, ölçek, ek teknik uzmanlık, yeni alan, riski ve bütçeyi paylaşma, teknolojik olarak birbirini tamamlama, çekirdek uzmanlık gibi nedenlerle stratejik Ar-Ge ve teknoloji işbirliklerine kadar geliştirilebilir (Larsson, 2004). Bununla birlikte, bazı küresel işletmeler yerel pazarlarda Ar-Ge için yapılan çalışmaları maliyetler ve bazı tekrarlar nedeniyle yetersiz olarak görüp, stratejik araştırmaları merkeze alabilmekte, yerel uyum araştırmalarını bağlı işletmelerine veya stratejik birimlere bırakabilmektedirler.

Küreselleşmeyle birlikte, daha dinamik, bilgi eksenli bir çevrede merkezkaç yönetim, örgütlenme ve çalışma biçimleri artmaya ve sanal ekipler oluşmaya başlamıştır. Bu gelişmeyi, başta, internet olmak üzere, dijitalleşme, büyük veri, çok hızlı veri network'ı, sanal ekipler, yeni iletişim teknolojileri hızlandırmıştır. Rekabetçi küresel pazarın artmasıyla işletmeler, stratejik network ve iş ortaklıkları anlaşmalarına girişmeksizin, özellikle ileri teknoloji endüstrilerinde, sadece kendi kaynaklarıyla sürdürülebilirliklerini devam ettiremeyeceklerini görmüşlerdir. Ar-Ge ve yeni ürün geliştirilme süreçlerinde, sanal Ar-Ge ekipleri, yenilikçi, yetkin, etkin operasyonlara girişilebilmesi, sürdürülebilirlikleri için son derece önemli hale gelmiştir. Böylesi bir gelişme, Ar-Ge, yenilik ve yeni ürün geliştirilmesinde, sadece büyük firmalar için değil, KOBİ tipi işletmeler için de önemli fırsatlar (daha düşük maliyet, daha yüksek verimlilik, kalite, pazara hızlı nüfuz ve öğrenme, müşteri memnuniyeti, daha hızlı büyüme vb.) yaratabilmektedir. Bu sanal ekip şekli, yeni bir sosyo- teknik sistem ve stratejik network olarak değerlendirilebilir (Ebrahim, Ahmed and Taha, 2010: 916-921). Elbette, bu çapraz ve girift stratejik sanal ekiplerin (örgütlemenin, web eksenli/ IT/bilgi teknolojilerinin ve üyelerin yeterliliği, girdi ve çıktılara ilişkin ek yeni bilginin maliyeti, yasal ve ekonomik olarak paylaşılması, korunması vb.) ve yeni insan sermayesinin yönetilebilmesi önemlidir. Bu yeni insan sermayesinin yönetimi, yeni yeteneklere ihtiyaç gösterebilmektedir. Öte yandan, bundan böyle, asıl yeniliklerin, büyük işletmelerden değil, KOBİ'lerden beklenmesi gereği savunulmaktadır.

8. STRATEJİK ENDÜSTRİYEL TEKNOLOJİ

Bilimin sistematik uygulaması olan teknoloji, bilimin kavram, yeni ürünlere ve süreçlere uygulanması olarak nitelendirilebilir (Karabulut, 2016: 13, -alıntı Trott, 2008-). Diğer bir deyişle, Ar-Ge sonuçlarının yeni ürünlere dönüştürülebilmesi için mevcut veya yeni teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır.

İleri teknoloji ürünlerinin üretimi, bu ürünlerin ihracatına ve ithalatına neden olabilmektedir. İleri teknoloji ürünleri dokuz grup altında toplanmaktadır: Uzay/havacılık, askeri donanım, kimya, bilgisayar ve ofis makineleri, elektrikli makineler, elektronik iletişim, elektrikli olmayan makineler, ilaç ve bilimsel enstrümanlar. AB-28’de (2014) ileri teknoloji ürünleri, ülkelerarası farklılıklar olsa da toplam ihracat tutarının %17’sini oluşturmaktaydı (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Archive:High-tech_statistics_-_economic_data).

Türkiye’de, daha sonra belirtileceği gibi, ileri teknoloji ürünlerinin toplam ihracatında 3,1 milyar dolarla yaklaşık %2 bir paya sahiptir.

Örgüt içi ve dışı çevresel faktörler, yaratıcı ve bütünleştirici mekanizmalar, işletmenin, sektörün, ulusun rekabetçi teknolojisini ve stratejisini etkileyebilmekte; bu strateji, teknoloji ve endüstri durum değerlendirmesiyle, örgütsel durumla ve stratejik eylemlerle şekillenmektedir. Teknolojik yetenekler, teknoloji stratejisini, bu strateji de deneyimi etkileyebilmekte, deneyim ise, hem yetenek, hem de strateji üzerinde etkili olabilmektedir. Öte yandan, teknoloji, Porter’ın değer zincirinde destek faaliyetleri arasında yer almaktadır. Teknoloji stratejisi, rekabetçi strateji, değer zinciri (Porter’ın birincil faaliyetleri arasında yer alan girdi lojistiği, üretim, operasyon yönetimi, çıktı lojistiği, pazarlama, satış ve satış sonrası hizmet ekseninde), kaynak taahhüdü, örgütsel uygunluk eksenli performans, örgüt içi ve dışı teknoloji geliştirme, ürün ve süreç geliştirme, teknik destek alanlarında gelişmelerin entegrasyonunun etkileşimini sağlayabilmektedir (Burgelman, Christensen and Wheelwright, 2009: 238-248, -geliştirme-).

Yeni teknolojiler yaratmak, bunları küresel rekabet yarışında yetkin ve etkin biçimde kullanmak, hedef pazarlarda küresel rekabet yarışını kazanmak için gereklidir. İleri teknoloji sektörleri ve girişimler, ekonomik büyümeyi ve verimliliği yönlendirmede anahtar öneme sahiptir, genellikle yüksek ek değerler gerçekleştirir ve yüksek ücretli insan kaynaklarının istihdamını gerektirir (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=High-tech_statistics_-_economic_data&oldid=277254).

Öte yandan, ileri teknolojiler sadece işletmeler veya bağlı şirketleri ölçüğünde değil, bunların içinde yer alabileceği silikon vadilerinde, teknoparklarda ve kuluçka merkezlerinde geliştirilebilmekte, bunların bir çıktısı olarak, işletmelerin ve ülkelerin insan sermayesi kalitesini artırabilmektedir.

