

**T.C.**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İKTİSAT ANABİLİM DALI**  
**2020-YL-103**

**AR-GE HARCAMALARININ MAKROEKONOMİK  
DEĞİŞKENLER ÜZERİNE ETKİSİ**

**HAZIRLAYAN**

**Sıla ERDOĞAN**

**TEZ DANIŞMANI**

**Doç. Dr. Funda ÇONDUR**

**Aydın-2020**

**T.C.**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**  
**AYDIN**

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz bir şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

30/07/2020

Sıla ERDOĞAN

## ÖZET

### AR-GE HARCAMALARININ MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLER ÜZERİNE ETKİSİ

Sıla ERDOĞAN

Yüksek Lisans Tezi, İktisat Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Funda ÇONDUR

2020, XIV+91 sayfa

Ar-Ge harcamaları, teknolojide dışa bağımlılığının azaltılmasında, ülke ekonomisinin büyümesinde ve gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu çalışmada Ar-Ge Harcamalarının makroekonomik değişkenler üzerine etkisi araştırılmıştır. Türkiye de 1990-2018 dönemi temel alınarak Ar-Ge harcamalarının Ekonomik Büyüme ve İhracat değişkenleri arasındaki ilişki eşbütünleşme ve hata düzeltme modelleri vasıtasıyla sınanmıştır. Uzun dönem bulgularına göre Ar-Ge harcamalarının hem ekonomik büyüme hem de ihracat üzerinde pozitif yönlü ilişki bulunmuştur. Kısa dönem bulgularından elde edilen analiz sonuçlarına göre hata düzeltme mekanizmasının çalışmakta olduğu tespit edilmiş olup uzun dönem bulgularını desteklemektedir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Ar-Ge Harcamaları, GSYH, İhracat, Engle-Granger Eşbütünleşme Analizi, Hata Düzeltme Modeli

## **ABSTRACT**

### **THE EFFECT OF R&D EXPENDITURES ON MACROECONOMIC VARIABLES**

Sıla ERDOĞAN

MSc Thesis, Department of Economist

Supervisor: Doç. Dr. Funda ÇONDUR

2020, XIV+91 pages

R&D expenditures play an important role in reducing foreign dependency in technology, in the growth and development of the country's economy. In this study, the effect of R&D Expenditures on macroeconomic variables was investigated. Based on 1990-2018 period in Turkey the relationship between R & D expenditures of Economic Growth and Export variable has been tested through cointegration and error correction models. According to the long-term findings a positive relationship was found on both economic growth and exports of R&D expenditures. According to the analysis results obtained from the short-term findings it is determined that error correction mechanism is working and long term findings are supported.

**KEYWORDS:** R&D Expenditures, GDP, Export, Engle-Granger Cointegration Analysis, Error Correction Model

## ÖNSÖZ

Üretimin tarıma dayalı olduğu bir dünyadan endüstri toplumuna geçişi ifade eden Sanayi Devriminden günümüze kadar bilim ve teknolojiye görülen hızlı gelişmeler doğrultusunda teknoloji ve Ar-Ge kavramı dikkatleri üzerine çekmiştir. Gelişmekte olan ülkelerle gelişmiş ülkeler arasındaki ekonomik uçurum Ar-Ge ve yenilik stratejilerine bağlı olarak günden güne artmaktadır. Küresel pazarlarda Ar-Ge faaliyetlerine yönelik faaliyetler takip edilerek teknolojiye dışa bağımlılığın azaltılması ülke ekonomisinin büyümesi ve kalkınması yolunda önemli rol oynayacaktır. Bu çalışmada Ar-Ge harcamalarının makro değişkenlerle ilişkisi eşbütünleşme denklemi ve hata düzeltme modeli yardımıyla incelenmiştir.

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden desteğini esirgemeyen, tez çalışmamın her aşamasında bilgi birikimi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Funda ÇONDUR'a teşekkürü bir borç bilirim.

Görüşleriyle çalışmamın şekillenmesine katkı sunan, sabrını ve zamanını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Osman PEKER'e teşekkür ederim.

Son olarak hayatımın her döneminde aldığım kararlarda beni destekleyen ve her zaman yanımda olan, verdikleri emeklere layık olmaya gayret ettiğim çok değerli AİLEME, bu süreçte beni yalnız bırakmayan enerjisiyle beni motive eden arkadaşım Tuba ALATAŞ'a ve sevgili kardeşim Erdem ERDOĞAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sıla ERDOĞAN

# İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
KISALTMALAR DİZİNİ .....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ .....	xii
EKLER DİZİNİ .....	xiv
GİRİŞ.....	1
<b>1. AR-GE İLE İLGİLİ TANIMLAR VE KAVRAMLAR.....</b>	<b>3</b>
1.1. Araştırma .....	3
1.2. Geliştirme .....	3
1.3. Araştırma-Geliştirme.....	3
1.4. Ar- Ge'nin Bölümleri .....	4
1.4.1. Temel Araştırma.....	5
1.4.2. Uygulamalı Araştırma .....	6
1.4.3. Deneysel Geliştirme .....	6
1.5. Ar-Ge Dışında Tutulacak Faaliyetler .....	6
1.6. Ar-Ge'nin Göstergeleri.....	7
1.6.1. Ar-Ge Harcamaları ve Ar-Ge Yoğunluğu .....	8
1.6.2. Ar-Ge Personel Sayısı .....	9
1.6.3. Patent ve Faydalı Model Başvuru Sayısı.....	10
1.6.4. Bilimsel Yayın Sayıları .....	11
1.6.5. İleri Teknolojili Ürün İhracatı .....	11
1.7. Teknoloji .....	12
1.8. İcat.....	13
1.9. Yenilik.....	15
1.9.1. Ürün Yenilikleri .....	23
1.9.2. Süreç Yenilikleri.....	24
1.9.3. Pazarlama Yenilikleri .....	28
1.9.3. Organizasyonel Yenilik .....	29
1.9.4. Mevcut Dönem Oslo 2018 Kılavuzu ve Bir Önceki Dönem Oslo 2005 Kılavuzu Yenilik Türlerinin Değerlendirilmesi.....	29

1.10. Yayılma .....	30
<b>2. AR-GE HARCAMALARININ AR-GE GÖSTERGELERİ DOĞRULTUSUNDA İNCELENMESİ .....</b>	<b>31</b>
2.1. Dünya’da Ar-Ge Harcamaları ve Ar-Ge Yoğunluğu .....	31
2.2. Ar-Ge Harcamalarına En Çok Bütçe Ayıran Ülkeler .....	34
2.3. Patent ve Faydalı Model Başvuru Sayısı .....	35
2.4. Ar- Ge Personel Sayısı .....	41
2.5. Bilimsel Yayın Sayısı .....	44
2.6. İleri Teknolojili Ürün İhracatı .....	45
2.7. Türkiye’de Ar-Ge .....	46
2.8. Ar-Ge Temelli Ekonomik Büyüme Modelleri .....	53
2.8.1. Solow Büyüme Modeli .....	53
2.8.2. Lucas Büyüme Modeli .....	54
2.8.3. Arrow Yapararak Öğrenme Modeli .....	55
2.8.4. Romer Büyüme Modeli .....	55
2.8.5. Barro Büyüme Modeli .....	57
2.8.6. Aghion ve Howitt Büyüme Modeli .....	57
2.8.7. Grossman ve Helpman Büyüme Modeli .....	58
2.9. Ar-Ge ve İhracat .....	59
<b>3. AR-GE HARCAMALARININ MAKRO DEĞİŞKENLERLE İLİŞKİSİ ÜZERİNE EKONOMETRİK ANALİZ .....</b>	<b>61</b>
3.1. Seçilmiş Literatür .....	61
3.2. Yöntem, Veri Seti ve Model .....	65
3.3. Ampirik Sonuçlar .....	66
3.3.1. ADF (Augmented Dickey–Fuller) ve PP (Phillips–Perron) Birim Kök Testleri .....	66
3.3.2. Engle-Granger Eş-Bütünleşme Analizi .....	70
3.3.3. Ar-Ge Harcamaları ve GSYH İlişkisi .....	70
3.3.4. Ar-Ge Harcamaları ve İhracat İlişkisi .....	73
<b>TARTIŞMA VE SONUÇ .....</b>	<b>76</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>79</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>88</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>91</b>

## KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Ar-Ge	: Araştırma- Geliştirme
BTYK	: Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DYY	: Doğrudan Yabancı Yatırımlar
EPO	: Avrupa Patent Örgütü
Eurostat	: Avrupa İstatistik Ofisi
GSYH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
PPP	: Satın Alma Gücü Paritesi Teorisi
TDK	: Türk Dil Kurumu
TRIPS	: Ticaretle Bağlantılı Fikri Mülkiyet Anlaşması
TTGV	: Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
UNESCO	: Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
WIPO	: Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü
WTO	: Dünya Ticaret Örgütü



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.: Utterback ve Abernathy’ın Ürün ve Süreç Yeniliği Modelinde Yenilik ve Gelişme Aşamaları .....	27
Şekil 2.1.: Dünya’da Ar-Ge Harcamalarının Seyri .....	32
Şekil 2.2.: 2007 Yılı Dünyada Ar-Ge Harcamalarının Bölgesel Payı .....	33
Şekil.2.3.: 2016 Yılı Dünyada Ar-Ge Harcamalarının Bölgesel Payı .....	33
Şekil 2.4.: Ar-Ge Harcamalarına En Fazla Bütçe Ayıran Lider Ülkeler.....	35
Şekil 2.5.: Dünya Genelinde Yapılan Patent Başvurularının Seyri .....	36
Şekil 2.6.: 2008 Yılı Bölgelere Göre Patent Başvuruları .....	37
Şekil 2.7.: 2018 Yılı Bölgelere Göre Patent Başvuruları .....	38
Şekil 2.8.: 2018 Yılı Patent Başvurunda Lider İlk 10 Ülke ve Patent Ofisleri .....	39
Şekil 2.9.: Bölgelere Göre Faydalı Model Uygulamaları .....	41
Şekil 2.10.: Dünya Çapında Tam Zamanlı Çalışan Toplam Ar-Ge Personel Sayısı .....	42
Şekil 2.11.: 2017 Yılı Tam Zamanlı Çalışan Toplam Ar-Ge Personeli Sayısında İlk 10 Ülke .....	43
Şekil 2.12.: Dünya Çapında Yayımlanan Bilimsel ve Teknik Dergi Makale Sayısı .....	44
Şekil 2.13.: Ar-Ge Harcamalarının GSYH İçindeki Payı (Türkiye ve OECD Ortalaması) ...	47
Şekil 2.14.: Ar-Ge Harcamaları, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi .....	60