İşletmeler, rekabetçi yeni ürünleriyle, rekabetçi ek değeri hedef pazarlarda nasıl ve hangi koşullarda sağlayabilecekleriyle, müşteriler ise, kullanacakları yeni ürünün beklentilerini ne ölçüde tatmin edebilecekleriyle ilgilidirler. Mevcut teknolojilerle yeni rekabetçi pazarlarda tutunabilmek hem zor ve kısa vadeli, hem de risklidir. Yeni

teknoloji, ürün ve rekabetçi pazar risk potansiyelini artırabilmektedir. Yeni teknolojilerle rekabetçi yeni pazarlara girmek, pazar ve teknoloji riskini birlikte içermesi nedeniyle “ölümcül” olabilir. İşletmeler, rekabetçi çekirdek uzmanlıklarının yeterliliğini değerlendirmeye, rekabetçi teknolojik üstünlüklerine, rekabetçi yeni ürünler geliştirmeye odaklanarak, bu konudaki amaçlarını ve hedeflerini gerçekleştirebilmelidirler. İşletmelerin, stratejik olarak, örgüt içi ve dışı araştırmaları, yeni rekabetçi ürün ve teknoloji fikirleri geliştirme eleğinden geçirip, yeni ürünleri ve teknolojileri sunma sürecini başarabilmeleri beklenir (https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-96-management-in-engineering-fall-2012/lecture-notes/MIT2_96F12_lec20.pdf, -geliştirme-).

Girişimci işletmeler, teknolojiyi, genelde, örgüt içi olarak gerçekleştirirken ileri teknoloji (H-T) işletmeleri çok disiplinli uzmanlarla çalışarak teknolojiyi içsel ve dışsal olarak gerçekleştirebilirler (Nodoushani and Nodoushani, 2002: 3-15, -alıntı Compton, 1997: 448-). Günümüz girişimciliğinin ve işletmeciliğinin, yerleşik ve geleneksel yapılar yerine, örgütsel, sektörel ve ulusal rekabetçi üstünlükleri gerçekleştirebilecek stratejik üstünlüğe sahip entegre bir plan, öncelik, risk ve yol haritası dahilinde rekabetçi stratejik yenilikleri (ürün ve teknoloji olarak) geliştirip yönetebilecek, durumunu stratejik Ar-Ge çalışmalarısıyla sürdürebilecek yeteneğe sahip olmaları beklenir (Larsson, 2004, -alıntı Mitchell, 2000-, -geliştirme-).

Elbette, bu, marjinal değil, radikal yaklaşım olabilecek, pazar ve teknolojik (üretim ve Ar-Ge) belirsizliği olan bir süreçte, işletme, teknoloji yönetimi, Ar-Ge ve yenilik stratejileri etkileşimli olarak gerçekleştirilebilecektir (Larsson, 2004, -alıntı McDermott and O'Connor, 2002-, -geliştirme-).

Teknolojik yenilik süreci, mikro ve makro açıdan aşağıdaki gibi ele alınabilir (Nieto, 70, 2003: 135-161, -geliştirme-):

1. Makro düzeyde teknolojik yenilik süreci (toplum, ekonomik sistem ve endüstriyel ekonomi), statik ve dinamik yaklaşımlarla şu değişim ve gelişmeleri etkileyebilmektedir: Endüstri yapısını, emek pazarına talebin kompozisyonunu ve uluslararası rekabet durumunu değiştirebilmekte, ekonomik büyümeyi teşvik edip bütün olarak toplumun refahını artırmaktadır.
2. Mikro düzeyde teknolojik yenilik süreci, işletmenin rekabetçiliğini etkileyerek stratejilerinin tasarımına yön verebilmektedir. Böylece süreç, şu aşamalardan geçebilmektedir: İşletme ölçeğinde teknoloji stratejisini, yeniliği ve Ar-Ge birimini örgütleme, üretim ve pazarlama ilişkisini entegre etme, Ar-Ge projelerini yönetme, yeni ürün geliştirip rekabetçi pazara sunma. Ancak, mikro düzeyde teknolojik yenilik sürecinin, 2000’li yıllara kadar, şu aşamalardan geçtiği söylenebilir: 1960-1970’ler aşaması, operasyonel yaklaşımları, Ar-Ge projelerinin yönetimini içermektedir. 1980’ler, yapısallığa, uygulamaya ve performansa odaklanmakta, stratejik Ar-Ge eksenli sektörel analizi ve stratejik yenilik yönetimini kapsamaktadır. 1990’lar, bünye içi kaynakların ve yeteneklerin artırılması eksenli stratejik yenilik yönetimiyle ilgilenmektedir. 2000’ler statik ve dinamik yaklaşımlarla

işletmelerin davranışlarının maksimizasyonu, tatmin ile homojen ve heterojen çelişkileri kapsayabilmektedir.

Teknolojik değişimler şu faktörlerin etkisiyle ortaya çıkabilmektedir (Bellù, 2011: 9, -geliştirme-):

1. Ulusal ve küresel çevresel faktörlerinin etkileri
2. Ulusal kurumların ve serbest rekabetçi yaklaşımların etkileri
3. Etkileşimli faktörlerin etkileri: Sektörel ve ekonomik büyüme, yoksulluğu azaltma ve refahı artırma yaklaşımları, önceki teknolojik değişimler vb.
4. İşletme eksenli stratejik yenilik yaklaşımları

Öte yandan, teknolojiler, bir networkün bir parçası olabilirler. Sözcüğü, günümüzde, telefon, diğer telefonlarla ve türevleriyle bağlantısı olmadığı takdirde, tek başına değersiz bir üründür (Cowan, 2004: 4). Akıllı telefonların yardımcı fonksiyonlar ve iş ortaklarıyla birlikte, bir network olarak değeri, etkileşimli olarak artmakta, geleneksel iletişim alanlarını ve ürünlerini giderek etkisizleştirmektedir.