## TABLolar DİZİNİ

Tablo 1.1.: Schumpeter ve Roberts İcat ve Yenilik .....	14
Tablo 1.2.: Birbirini İzleyen (Ardışık) Teknolojik Değişim Dalgaları .....	21
Tablo 1.3.: Teknoloji ve Müşteri Yeterliliklerini Birbirine Bağlayan Ürün Yeniliği .....	24
Tablo 1.4.: İş süreci Yeniliklerinin Türünü Belirlemek İçin Fonksiyonel Kategoriler .....	25
Tablo 1.5.: Oslo 2005 Kılavuzu ve Oslo 2018 Kılavuzu Yenilik Türlerinin Değerlendirilmesi.....	29
Tablo 2.1.: Faydalı Model Uygulamalarında Lider İlk 10 Ülke ve Seçilen Düşük ve Orta Gelirli Ülkelerin İçin Faydalı Model Uygulamaları .....	40
Tablo 2.2.: Bölgelere Göre Tam Zamanlı Ar-Ge Personel Sayısı .....	42
Tablo 2.3.: İleri Teknolojili Ürün İhracatında Lider İlk 10 Ülke ve Toplam İhracat İçerisindeki Payı .....	45
Tablo 2.4.: Türkiye’de Yerli ve Yabancı Patent Sayıları .....	48
Tablo 2.5.: Türkiye’de Tam Zamanlı Çalışan Ar-Ge Personel Sayıları .....	50
Tablo 2.6.: Türkiye’de Yıllar İtibariyle Bilimsel ve Teknik Dergi Makale Sayısı .....	51
Tablo 2.7.: Türkiye İleri Teknolojili Ürün İhracatı, Toplam İhracat İçerisindeki Payı .....	52
Tablo 3.1.: ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları .....	69
Tablo 3.2.: Birinci Model ADF Test Sonucu ve Engle-Granger Tablo Değerlerinin Karşılaştırılması .....	70
Tablo 3.3.: Birinci Model Uzun Dönem Denklem Tahmini Analiz Sonucu .....	71
Tablo 3.4.: Birinci Model Kısa Dönem Denklem Tahmini Analiz Sonucu .....	72
Tablo 3.5.: İkinci Model ADF Test Sonucu ve Engle-Granger Tablo Değerlerinin Karşılaştırılması .....	73

Tablo 3.6.: İkinci Model Uzun Dönem Denklem Tahmini Analiz Sonucu .....73

Tablo 3.7.: İkinci Model Kısa Dönem Denklem Tahmini Analiz Sonucu .....75



## EKLER DİZİNİ

Ek 1.: Ar-Ge Harcamaları (R&D) ve Ekonomik Büyüme (GSYH), İhracat (EXP) Serileri .....	87
Ek 2.: Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Kısa ve Uzun Dönem Analiz Sonuçları .....	88
Ek 3.: Ar-Ge Harcamaları ve İhracat Kısa ve Uzun Dönem Analiz Sonuçları .....	89



# GİRİŞ

İktisadi gelişmenin en önemli unsurlarından biri sanayileşmedir. Sanayi Devrimiyle birlikte dünya bir değişim sürecine girmiştir. Bu süreçte teknoloji ve bilgiyi kullanabilen toplumlarda sanayileşme devamlı ve yayılğan bir yapı olma özelliğini kazanmıştır. Nitekim üretimin tarıma dayalı olduğu bir dünyadan endüstri toplumuna geçişi ifade eden Sanayi Devriminden günümüze kadar bilim ve teknolojiye görülen hızlı gelişmeler doğrultusunda bu gelişmeleri yakalayan gelişmiş ülkeler, gelişmekte olan ülkeler ve gelişmemiş ülkelerin kategorilere ayrılmasında teknoloji ve Ar-Ge kavramı dikkatleri üzerine çekmiştir.

Günümüz dünyasında ülkelerin kalkınmasında en önemli faktör bilim ve teknoloji alanındaki gelişmelerdir. 1768 yılında James Watt'ın buhar makinesini bulması birçok alanda değişimin meydana gelmesinin öncüsü olarak kabul edilmektedir. İşçi sınıfının ortaya çıkması, büyük kentlere yapılan göçler, fabrikaların ortaya çıkışı ve sanayileşme, ulaşım sektöründe yaşanan gelişmeler, tarımın önemini yitirmesi, modern toplumların oluşması ekonomik ve sosyal alanda teknolojik ilerlemeyi de beraberinde getirmiştir (Öztuna, 2017: 27).

Ekonomik büyüme bir ülkede yaratılan ulusal gelirin ve kişi başına düşen miktarın bir yıldan öteki yıla göre olumlu yönde artışını ifade etmektedir. Bu nedenle ekonomik büyüme kavramı her ülke için önem arz etmektedir. Literatürde ekonomik büyüme modelleri Dışsal Büyüme Modelleri ve İçsel Büyüme Modelleri olarak iki bölümde incelenmiştir. Dışsal büyüme modellerinde teknoloji değişkeni dışsal olarak ele alınmaktadır. Uzun dönemde ekonomik büyümenin temel belirleyicisi olduğu savunulan dışsal büyüme modelleri teknolojik gelişmelerin kaynağını açıklamada yetersiz kalmıştır. Bunun üzerine teknoloji değişkenini içselleştiren İçsel Büyüme Modelleri ortaya çıkmıştır. İçsel Büyüme Modelleri Ar-Ge temelli büyüme modelleri olarak da ifade edilebilir. Bu modellere göre teknoloji araştırma faaliyetleri sonucunda üretilmektedir.

Ekonomik büyümenin birçok yönü vardır. Ekonomik büyüme kaynakların kullanımına, nüfus artış hızına, tasarruf oranına, ekonomik faaliyetlerin örgütlenme tarzına, teknolojik bilgi birikimine ve çok daha fazlasına bağlıdır. Bu alanda yapılan çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda tamamının ele alınması mümkün olmadığı için çalışmamızda Ar-Ge faaliyetlerine odaklanılmıştır.

Küresel piyasalarda bilim ve teknoloji ağırlıklı yapılanma gerçekleştiren ülkeler genellikle gelişmiş ülkelerdir. Gelişmiş ülkelerin ekonomide uyguladığı politikalar yeni teknolojinin yayılmasını teşvik eder. Teknolojik ilerleme, kaynakların daha etkin kullanılmasını sağlamakla birlikte üretimi artırır ve dünya pazarlarına ulaşımı kolaylaştırır. Böylelikle gelişmiş olan ülkenin ulusal refahı artarken aynı zaman da uluslararası pazarda da karşılaştırmalı üstünlük elde eder.

Son zamanlarda kendi teknolojisini üretemeyen gelişmekte olan ülkelerin teknolojiyi satın aldığı görülmektedir. Gelişmiş ülkelere satın alınan bu teknolojilerin dışa bağımlılığı devam ettiği sürece az gelişmiş olan ülkenin kalıcı refah yaratması zorlaşmaktadır. Bu noktada ülkelerin Ar-Ge harcamalarına milli gelirden daha fazla pay ayırması gerekmektedir. Teknolojiyi üretmek Ar-Ge ile mümkündür.