Teknoloji yönetimi, bunun çekirdek unsuru olan, stratejik değere sahip olan, örgüt içi ve dışı işlevleri bulunan patent (ve marka), stratejik planlamada, karar süreçlerinde, rekabetçi stratejilerde, portföy yönetiminde, birleşmelerde ve satın almalarda önemli bir yere sahiptir. Teknoloji yönetimi, örgüt içi ve dışı kaynaklı örtük/tacit ve açık/explicit bilgilere, kapalı ve açık stratejik işbirliklerine dayalı, Ar-Ge ile geliştirilebilir, pazarda görece teknoloji payı ve patent büyümesi, patent portföyü yönetiminde, pazar/patent portföyü entegrasyonunda önemli bir gösterge olarak alınabilir. Rekabetçi patent kalitesi (sayısal, görece rekabetçilik, ekonomik ve istatistiki değer olarak), patent faaliyetinin yüksekliği rekabetçi yenilik/icat portföyünün ve teknolojinin çekiciliğini belirlemede etkili olabilecektir (Ernst, 2003: 233-242, -geliştirme-). Üretme, kullanma, satış hakkı (Fisher, <https://www.britannica.com/topic/patent>) olarak ilk patentin alınması 1420'lere kadar (Venedik'te Cam ürününde) uzanmaktadır. Ancak, ilk patent sisteminin İngiltere'ye ait olduğu savunulmaktadır (<http://www.historyofinformation.com/detail.php?id=2524>).

Patent, entelektüel bir sermaye olarak nitelendirilebilir. 2018'de, dünyada, önceki yıla göre %5,2 artışla 3,3 milyon yeni patent başvurusu gerçekleştirilmiştir. Çin'in patent başvurusu %11,6 iken, ABD ve Japonya'nın eksi %1,6 ve %1,5 olmuştur (Türkiye'nin patent başvurusu-%4,1, tasarım tescili %1,4'tür. Ancak önemli bir atılım içinde olduğu görülmektedir). Asya'da patent başvuru sayısı (2008-2018)'de %67, Kuzey Amerika'da %19, Avrupa'da %11'e ulaşmıştır. Çin, 2010'dan itibaren arayış açmaya başlamıştır (Khan, 2019: 12-15).

Dünya entelektüel mülkiyet göstergeleri raporuna göre, yenilikçiler, küresel çapta, %5,2 artışla 3,3 milyon patent başvurusunda bulunmuşlardır. Küresel marka sayısı 14,3 milyona, endüstriyel tasarım ise, 1,3 milyona erişmiştir. Asya (Çin başı çekmekte), dünya patent, marka ve endüstriyel tasarımın 2/3'ünden fazlasına sahiptir. Ancak, ABD, ihracat pazarında liderliğini korumaktadır (WIPO, 2019). Öte yandan, 2007-2017 döneminde, yeşil/doğal/organik ürün sektörlerinde bir gelişme

gözlenmektedir. Genelde, küresel ölçekte, yeşil enerji patent sayısında 15.000-18.000 (2 misli) artış görülmektedir (Dutta et al., https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2018-chapter1.pdf: 13, -geliştirme-).

Patent verimliliğindeki artış, artan yeniliklerin ve gelecekteki ekonomik büyümenin göstergesi olarak alınabilmektedir. İşletmenin patent değeri, zaman içinde, yeni patent edinme liderliğinin sürdürülebilirliğine, sektörün, teknolojinin stratejik özelliğindeki evrilmeye bağlı olarak yön kazanabilmekte, rekabetçiliğin gerçekleştirilememesi halinde patent değeri azalabilmektedir (Plunket et al., 2013: 1).

9. İLERİ TEKNOLOJİ VE STRATEJİK SEKTÖRLERLE İLGİLİ AB STRATEJİ BELGESİ

AB-28, 2010'da hazırladığı strateji belgesinde üç önceliği kapsayan, AB'nin sosyal pazar ekonomisi vizyonunu içeren şu stratejileri belirlemiştir (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Archive:High-tech_statistics_-_economic_data):

- a. Akıllı büyüme: Bilgi ve yenilik eksenli olarak ekonomiyi geliştirmek
- b. Sürdürülebilir büyüme: Daha fazla etkin kaynak, daha yeşil ve rekabetçi bir ekonomiyi teşvik etmek
- c. Kapsamlı büyüme: Yüksek istihdamlı bir ekonomi, sosyal ve coğrafi birleşmeyi gerçekleştirmek

AB-28'in 2020 stratejik hedefi, sadece yenilik ve Ar-Ge'ye ilişkin değildir. Bu strateji endüstriyel rekabetçiliği, yeni iş yaratılmasını, işçilik verimliliğini ve kaynakların etkin kullanımını teşvik etmektedir. AB-28 ve rakibi bazı ülkelerde (2017), Ar-Ge yoğunluğuyla ilgili olarak şunlar gözlenmektedir (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe_2020_indicators_-_R%26D_and_innovation#General_overview):

1. AB-28'in Ar-Ge yoğunluğu (Ar-Ge Bütçesi/GSYİH) %2,06'dır. Bunun %1,36'sı özel sektöre, %0,45'i akademik kurumlara, %0,23'ü hükümete, %0,02'si kâr amaçsız kuruluşlara aittir. 2012'den beri özel sektörün ve akademik kurumların bu bütçe içindeki (2017 bütçesi 209 milyar Euro) payı artmaktadır.
2. Çin, Japonya ve ABD'nin Ar-Ge yoğunluğundaki kamu payı AB'den daha düşüktür. G. Kore'nin hem özel sektör, hem de kamu payı yüksektir: Özel sektör %3,68 ve kamu payı %0.88'dir.
3. AB-28'in Ar-Ge yoğunluğunda (%2,06), %66'sı özel sektöre, %22'si akademik kurumlara, %11,2'si hükümete ve %0.07'si kâr amaçsız kuruluşlara aittir.
4. AB-28'de en yüksek Ar-Ge yoğunluğu Almanya ve Finlandiya'ya aittir, vergi kolaylıklarıyla desteklenmektedir.
5. AB-28, 2020 hedefi yönünde (gerisinde kalsa da %3 Ar-Ge yoğunluğu) yenilik ve Ar-Ge'yi iyileştirme stratejileri belirlemektedir. AB, kazan-kazan eksenli olarak, stratejik yatırımları fonlayarak bilim, araştırma ve yenilik performansını artırmaya çalışmakta, bu konuda üç politika belirlemektedir:

Örgüt dışı açılım eksenli açık yenilik, bilim ve dünya. Bu konudaki gelişmeler iki yılda bir raporlanmaktadır.