Ar-Ge faaliyetlerinin makroekonomik göstergelerle arasındaki ilişki çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Literatürde yer alan Ar-Ge temelli büyüme modelleri ve ihracata dayalı büyüme modelleri dikkate alınarak çalışmada makroekonomik gösterge olarak büyüme ve ihracat değişkenlerinin kullanılması planlanmıştır. Analizde kullanılacak olan değişkenlerle Ar-Ge harcamaları arasında elde edilecek bulguların pozitif yönlü ilişkinin varlığını açıklaması yönünde olması beklenmektedir.

Ar-Ge istatistikleri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 1990 yılı itibariyle derlenmektedir. Bu nedenle analizde kullanılan veri seti 1990-2018 dönemini kapsamaktadır. Çalışmada Ar-Ge harcamalar ile ekonomik büyüme ve ihracat arasındaki ilişki Engle-Granger eşbütünlük analizi yardımıyla tespit edilmeye çalışılmıştır. Uzun dönem analizi bulgularında eşbütünlük denklemi, kısa dönem analizi bulgularında ise hata düzeltme modelinden faydalanılmıştır.

Çalışma üç ana bölüme ayrılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde Ar-Ge'nin tanımı, Ar-Ge'nin bölümleri, Ar-Ge'nin göstergeleri ve Ar-Ge ile ilgili olarak yenilik, teknoloji, yayılma gibi temel kavramlar açıklanmaktadır. İkinci bölümde Dünya'da ve Türkiye'de ilk bölümde ele alınan Ar-Ge göstergeleri uygulamalı olarak aktarılacak olup Ar-Ge'nin makroekonomik performans üzerindeki etkileri incelenmektedir. Üçüncü ve son bölümde ise konu ile ilgili olarak ilk olarak seçilmiş literatür taraması daha sonra sırasıyla ekonomik yöntem, veri seti, çalışmanın ampirik analiz ve sonuçlarına yer verilerek değerlendirme yapılmıştır.

# 1. AR-GE İLE İLGİLİ TANIMLAR VE KAVRAMLAR

## 1.1. Araştırma

Araştırma kavramı genellikle bir ihtiyacın ortaya çıkması ve insan ihtiyaçlarının da sınırsız olmasıyla başlamaktadır. Araştırma faaliyetleri konular hakkında bilgi sahibi olmak ve bilinmeyen durumları açıklamak, bireyleri rahatsız eden durumları ortadan kaldırmak amacıyla oluşan çalışmaların tamamını kapsamaktadır. Aynı zamanda, yeni bir durum oluşturma olgusuyla yapılmaya çalışılan her türlü bilimsel ve teknolojik faaliyetler olarak ifade edilir (Aydoğan, 2015: 1).

## 1.2. Geliştirme

Geliştirme, mevcut teknik imkanlar ile araştırma sonucu ortaya çıkartılan ürün veya üretim metotlarının birbirlerine entegre edilme çabasıdır. Geliştirme, araştırma bölümünde elde edilen bilgi ya da mevcut durumu ekonomik alanlara yönlendirerek, daha stratejik ve kapsamlı yöntemler ile geliştirip en iyisini yapma hedefi olarak ifade edilmektedir (Görür, 2006: 5).

Kaymakçı vd. (2007) çalışmalarında araştırma ve geliştirme tanımını "Araştırma, bilinmeyeniyi bilmeye ve öğrenmeye yönelik yapılan bilimsel-teknolojik faaliyetlerdir. Geliştirme ise, mevcut bilgiyi veya teknolojiyi yeni düzenlemelerle daha ileri düzeye doğru yönlendirme faaliyetidir" şeklinde tanımlamaktadırlar. Araştırma geliştirme, hem şirket hem de ülke için yenilikçilik yoluyla büyümenin başlıca unsurlarıdır.

## 1.3. Araştırma-Geliştirme

Araştırma Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi hakkında 5746 sayılı kanuna göre Ar-Ge; kültür, insan ve toplumun bilgisinden oluşan bilgi dağarcığının artırılması ve yaratılan bu bilginin yeni süreç, sistem ve uygulamalar tasarlamak üzere kullanılması için sistematik bir temelde yürütülen, bilimsel ve teknolojik belirsizliğe odaklanan, çıktıları özgün yaratıcı çalışmalardır.

Frascati kılavuzu ilk kez 1962 yılında yayımlanmış olup Ar-Ge'ye tahsis edilen finansman ve insan kaynaklarının ölçümüyle ilgilenmektedir. Frascati kılavuzuna göre Ar-Ge ve teknolojik yenilik faaliyetleri iyileştirilmiş ürün ve süreçlerin uygulanmasına yol açan yeni bilgiye yatırımlar da dahil olmak üzere tüm bilimsel, teknolojik, organizasyonel, finansal ve ticari adımlardır. Teknolojik ve bilimsel gelişmeler, tüketicilerin artan istekleri, piyasalarda rekabetin artması gibi nedenlerden dolayı işletmelerin gelişen ülkeleri takip ederek sürekli yenilik yapması kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle kamu kuruluşlarının ve işletmelerin bünyesinde yenilikleri arttırıcı özelliği olan Ar-Ge faaliyetlerini yürütecek birimlerin yer alması büyük önem taşımaktadır (Manual, 2002: 18- 30).

OECD ve Eurostat tarafından ortaklaşa yayınlanan Oslo kılavuzuna göre araştırma ve geliştirme bilgi dağarcığını artırmak amacıyla sistematik olarak sürdürülen yaratıcı çalışma ve bu bilginin yeni uygulamalar yaratmak için kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Oslo kılavuzuna göre Ar-Ge faaliyetleri beş önemli kriteri karşılamalıdır (Oslo, 2018: 87). Bu kriterler;

- ✓ Yeni
- ✓ Yaratıcı
- ✓ Belirsiz bir sonucu ele almak
- ✓ Sistematik
- ✓ Transfer edilebilir
- ✓ Tekrar üretilebilir olmaktadır.