AB'nin Ar-Ge yoğunluğu, G. Kore (%4,55 ve işletmeler %3,62), Japonya (%3,2, işletmeler %2,53), ABD'nin (%2,78, işletmeler %2,04) gerisinde ve Çin ile başta aynı seviyededir (ancak 2015 yılından itibaren AB'yi geçmiştir). Japonya, G. Kore ve Çin'de kâr amaçlı firmaların Ar-Ge bütçesi, toplam bütçenin %75-78'i arasında değişmektedir. ABD'nin %63,2'dir. AB Komisyonu strateji belgesinde (Avrupa Araştırma Alanı'nda/ERA), strateji vizyonu olarak, Ar-Ge'nin ve yeniliğin optimize edilmesi, bunun için, bilginin, dijital ekonominin yayılması, bunun araştırma, eğitim ve yenilik üçlüsüyle kuvvetlendirilmesi amaçlanmıştır: Büyüme eksenli (ek büyüme ve istihdam yaratma), akıllı ve sürdürülebilir olma. Daha önce belirtildiği gibi, AB'de Ar-Ge Bütçesi/GSYİH oranı veya araştırma yoğunluğu %3 olarak hedeflenmiştir. Ancak, AB üyelerinin 2/3'ünde, 2008'den beri Ar-Ge yoğunluğu artmıştır (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=R_%26_D_expenditure#Gross_domestic_expenditure_on_R_.26_D).

Öte yandan, Ar-Ge yoğunluğu açısından, özel sektör (kâr amaçsız dahil) ve kamu sektörü açısından, G. Kore yaklaşık %3,4 özel sektör (kâr amaçsız dahil), %0,8 kamu ve yüksek eğitim sektöründeki oranlarla başı çekmektedir. Onu, K. Avrupa ülkeleri izlemektedir. Japonya'nın, ABD'nin (sırasıyla yaklaşık %2,6 ve %2,5'lerde) ve nispeten Çin'in (%1,7 gibi) özel sektöre ağırlık verdiği görülmektedir. Türkiye'de ise, bu oranlar, şu şekildedir: Yaklaşık %0,6'sı özel/kâr amaçsız özel sektör, %0,4'ü kamu sektörü ve akademik sektördür (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Europe_2020_indicators_-_R%26D_and_innovation#General_overview).

AB-28'de (2016), yaklaşık 48.00 işletme (toplamın binde ikisi) ileri teknoloji ürünü üretimi yapmakta ve 2018'de toplam ihracatın %18'ini gerçekleştirilmekteydi (https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Production_and_international_trade_in_high-tech_products&oldid=445677).

AB'nin, kuzeyli yeni üyeleri, genelde, çıktı eksenli (üstün üretim yapısı, yenilik ve sosyal sistem, teknoloji eksenli, ileri ve yetkin beceri, eko-endüstri) performansla çalışırken, özellikle güneydeki, ortadaki, küçük ve doğulu üyeler (performansları düşük ve yapısal sorunlarla uğraşmaktadırlar), bu konuda, daha az duyarlıdırlar. Çıktı eksenli rekabetçilik, yeni bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Diğer bir deyişle, AB'de rekabetçilikte bir transformasyon yaşanmaktadır: Girdi eksenli rekabetten/değerlemeden → Çıktı eksenli rekabete/değerlemeye geçilmektedir. Rekabetçilik, fiyat rekabeti ve kalite rekabetinden ekonomik hedeflerle sosyo-psikolojik ve ekolojik etkenlere dayalı çok boyutlu çıktı rekabetine dönüşmektedir (Aiginger, Bärenthaler-Sieber and Vogel, 2013: 9-13).

10. ENDÜSTRİ 4.0 SÜRECİNDE AR-GE

Rekabetçi üretimin yeniden canlandırılması, istihdamın artırılması, hemen her ülke için ulusal bir politika ve strateji haline gelmektedir. Özellikle Almanya, ABD ve Çin, teknik seviyedeki uygulamaları tetiklemek için bilim ve teknolojiyi ulusal bir strateji

olarak kullanılmaktadır. ABD (2011), başkanlık düzeyinde üretimi yeniden canlandırmaya yönelirken, Almanya (2013), bunu, Endüstri 4.0 (sanayinin dijitalleşmesi, büyük veri, nesnelerin interneti vb.) adını verdiği, dördüncü endüstri devrimi olarak (mobil, siber fiziksel ve akıllı sistemler, robotlar, kişiye özgü ürün vb.) ele almaktadır. Çin, dünya endüstrisindeki üretim gücünü, yıllar itibarıyla dönüştürmeye (endüstrileşme ve modernleşme eksenli: 2015/dönüşüm, 2025/Made in China ve 2045/üretim gücünde liderlik eksenli) çalışıyor. Bu konuda, hükümetlerin politikaları, ürünlere ve hizmetlere olan talebi hızlı, esnek üretimle karşılayarak, Ar-Ge ile üretimi, iç ve dış pazarların talebini geliştirmeye yönelik yeni bir endüstri devrimini gerçekleştiriyor. Böylece, gerekli kaynaklar ve potansiyel çıktılar için endüstri 4.0 politikalarının, planlarının yeniden canlandırılmasıyla dünyamızın entegre bir bakış açısına (Kuo, Shyu and Ding, 2019: 3-14) veya yeni bir paradigmaya (Ar-Ge 4.0, yenilik 4.0 vb. gibi) kavuştuğu söylenebilir.

Dördüncü Endüstri devrimi, nesnelerin internetini, mobil, siber, fiziksel ve akıllı sistemleri, robotları, kişiye özgülülüğü vb. kapsamaktadır. Endüstri 4.0 öncesi şu şekilde sınıflandırılabilir: Birinci Endüstri Devrimi su ve buhar gücüne (18.yy sonu) dayanırken, İkinci Endüstri Devrimi elektrik gaz, telefon vb. ile montaj hattı (20.yy başı) eksenliydi. Üçüncü endüstri devrimi, elektronik ve yalın üretimi (20.yy. sonları) kapsamaktaydı (Kuo, Shyu and Ding, 2019, 3-14).

Endüstri 4.0 sürecinde Ar-Ge, dijital teknolojiyle ve sanal ortamda geliştirilebilmesi nedeniyle yeni nesil bir faaliyet olarak nitelendirilebilir ve şu etkinlikleri kapsayabilir (<https://www.pwc.nl/en/publicaties/the-mutual-benefits-of-digitization-and-r-and-d.html>): Maliyet tasarrufu sağlanması, simülasyon olanaklarının artırılması, gerçek zamanlı verilerle ürün ve teknoloji geliştirmenin riski minimize edebilmesi, iyileştirilen mühendislik yetenekleriyle hızlı prototip ürünlerin geliştirilebilmesi. Sonuçta yenilik periyodu, süreci ve yenilik geliştirme zamanı önemli ölçüde azalabilmektedir.