#### **1.4. Ar- Ge'nin Bölümleri**

Frascati kılavuzuna göre Ar-Ge nitelik ve kapsam bakımından üç faaliyeti kapsamaktadır. Bunlar;

- ✓ Temel Araştırma
- ✓ Uygulamalı Araştırma
- ✓ Deneysel Geliştirme olarak belirtilmektedir.

İlk olarak temel araştırma herhangi bir özel uygulama kullanmaksızın gözlemlenebilir gerçeklerin altında yatan yeni bilgiyi edinebilmek ve ortaya çıkan olayların gerçek nedenlerini anlayıp kavrayabilmek amacıyla yapılan araştırmalardır. İkincisi bir konuda bir amaç



doğrultusunda ortaya konulan çabaları gösteren uygulamalı araştırmalardır. Uygulamalı araştırmalar aynı zamanda orijinal araştırmadır. Üçüncüsü ise bu alanda yapılmış olan tüm çalışmalar sonucunda kazanılan tüm bilgi ve birikimlerin temelini oluşturduğu deneysel geliştirmelerdir. Deneysel gelişmeler, yeni materyaller, ürünler veya cihazlar üretmeye, yeni süreçler, sistemler, hizmetler kurmaya ve hali hazırda üretilmiş, kurulmuş olanları önemli ölçüde geliştirmeye yönelik araştırma ve pratik deneyimlerden elde edilen mevcut bilgileri temel alan sistematik bir çalışmadır (Manual, 2002: 30).

#### **1.4.1. Temel Araştırma**

Temel araştırma görünürde herhangi bir özel uygulaması veya kullanımı bulunmayan öncelikle olgu ve gözlemlenebilir gerçeklerin temellerine ait yeni bilgiler edinmek için yürütülen deneysel veya teorik çalışmalardır. Hipotez, teori veya yasaları formüle etmek ve test etmek amacıyla özellikleri, yapıları ve ilişkileri analiz eder. Sonuçları genellikle satılamaz, bilimsel dergilerde yayımlanır veya ilgilenen araştırmacılara dağıtılır. Temel araştırmada bilim insanları kendi hedeflerini belirlemede kısmen özgürdür. Genellikle yükseköğretim alanında ve belli bir ölçüde devlet sektöründe yapılır. Ekonomik koşullar ile sosyal gelişme arasındaki nedensel ilişkinin incelenmesi temel araştırmaya örnek verilebilir.

Jaffe vd. (2000:7) çalışmalarında belirtildiği üzere temel araştırma ekonomi genelinde kamu sektörü tarafından finanse edildiğinde özel sektörün finanse ettiği çalışmalara göre daha büyük etkiler yaratmaktadır. Özel firmaların temel araştırmaların getirilerini yakalayabilmesi genellikle çok uzun yıllar sonunda gerçekleşir. Nitekim optikte temel araştırmayı finanse eden bir firma için temel araştırma düşünüldüğünde firma uzun yıllar boyunca yatırımın geri dönüşünü görmeyebilir hatta uzun yıllar sonunda elde edecek getirilerin birçoğu rakipleri veya tamamen farklı endüstrilerde rekabet eden firmalar tarafından gerçekleştirilmiş olabilir.

Frascati kılavuzuna göre temel araştırma ikiye ayrılmaktadır. Bunlar; salt temel araştırma ve güdümlü temel araştırmadır (Manual, 2002: 77-78).

✓ Salt temel araştırma: Uzun süreli ekonomik veya sosyal fayda beklemeksizin veya sonuçlarının pratikteki sorunlara uygulanması veya uygulamalarından sorumlu olan sektörlerle aktarılması için herhangi bir çaba harcamaksızın, sadece bilginin ilerlemesi için gerçekleştirilir.

✓Güdümlü temel araştırma: Bilinen veya beklenen, mevcut veya gelecekteki sorun veya olasılıkların çözümünde temel alınabileceği düşünülen geniş bir bilgi tabanı oluşturacağı beklentisiyle gerçekleştirilir.

#### **1.4.2. Uygulamalı Araştırma**

Uygulamalı araştırma, doğrudan bilgi üretmek için yapılan özgün araştırma olarak tanımlanabilir. Temel araştırmadan farklı olarak uygulamalı araştırma spesifik bir uygulama ve amaca yöneliktir. Uygulamalı araştırma, temel araştırma bulgularının olası kullanımlarını ya da belirli ve önceden tanımlanmış hedeflere ulaşmanın yeni yöntem veya yollarını belirlemek için yürütülür. Belirli sorunları çözmek amacıyla, mevcut bilgi ile eklerinin değerlendirilmesini kapsar. Uygulamalı araştırma fikirlere işlevsel bir biçim verir. Bundan elde edilen bilgi çoğunlukla patent altına alınır, ancak gizli de tutulabilir (Manual, 2002: 78).

Temel araştırmanın amacı bilgiyi iletirmek olup temel araştırma bilim insanlarının kişisel çıkarları ve merakları tarafından yönlendirilmektedir. Uygulamalı araştırmanın amacı ise dünyadaki gerçek insanları, kuruluşları, toplulukları etkileyen sorunların nasıl önleneceğini, nasıl çözülebileceğini anlamaktır (Donaldson vd., 2009: 2-3).

#### **1.4.3. Deneysel Geliştirme**

Deneysel geliştirme, araştırma ve pratik uygulamalardan edinilmiş bilgiden yararlanarak yeni malzemeler, yeni ürünler ya da cihazlar üretmeye; yeni süreçler, sistemler hizmetler oluşturmaya veya halen üretilmiş veya oluşturulmuş olanları büyük ölçüde iyileştirmeye yönelik sistemli çalışmalar olarak tanımlanmaktadır (Manual, 2002: 78). Büyük şehirlere olan kırsal göçü engellemek için bir mali yardım programının geliştirilmesi ve test edilmesi deneysel gelişime örnek gösterilebilir.