Endüstri 4.0 ortamında, tasarım ilkeleri değişebilmekte, süreçlerdeki otomasyon, genel performansı (yeni ürün, süreç ve modellerle) artırabilmektedir. Tasarım ilkeleri, birlikte çalışılabilirlik, şeffaflık, teknik destek ve merkezkaçlık esaslarına dayanabilmektedir (R&D Today, <https://www.rndtoday.co.uk/latest-news/what-is-the-impact-of-industry-4-0-on-innovation-design-processes/>). Endüstri 4.0 ile gelişmiş ve gelişen ülke firmaları için Ar-Ge ve projeleri, bir tür, “limitsiz” hale dönüşebilmektedir. Nesnelerin interneti, yapay zeka, sanal gerçeklik, birlikte çalışan robotlar, robotik yenilikler, bulut sistemleri, büyük veri, ölçek transformasyonu, akademik ve iş dünyasının entegrasyonunu kolaylaştırma vb. ile yenilik, yenilik değer zincirini ve büyümeyi artırabilmektedir (Reed, 2019).

11. İLERİ TEKNOLOJİ ÜRÜNLERİ İHRACATI VE TÜRKİYE

Küresel ileri teknoloji ürünleri 2018 yılı ihracatı toplamı, 1,944 milyar doları bulmaktadır. Uzay, havacılık, bilgisayar, ilaç, bilimsel donanımlar ve elektrikli makinelerden (bunların sayısı dokuz ürün grubuna kadar genişletilmektedir) oluşan

ileri teknoloji ürünleri ihracatçısı ilk 10 ülkenin ihracat tutarları Tablo 2’de sunulmaktadır (<https://knoema.com/atlas/ranks/High-technology-exports>):

Tablo 2. 2018 Yılıın İleri Teknoloji İhracatçısı İlk On Ülke ve Türkiye (milyar dolar)

1. Almanya:	210
2. G. Kore:	193
3. Çin:	162
4. ABD:	156
5. Singapur:	155
6. Fransa:	118
7. Japonya:	111
8. Malezya:	90
9. Hollanda:	86
10. İngiltere:	77
Toplam:	1.358
Türkiye:	3,1

Dünya dış ticareti, 2008’den 2015’e kadar sönük geçmiştir. Bu tarihten itibaren düzelmeye başlamış ve 2020’de Dış Ticaret/GSYH’nın, önceki yıla göre, %31 artacağı tahmin edilmektedir. 2017’de küresel ürün ve hizmet ticareti yaklaşık 25 trilyon dolardır. Ancak hizmet sektörü, 2005’te yaklaşık 3 trilyon dolardan, düzenli biçimde, %100 artarak, yaklaşık 6 trilyon dolara erişirken, küresel mal ticareti göreceli olarak N formu çizerek, yaklaşık 11 trilyon dolardan %64 artarak 18 trilyon dolara ulaşmıştır. Bu dönemde mal ve hizmet ihracatındaki artış, 2008-2010 yıllarında, birlikte V formuna dönüştükten sonra, göreceli olarak U formunu almıştır. Mal ihracatı, %24’lük artıştan, %17’ye gerilemiş; hizmet ihracatı ise %10 artıştan, %8’lere gerilemiştir (UNCTAD, 2019, https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ditctab2019d2_en.pdf).

Türkiye örneğinde, ikincil kaynaklardan derlenen 2005-2018 dönemi verilerine göre (Aktaş, 2018; Sağlam, 2018; Ünal ve Gökkoyun, 2019) yapılan korelasyon analizinde (Ar-Ge/TL verileri, tarafımızdan, ortalama dolar kuru esas alınarak çevrilmiş ve seriler diğer bazı resmi verilerle tamamlanmıştır), Ar-Ge bütçesi ve ihracat geliri arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Buna göre: $r=0.943$, test istatistik=5.8509, P değeri= 0 ve H0 veya sıfır hipotezi kuvvetle ret edilmekte ve alternatif hipotez (H1) kabul edilmektedir. Diğer bir deyişle, Ar-Ge bütçesi (harcamaları) ve ihracat arasında kuvvetli bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu ilişkinin stratejik ürün grupları ihracatında daha yüksek olması beklenebilir. Ancak, stratejik ürün gruplarının, yerli ve yabancı sermaye ile markalara göre ayrılması gerekir. Değilse, Çin’in yakın zamana kadar yaşadığı yabancı sermaye etkisi gibi kalabilir. Öte yandan, aynı dönemde, ithalat ve ihracat arasında kuvvetli bir ilişki olduğu da görülmektedir: $r=0.925$, test istatistik 5.382, P=0. Böylece, H0 ret edilmekte ve H1 kabul edilmektedir. Diğer bir deyişle, ithalat ve ihracat arasında kuvvetli bir ilişki bulunmaktadır. Daha önce belirtildiği gibi,

Türkiye örneğinde, Ar-Ge ve GSYİH ilişkisi açısından, Ar-Ge bütçesindeki %1 artış, GSYİH'da %0,263 artışa yol açabilmektedir.

12. SONUÇ VE EYLEM

Türkiye'nin ileri teknoloji ürünleri ihracatının toplam ihracat içindeki payının düşüklüğü (%2 gibi) bir tarafa, bu ürünleri ihraç edenlerin sermaye yapısı da (yerli ve yabancı) önemlidir. Diğer bir deyişle bu konuda, stratejik Ar-Ge, yenilik ve endüstriyel teknoloji konusunda kat edilmesi gereken çok yol olduğu söylenebilir. Ancak, Çin'in son 15 yıldaki başarısı, stratejik vizyon geliştirerek bu gediğin (gap) aşılabileceğini de göstermektedir. Nitekim Ar-Ge'ye ayrılan bütçenin, giderek OECD ortalamalarının üzerine çıktığı gözlenmektedir. Bunun, stratejik bir eksene kavuşturulması beklenir. Stratejik Ar-Ge, yenilik ve teknoloji "üçlüsü", işletmelere, sektörler ve ülkelere küresel rekabet pazarında üstünlükler sağlayabilmektedir. Stratejik olarak seçilen dokuz sektör, küresel rekabet pazarında Ar-Ge bütçelerinin yoğunlaştığı sektörlerdir. Bu konuda, Ar-Ge yoğunluğu veya Ar-Ge Bütçesi/GSYİH oranları, ulusların rekabetçi kıyaslamalarında bir ölçüt olarak alınmaktadır. Yapılan araştırmalarda Ar-Ge bütçesi ile ihracat ve büyüme arasında ilişki olduğu görülmektedir. Bu kuvvetli korelasyon Türkiye örneğinde mevcuttur. Ancak, stratejik sektörlerde, bunun daha yüksek olması beklenebilir. Mikro açıdan, işletmelerin ulusal ve küresel pazarlarda rekabetçi geleceklerinin, Endüstri 4.0'ı (stratejik yeni paradigma olarak Ar-Ge 4.0'ı) gözden kaçırmadan, rekabetçi yenilikler, yeni stratejik ürünlere, süreçlere ve teknolojilere; bunlara ayrılacak rekabetçi Ar-Ge bütçelerine (stratejik rekabetçi üçlüye, yani Ar-Ge, yenilik ve teknolojiye), bu stratejik rekabetçi üçlüyü rekabetçi ürüne dönüştürebilecek rekabetçi insan sermayesine bağlı olduğu söylenebilir. Makro açıdan ise, Türkiye'nin, ithalat eksenli ulusal pazarda ve ihracat eksenli küresel pazarlarda rekabetçi etkinliğini artırabilmesi için stratejik Ar-Ge faaliyetlerini, Ar-Ge yoğunluğunu (Ar-Ge Bütçesi/GSYİH), buna dayalı büyümesini artırması; küresel yenilik indeksindeki konumunu iyileştirmesi ve stratejik sektörlerdeki teknolojilerini geliştirmesi beklenir. Stratejik Ar-Ge'nin ve stratejik sektörlerin ülkelerin strateji belgeleri haline dönüştürüldüğünün dikkate alınması gerekir. Türkiye'nin bu konuda, dokuz stratejik sektörle ilgili stratejik "üçlüyü" strateji belgesine dönüştürmesi, bu alanlara ayrılacak finansal ve insan kaynakları sermayesini, işletme ve sektör ölçeğinde entegre edici reorganizasyona, amaç birliğine kavuşturması gerekir.

KAYNAKLAR

Aiginger, K., Bärenthaler-Sieber, S., and Vogel, J., (2013), "Competitiveness under New Perspectives", European Commission, Working Paper, 44, October, 9-13, <http://www.oecd.org/economy/Competitiveness-under-New-Perspectives.pdf>, 25.11.2019

Aktaş, A., (2018) "İhracat Rekor Kırıyor, Ya İthalat?", Dünya Gazetesi, 2 Nisan. <https://www.dunya.com/kose-yazisi/ihracat-rekor-kiriyor-ya-ithalat/409725>, 11.11.2019

Arvizu, A., Häfner, P., (2015), Klessova, S. (Ed.), *Innovation Strategy in R&D projects A Step by Step Guide*, September, Health Market, <https://fddocuments.in/document/innovation-strategy-in-rd-projects-a-step-by-step-guide.html>, 24.11.2019

Asim, Z. and Sorooshian, S., (2019), Exploring the Role of Knowledge, Innovation and Technology Management (KNIT) Capabilities that Influence Research and Development, *Journal of Open Innovation: Technology, Market and Complexity*, MDPI, 5, 21, April 6th, https://www.researchgate.net/publication/332281264_Exploring_the_Role_of_Knowledge_Innovation_and_Technology_Management_KNIT_Capabilities_that_Influence_Research_and_Development, 26.11.2019

Aydın, A. ve Soylu, S., (2018) *Dünyada ve Türkiye’de Ar-Ge Faaliyetleri*, Ankara: Mart, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Oda Raporu, MMO 696: 12, <https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/ARGE%20rapor%20web.pdf>, 18.11.2019

Bellù, L. G., (2011). *Development and Development Paradigms: A (Reasoned) Review of Prevailing Visions*, FAO, Easy Pol Module 12, May, <http://www.fao.org/3/a-ap255e.pdf>, 24.11.2019

Bozkurt, C., (2015), “R&D Expenditures and Economic Growth Relationship in Turkey”, *International Journal of Economics and Financial Issues*, 5(1), 188-194.

Brem, A. and Wolfram, P., (2014), “Research and Development from the Bottom up-Introduction of Terminologies for New Product Development in Emerging Markets”, *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, July, 3(9), 1-22, <https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/track/pdf/10.1186/2192-5372-3-9>, 27.11.2019

Burgelman, R. A., Christensen, C. M. and Wheelwright, S. C., (2009), *Strategic Management of Technology and Innovation*, 5th Ed., Boston: McGraw-Hill.

Cassiman, B. and Gambardella, A., (2009), “Strategic Organization of R&D”, *Advances in Strategic Management*, 26, September, https://www.researchgate.net/publication/228641975_Strategic_organization_of_RD, 25.11.2019

Chiesa, V., Manzini, R. and Pizzurno, E., (2004), “The Externalisation of R&D Activities and the Growing Market of Product Development Services”, *R&D Management* 34(1), 65-75, https://www.researchgate.net/publication/227624121_The_Externalisation_of_RD_Activities_and_the_Growing_Market_of_Product_Development_Services, 7.11.2019

Cooley, J., (2004), *Strategic Planning and the Long-term R&D Plan*, Talk: Session TP, Monday 14:30, CN-220-416, TP-03, https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/46/058/46058249.pdf, 3.12.2019

Congressional Research Service, (2019), Global Research and Development Expenditures: Fact Sheet, R44283, CRS Report, <https://fas.org/sgp/crs/misc/R44283.pdf>, 15.11.2019

Cowan, R., (2004), "Network Models of Innovation and Knowledge Diffusion", (MERIT, Maastricht, July), http://dimetic.dime-eu.org/dimetic_files/CowanIntro3.pdf, 29.11.2019

Criscuolo, P. and Patel, P., (2003), Large Firms and Internalisation of R&D: Holowing Out of National Technological Capacity? SETI Workshop, Rome, May 15-16.

Durand, M. and Giorno, C., Indicators of International Competitiveness: Conceptual Aspects and Evaluation, <http://www.oecd.org/economy/outlook/33841783.pdf>, 8.11.2019

Dutta, S. et al., (2018), Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation, S. Dutta, B. Lanvin, and S. Wunsch-Vincent (Ed.) 11th Edition, Chapter 1, Cornell University, INSEAD, and the World Intellectual Property Organization, https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2018.pdf, 6.11.2019

Ebrahim, N. A., Ahmed, S., and Taha, Z., (2010), "SMEs; Virtual Research and Development (R&D) Teams and New Product Development: A Literature Review", *International Journal of the Physical Sciences*, 5(7), 916-930.