### **1.5. Ar-Ge Dışında Tutulacak Faaliyetler**

Ar-Ge, bilimsel ve teknolojik temelli diğer faaliyetlerden ayırt edilmelidir. Bu diğer faaliyetler hem bilgi akışı açısından hem de kurumlar ve personel için Ar-Ge ile çok yakından bağlantılıdır. Bu nedenle Ar-Ge ölçülürken mümkün olduğunca dışarda tutulmalıdır. Frascati kılavuzuna göre Ar-Ge dışında tutulan faaliyetler aşağıda belirtildiği gibidir (Manual, 2002: 30-33).

✓ Eğitim ve Öğretim: Üniversitelerde doktora seviyesindeki öğrencilerin araştırmaları Ar-Ge'nin bir parçasıdır. Ortaöğretim sonrası ve yükseköğretim düzeyindeki tüm üniversitelerde tıp, mühendislik, tarım, sosyal ve beşeri bilimler personelinin tüm çalışmaları Ar-Ge faaliyetleri kapsamı dışındadır.

✓ İlgili Diğer Bilimsel ve Teknolojik Faaliyetler: Bu bölümde yer alan faaliyetler Ar-Ge projesinin amacına yönelik gerçekleştirildiği durumlar haricinde Ar-Ge kapsamı dışında tutulacak faaliyetler kapsamındadır. Bilimsel ve teknik bilgi hizmetleri, genel amaçlar doğrultusunda veri toplama, fizibilite çalışmaları, patent ve lisans çalışmaları, uzmanlaşmış sağlık hizmetleri, politikalarla ilgili araştırmalar, rutin yazılım geliştirme bu kapsamda değerlendirilen diğer faaliyetlerdir.

✓ Diğer Sınai Faaliyetler: Diğer yenilik faaliyetleri kapsamında değerlendirilen teknolojinin edinimi, endüstri tasarımı, diğer sermaye edinimleri, üretime başlatma ve yeni ya da gelişmiş ürünler için pazarlama faaliyetleridir. Üretim ve üretimle ilgili teknik faaliyetler arasında değerlendirilen ürün ve hizmetlerin sınai ön üretimi, üretimi ve dağıtımı, birlikte piyasa araştırması da Ar-Ge dışında tutulmaktadır.

✓ Yönetim ve Diğer Destek Faaliyetleri: Sadece Ar-Ge'yi finanse eden faaliyetler kapsamında değerlendirilmektedir. Bakanlıklar, araştırma kurumları, vakıflar veya hayır kurumları tarafından, Ar-Ge'yi gerçekleştirenlere fonların tahsis edilmesi, bu fonların idare edilmesi ve dağıtılması ile dolaylı destekleyici faaliyetler kapsamında değerlendirilen taşımacılık, depolama, onarım, bakım ve güvenlik faaliyetleri, merkezi finans ve personel departmanları gibi idari faaliyetler Ar-Ge dışında tutulmaktadır.

## 1.6. Ar-Ge'nin Göstergeleri

Bilimsel araştırmanın amacı sadece yeni bilimsel bilginin üretilmesi değil aynı zamanda hemen uygulanabilir olması ve daha önce uygulanamayan bilgilerin düzeltilmesidir. Bilimsel araştırmanın kökeni Rönesans döneminden başlayan ilerleyen yüzyıllarda trend haline gelen bir süreçtir. 20. yüzyılda Ar-Ge faaliyetlerine katılımın artması ve önemi üzerine ölçümü ve göstergelerine ihtiyaç doğdu. 1930'lu yıllarda ABD' de endüstriyel laboratuvarların yönetilmesi ihtiyacını ve ilgili bilimsel faaliyetlerin planlanmasını hesaba katan Ar-Ge göstergelerinin ilk ölçümü yapıldı. Ardından on yıl arayla Kanada ve İngiltere'de Ar-Ge

faaliyetleri yürütülmeye başlandı. Birinci Dünya Savaşı sonrası Ar-Ge'nin gelişmiş ülkeler ve bu ülkelerin işletmeler tarafından finanse edilmesi benzer göstergelerin de ölçülmesi ihtiyacını artırmıştır ( Chatzıparadeısis, 2001: 1-2).

Ar-Ge'nin ülke ekonomisine etkisini araştırmak veya bir ülkeyi diğer gelişmiş ve daha az gelişmiş olan ülkelere göre karşılaştırma yapmak için Ar-Ge faaliyetleri oldukça önem arz etmektedir. Canbay (2016: 6) çalışmasında belirttiği üzere Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (UNESCO), Dünya Bankası gibi kurumların açıkladığı raporlar dikkate alınarak yapılan ekonometrik analizlerde ve bilimsel çalışmalarda araştırmacılar Ar-Ge'ye ait bazı temel göstergeler kullanmaktadır. Bunlar;

- ✓ Ar-Ge Harcamaları ve Ar-Ge yoğunluğu,
- ✓ Ar-Ge Personel Sayısı,
- ✓ Patent ve Faydalı Model Başvuru Sayısı,
- ✓ Bilimsel Yayın Sayıları,
- ✓ İleri Teknolojili Ürün İhracatıdır.

Yenilik ile ilgili konularda uygulamalı iktisat literatürü araştırmaları sadece ülkeler tarafından yapılmamakta aynı zamanda şirketler de yenilikçi performanslarının ölçümünü yaparken Ar-Ge göstergelerinden yararlanmaktadır. Hagedoorn, ve Cloodt, (2003, 1368) çalışmasında ABD, Kanada, Japonya, Güney Kore ve bazı güneydoğu Asya ülkelerinden ileri teknoloji endüstrisinde şirketlerin teknolojik ve yenilikçi performansını dar anlamda inceleyerek Ar-Ge girdileri, Patent sayıları ve patent alıntıları, yeni ürün duyuruları gibi birden fazla gösterge kullanmışlardır.