Ernst, H., (2003), "Patent Information for Strategic Technology Management", *World Patent Information*, 25, 233-242, <http://www.hadjarian.com/portfolio/1-s2.0-S0172219003000772-main.pdf>, 2.12.2019

EU-China Joint Innovation Center, (2018), The 2018 Industrial R&D Investment Scoreboard, 12.11.2018, <http://en.eucjic.org/index.php?id=64>, 11.12.2019

Evans, J. R. and Lindsay, W. M., (1996), *The Management and Control of Quality*, N.Y.: West Publishing Company.

Fisher, W.W., *Britannica*, <https://www.britannica.com/topic/patent>, 11.11.2019

Fu, D., Wu, Y. and Tang, Y., (2011), Does Innovation Matter for Chinese Hightech Exports? A Firm-level Analysis, MPRA Paper 30012, https://mpa.ub.uni-muenchen.de/30012/1/Does_Innovation_Matter_for_Chinese_High-tech_Exports_A_Firm-level_Analysis.pdf, 19.11.2019

Gelec, E. and Wagner, F., (2014), Future Trends and Key Challenges in R&D Management-Results of an Empirical Study within Industrial R&D in Germany, *The R&D Management Conference 2014: Management of Applied R and D: Connecting High Value Solutions with Future Markets*; Stuttgart, Germany; June 3-6,

https://www.rdm.iao.fraunhofer.de/content/dam/iao/rdm/de/documents/RDMManagement_final_Gelec_Wagner_2014.pdf, 18.11.2019

Goffin, K. and Mitchell, R., (2005), *Innovation Management: Effective Strategy and Implementation*, Macmillan International. [https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=NSKHQAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Goffin,+K.+and+Mitchell,+R.,+\(2005\),+Innovation+Management:+Effective+Strategy+and+Implementation,+Macmillan+International&ots=KnxzVYp4&sig=BrJmJ-da5JLhAjjM4pL4YyLABI&redir_esc=y#v=onepage&q=Goffin%20K.%20and%20Mitchell%20R.%20\(2005\)%20Innovation%20Management%3A%20Effective%20Strategy%20and%20Implementation%20Macmillan%20International&f=false](https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=NSKHQAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Goffin,+K.+and+Mitchell,+R.,+(2005),+Innovation+Management:+Effective+Strategy+and+Implementation,+Macmillan+International&ots=KnxzVYp4&sig=BrJmJ-da5JLhAjjM4pL4YyLABI&redir_esc=y#v=onepage&q=Goffin%20K.%20and%20Mitchell%20R.%20(2005)%20Innovation%20Management%3A%20Effective%20Strategy%20and%20Implementation%20Macmillan%20International&f=false), 4.12.2019

Griffin, R. W., (1996), *Management*, Boston: Houghton Mifflin Company.

Güldenber, S. and Leitner, K-H, (2008), *Strategy Processes in Research and Development Organisations*, <https://warwick.ac.uk/fac/soc/wbs/conf/olkc/archive/olkc3/papers/contribution157.pdf>, 1.12.2019

Hernandez Guevara H., Grassano N., Tuebke A., Potters L., Gkotsis P., Vezzani A., (2018), *Eu R&D Scoreboard: The 2018 Eu Industrial R&D Investment Scoreboard*, Eu, European Commission, <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/2018-eu-industrial-rd-investment-scoreboard>, 11.11.2019

Hill, C. W. L., (2013), *International Business*, Mc-Graw-Hill, NY.

Hourihan, M. and Parkes, D., (2019), *Federal R&D Budget Trends: A Short Summary*, AAAS, https://www.aaas.org/sites/default/files/2019-01/AAAS%20RD%20Primer%202019_2.pdf, 24.11.2019

InnoCentrum Blog, (2018), *Global Innovation Index 2018*, 12.7.2018, <https://medium.com/innocentriumblog/k%C3%BCresel-i-CC%87novasyon-endeksi-2018-70a3123f6783>, 12.11.2019

Investopedia, (2019), <https://www.investopedia.com/ask/answers/060115/how-much-drug-companys-spending-allocated-research-and-development-average.asp>, 8.8.2019

Karabulut, A. T., (2016), *Stratejik Yenilik Yönetimi*, İstanbul: Papatya Yayıncılık.

Karabulut, M., (2016), *Stratejik Pazarlama*, Ankara: Orion Kitabevi.

Karabulut, M. ve Karabulut, A. T., (2011), *Küresel Yönetim ve Pazarlama*, İstanbul: Papatya Yayıncılık.

Khan, M. (Ed.), (2019), *World Intellectual Property Indicators*, WIPO, Geneva, https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2019.pdf, 12.11.2019

- Kuo, C-C, Shyu, J. Z., and Ding, K., (2019), Industrial Revitalization via Industry 4.0- A Comparative Policy Analysis among China, Germany and the USA, *Global Transitions*, 1, 3-14, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2589791819300039>, 4.11.2019
- Larsson, A., (2004), How can R&D Strategy be Shaped Integrated and Monitored to Support Corporate Strategy: A Theoretical Framework, Lulea University of Technology, C Extended Essay, 095, <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1018765/FULLTEXT01.pdf>, 6.11.2019
- Lee, W. I., (2013), “Major Determinants for the Successful Implementation of Technology Roadmap in the Technology Intensive Organization: A Case of Smart Grid Roadmap in Korea”, *Journal of Advanced Management Science*, 1(1), March, 112-117.
- Mahdjoubi, D., (2019), Four Types of R&D, April, <https://www.uis.no/getfile.php/1336726/Forskning/Senter%20for%20Innovasjonsforskning/Presentation%20Four%20Types%20of%20R%26D%20Darius.pdf>, 5.11.2019
- Mikulic, M., (2019), Pfizer's Expenditure on Research and Development 2006-2018, 11.11.2019, <https://www.statista.com/statistics/267810/expenditure-on-research-and-development-at-pfizer-since-2006/>, 24.11.2019
- Nieto, M., (2003), From R&D Management to Knowledge Management: An Overview of Studies of Innovation Management”, *Technological Forecasting and Social Change*, 70, 135-161, <http://gide.unileon.es/admin/UploadFolder/66.pdf>, 5.12.2019
- Nobelius, D., (2002), Managing R&D Processes: Focusing on Technology Development, Product Development, and Their Interplay, Phd Dissertation, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden. [file:///C:/Users/tu%C4%9Fba/Downloads/NobeliusavhandlingManagingRDprocesses%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/tu%C4%9Fba/Downloads/NobeliusavhandlingManagingRDprocesses%20(1).pdf), 8.11.2019
- Nodoushani, O. and Nodoushani, P., (2002), “The Strategic Management of Research and Development”, *Journal of Comparative International Management*, 5(1), 3-15.
- Novo, E., De la Fuente, I., and Gaines, S. (2019) 5G for Cooperative and Connected Automated Mobility on X-Border Corridors 5G Mobix D1.3 Innovation Management Plan, <https://www.5g-mobix.com/assets/files/5G-MOBIX-D1.3-Innovation-Management-Plan-V1.0.pdf>, 15.11.2019
- OECD, (2001), The New Economy Beyond the Hype, <https://www.oecd.org/economy/growth/2380415.pdf>, 19.11.2019