### **1.6.1. Ar-Ge Harcamaları ve Ar-Ge Yoğunluğu**

İktisatçıların yaptığı pek çok çalışmada özel olarak finanse edilen Ar-Ge harcamalarının üretkenlik, karlılık ve diğer ekonomik performans ölçümleri üzerine önemli derecede olumlu etkiye sahip olduğu görülmektedir ( Lichtenberg, 1987: 98). Ar-Ge'nin Gayri Safi Yurtiçi Harcamalara (GSYH) bölünmesiyle hesaplanan gösterge Ar-Ge yoğunluğudur. Yapılan ilk çalışmalardan itibaren analizlerde çok fazla kullanılması nedeniyle Ar-Ge yoğunluğu için en eski gösterge ifadesi de kullanılmaktadır.

Mutlak ve karşılaştırmalı üstünlükler kuramının meta üretimini temel alan bakış açısı içinde bulunduğumuz yüzyılda rekabetin farklı boyutlara ulaşmasıyla temel alan olarak bilgi kabul görmektedir. Uzun dönemli istikrarlı ve sürdürülebilir bir büyüme oranına ulaşmak, uluslararası rekabetin gücünü artırmak için yeni teknolojiler üretilmeli ve Ar-Ge'ye yapılan yatırımlar artırılmalıdır. Ülke refahı ve ekonomik gelişmişlik gücü bilim ve teknoloji alanındaki rekabet gücü ile ölçülmekte olup dolayısıyla ekonomik güç Ar-Ge üzerinde şekillenmektedir ( Atamtürk, 2007:100).

### **1.6.2. Ar-Ge Personel Sayısı**

Araştırma Geliştirme ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi hakkında 5746 sayılı kanuna göre; Ar-Ge faaliyetlerinde doğrudan görevli araştırmacı ve teknisyenler Ar-Ge personeli olarak tanımlanmaktadır. Araştırmacı, Ar-Ge faaliyetleri ile yenilik tanımı kapsamındaki projelerde, yeni bilgi, ürün, süreç, yöntem ve sistemlerin tasarım veya oluşturulması ve ilgili projelerin yönetilmesi süreçlerinde yer alan en az lisans mezunu uzmanlardır. Teknisyen ise meslek lisesi veya meslek yüksekokullarının tasarım, teknik, fen veya sağlık bölümlerinden mezun, teknik bilgi ve deneyim sahibi kişilerdir.

Ar-Ge'nin verimliliğini ölçmek, Ar-Ge organizasyonlarını yönlendirmek ve daha iyi araştırma yapabilmek için çok fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Pek çok farklı maddi olmayan faktör devreye girdiğinden entegre bir grup birey daha önemli katkılar sunabilir. Bu nedenle bilim adamları, psikologlar, ekonomistler, mühendisler ve yönetim alanındaki uzmanlarından oluşan bir ekip gereklidir (Pappas ve Remer, 1985: 22).

Niebuhr, (2010:582) Almanya ekonomisi üzerine sadece üniversite diploması olan Ar-Ge çalışanlarına bağlı kalmadan Ar-Ge istihdamını incelemiştir. Çalışmada bölgesel Ar-Ge sektörlerinin performansını artıracak çeşitli kültürel kökenden gelen kişilerin bilgi ve yeteneklerinde ki farklılıklara, bilgi aktarımına dikkat çekmektedir. Kültürel çeşitlilik yenilik etkinliğinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle özellikle Avrupa ülkelerinin yüksek nitelikli göçmenler için daha elverişli koşullar sunan ülkelere ulaşmak için bu kişilere yönelik yeni düzenlemeler geliştirmekte olduğunu belirtmektedir.

### 1.6.3. Patent ve Faydalı Model Başvuru Sayısı

Dünya Fikri Mülkiyet Hakları (WIPO)'na göre; "Patent, genel olarak bir şey yapmanın yeni bir yolunu sağlayan veya bir soruna yeni bir teknik çözüm sunan bir ürün veya işlem olan buluş için verilen sınırlandırılmış bir haktır." Buluşun patent sahibinin izni olmadan başkaları tarafından ticari olarak kullanılamaz, dağıtılamaz, ithal edilemez ve satılamaz olması patent koruması olarak adlandırılmaktadır. Koruma genellikle sınırlı bir süre için verilmektedir. Ayrıca bu haklar bölgesel haklardır yalnızca o ülkenin veya bölgenin yasalarına uygun olarak, patentin verildiği ve verildiği ülke veya bölgede geçerlidir. Türk patent ve marka kurumu faydalı modeli dünya çapında yeni olan ve sanayiye uygulanabilen icatların sahibine koruma sağlayan bir sınai mülkiyet hakkı olarak tanımlamaktadır. Faydalı model patentle kıyaslandığında daha kısa süreliğine bir koruma sağlar ve koruma süresi uzatılamaz. Kısa zamanda daha az masrafla alınabilir olması da bir başka özelliği olarak belirtilmektedir.

Ar-Ge'nin giderek artan toplumsal sorunlara çözüm getirmesi beklenmektedir. Buna bağlı olarak üniversiteler kamu araştırma kuruluşları ve en önemlisi özel sektör patent başvurusu yoluyla uygulamalar üzerinde aktif ve giderek artan şekilde mülkiyet haklarını araştırmaktadır. Buna bağlı olarak son yıllarda dünya çapında patent başvurusu istikrarlı bir şekilde büyüme göstermektedir. Hükümetler piyasa başarısızlığını düzeltmek, Ar-Ge yatırımlarını artırmak, yenilik pazarlarını teşvik etmek patent sistemini rasyonel bir mekanizma olarak kullanırlar aynı zamanda araştırmalara verilen ödül gibi ek mekanizmalarla Ar-Ge'ye teşvik amaçlanmaktadır (Ribeiro ve Shapira 2020:1).