Peker, A. A. vd., (2016), “Porter’ın Jenerik Rekabet Stratejileri ve Performans İlişkisi: Aksaray İli Organize Sanayi Bölgesi Örneği”, *Manas Journal of Social Studies*, 5(5), 11-22.

Pisano, G. P., (2012), *Creating an R&D Strategy*, 11 May, <https://hbswk.hbs.edu/item/creating-an-rd-strategy>, 11.11.2019

Plunket, A., Cassi, L., Gallié, E-P, and Mérindol, V., (2013), *Breakthrough Inventions, Firm Characteristics and Technological Sector Dynamics*, 35th DRUID Celebration Conference, Barcelona, Spain, June 17-19, https://conference.druid.dk/acc_papers/xffc5fxr3nb985i6cgbr9s3t20a3.pdf, 4.12.2019

Prajogo, D. I. and Ahmed, P. K. (2006), Relationships between innovation stimulus, innovation capacity, and innovation performance, *R&D Management* 36, 5, 499-515. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1467-9310.2006.00450.x?casa_token=mPIK8ZrwTDAAAAA:NRGUFcSc0ZALcLstUaXA0aWfQvk_FbAXYOOt6k29-wWFI-u6I5yBS3U1xWfhkgAvY6HAu99w4EihJvc, 20.11.2019

R&D Today, <https://www.rndtoday.co.uk/latest-news/what-is-the-impact-of-industry-4-0-on-innovation-design-processes/>, 23.11.2019

Reed, M. (2019), *Innovation 4.0: A Digital Revolution for R&D*, <https://www.newstatesman.com/spotlight/manufacturing/2019/09/innovation-40-digital-revolution-rd>, 16.9.2019

Roussel, P. A., Saad, K. N. and Erickson, T. J., (1991), *Third-Generation R&D Management*, https://www.adlittle.com/sites/default/files/prism/1991_q2_01-06.pdf, 12.11.2019

Sağlam, A., (2018), “Ar-Ge Harcamaları 10 Yılda Dört Katına Çıktı”, *AA Ekonomi*, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/ar-ge-harcamalari-10-yilda-4-katina-cikti/1327331>, 2.12.2018.

Sahlman, K., (2010), *Elements of Strategic Technology Management*. Faculty of Technology, ACTA, C362, Department of Industrial Engineering and Management, University of Oulu, <http://jultika.oulu.fi/files/isbn9789514262500.pdf>, 20.11.2019

Sandua, S. and Ciocanelb, B., (2014), “Impact of R&D and Innovation on High-Tech Export”, *Procedia Economics and Finance* 15, 80-90.

Shenkar, O. and Luo, Y., Chapter 13: *Managing Global Research and Development (R&D)*, in *International Business*, eds. Shenkar, O., Luo, Y. and Chi, T., <https://slideplayer.com/slide/7783689/>

Sikharulidze, D. and Kikutadze, V., (2017), “Innovation and Export Competitiveness: Evidence from Georgia Firms”, *European Journal of Economics and Business Studies*, 8(1), May-August, 131-137

Trott, P., (2008), *Innovation Management and New Product Development*, 4th Ed., London: FT Prentice Hall.

UNCTAD, (2019), *Key Statistics and Trends in International Trade 2018, International Trade Rebounds*, UN, Geneva, https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ditctab2019d2_en.pdf, 25.11.2019

Ünal, E. C. ve Gökkoçun, S. C., (2019), “Ar-Ge Harcamaları 10 Yılda 5 Katına Çıktı”, *AA Ekonomi*, 28.11.2019, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/ar-ge-harcamaları-10-yılda-5-katina-cikti/1657790>

WIPO, (2019), *World Intellectual Property Indicators: Filings for Patents, Trademarks, Industrial Designs Reach Record Heights in 2018*, 16.12.2019, Geneva, PR/2019/838, https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2019/article_0012.html, 26.11.2019

Wright, P., Pringle, C. D. and Kroll, M. J., (1994), *Strategic Management*, Boston: Allyn and Bacon.

www.drluisortiz.com, PPT, 12.11.2019

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=High-tech_statistics_-_economic_data&oldid=277254, 13.11.2019

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Archive:High-tech_statistics_-_economic_data, 11.11.2019

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Europe_2020_indicators_-_R%26D_and_innovation#General_overview, 12.11.2019

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=R_%26D_expenditure, 14.11.2019

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=R_%26D_expenditure#Gross_domestic_expenditure_on_R_.26_D, 15.11.2019

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Production_and_international_trade_in_high-tech_products&oldid=445677, 16.11.2019

<https://www.globalinnovationindex.org/gii-2019-report>, 13.11.2019

<http://www.historyofinformation.com/detail.php?id=2524>, 14.11.2019

<https://knoema.com/atlas/ranks/High-technology-exports>, 24.11.2019

https://ocw.mit.edu/courses/mechanical-engineering/2-96-management-in-engineering-fall-2012/lecture-notes/MIT2_96F12_lec20.pdf, 18.11.2019

http://www.oecd.org/sdd/08_Science_and_technology.pdf, 20.11.2019

https://www.pfizer.co.uk/sites/g/files/g10017291/f/201505/102731_PFIZER_drug_development_process_PRINT-READY-A4.pdf, 22.11.2019

<https://www.pwc.nl/en/publicaties/the-mutual-benefits-of-digitization-and-r-and-d.html>, 21.11.2019