Chu vd. (2019: 396-406), yenilikçilik ve ekonomik büyüme ile ilgili literatürü dikkate alarak hazırladıkları çalışmalarında durgunluktan büyümeye geçiş yapan ülkelerin hem ekonomik büyüme hem de geçiş hızının artmasında fikri mülkiyet haklarının teknolojik ilerlemeye katkısına dikkat çekmektedirler. Yeniliklerin teşviki buluşların piyasa değerine bu da patent koruma seviyesi ve pazar büyüklüğüne bağlıdır. Patent korumasının güçlendirilmesi büyümeye geçiş hızını artırmaktadır. Fiyat rekabetini azaltarak ve firmaları daha karlı hale getirerek patentlerin piyasa değeri arttığında daha güçlü patent koruması gerçekleşir. Sonuç olarak ülke ekonomisi yenilik ve büyümeyi daha erken yaşamaya başlar. İngiltere'nin ABD'den

önce bir patent sistemi uygulaması ve Sanayi Devrimini daha güçlü yaşaması ilgili çalışmanın tutarlı sonuçlar elde ettiğini göstermektedir.

#### **1.6.4. Bilimsel Yayın Sayıları**

Ülkelerin bilim alanında dünyadaki yerinin belirlenmesinde, ülkelerin ya da üniversitelerin bilimsel niteliklerinin karşılaştırılmasında ve bilim adamlarının akademik performanslarının değerlendirilmesi için yapılan çalışmalarda Ar-Ge göstergelerinden biri olan bilimsel yayınlar önemli bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Uluslararası yayın etkinlikleri için genel olarak kabul edilen ölçütler ise uluslararası bilimsel dergilerde yayınlanan yayın sayısı, yayınların bilim endekslerince taranan bilimsel dergilerde yayınlanması ve yayınlara yapılan atıfların sayılarıdır (Ak ve Gülmez, 2006: 23).

Bilimsel çalışmaların yoğunluğu Ar-Ge yoğunluğuna bağlı olarak artma eğilimindedir. Üniversiteler ve diğer Ar-Ge kurumlarındaki temel araştırmalar teknolojik ilerleme için önemlidir. Araştırma ve yarattığı çalışmalar yenilik sürecine önemli girdiler sağlar. Bu girdiler yaparak, kullanarak ve etkileşim kurarak öğrenilmektedir. Teknolojik ilerleme için öğrenmek önemli bir unsurdur (Fagerberg, 1994: 1170).

#### **1.6.5. İleri Teknolojili Ürün İhracatı**

Ülkeler arasında gelir ve büyüme farklarının kapatılmasında en önemli faktörlerden biri Ar-Ge harcamalarıdır. Ar-Ge harcamaları dış ticaret kanalıyla ileri teknoloji ürün ihracatını arttırmaktadır. İleri teknoloji ürünler katma değeri yüksek ürünlerden olduğundan ekonomik büyümeye önemli katkı sağlamaktadır (Kılıç vd., 2014: 116). İleri teknolojiye yaşanan hızlı büyüme ve yapısal değişim ileri teknoloji ürünün çıktı ve istihdam üzerine etkisi ekonomik kalkınmanın temel belirleyicileri olarak literatürde dikkat çeken konulardan biridir.

Yeni fikirlerin, yeni teknolojinin yeni yönetsel ve diğer becerilerin aktarılmasında ihracat önemlidir. Bir ülkenin rekabet gücünü güçlendirmek için teknolojiyi nasıl kullanacağını öğrenmesi gerekir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde ticaret ve teknoloji arasındaki ilişki farklıdır. Gelişmiş ülkelerde yeni teknolojik yeniliklerin yayılması piyasa gücünün temelini oluşturur ve uluslararası ticaret akışlarına yol açar. Gelişmekte olan ülkelerde ise ulusal teknolojik kapasitelerin gelişmesine ticaret yoluyla verimsiz bir üretim kapasitesinden üretim sınırındaki bir noktaya geçebilir (Vırasa ve Tang 1998: 196).

## 1.7. Teknoloji

Betz, (2003:3)'e göre teknoloji terimi Yunanca dil kökenli olup “teknik, usta, pratik” anlamına gelen “Technikos” teknik kelimesi ve “sistemik yaklaşım” anlamında kullanılan “ology” oloji kelimelerinden oluşmaktadır. Teknolojik değişim 14.yy itibariyle askeri çatışmalardan ekonomik rekabete kadar toplumsal dönüşümlerde etkili ve kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle teknolojiyi bölgeler üzerinde iç rekabette kullanmak için “insan doğasının bir şekli” olarak tanımlamaktadır.

Teknolojik yenilik ve teknolojik gelişme sosyoekonomik sistem için içseldir ve bu sistemden bağımsız değildir. Sosyoekonomik değişkenler arasında etkileşim süreci ve bu sürecin yayılmasını daha iyi inceleyebilmek için bilimsel ve teknolojik bilgi önemli olmaktadır (Coombs vd. 1987:6).

Ekonomik büyümenin önemli belirleyicisi teknolojik gelişmelerdir. Teknolojik gelişmeler beraberinde yenilikçi ve taklitçi faaliyetleri meydana getirmektedir. Ar-Ge teknolojisi ülke refah seviyesi, büyüme ve devlet politika kararlarının alınmasında etkili olmaktadır. Firmaların taklitçi faaliyetleri de göz ardı edilmemek şartıyla teknolojik ilerlemenin lokomotifi yenilikçi faaliyetlerdir (Cheng ve Tao, 1999: 206).

Misa, (1992:4) çalışmasında teknolojiyi bir tür bilgi olarak tanımlamaktadır. Sosyal bilimciler, tarihçiler, kültür eleştirmenleri tarafından kullanılan farklı teknoloji tanımlarına da çalışmasında yer vermektedir. Yaygın olarak kullanılan teknoloji tanımları ise bilgi olarak teknoloji, bir dizi ampirik örnek olarak teknoloji, maddi ve insan dünyasında ilişkiler olarak açıklanan teknoloji kavramlarıdır.

Büyük teknolojik sistemler modern dünyaya bir yapı sağlamaktadır. Teknolojik sistemler elektrik santralleri, telefonlar, uçaklar, kamu hizmeti şirketi, imalat firmaları ve yatırım bankaları, araştırma programları gibi teknik ve sosyal bileşenlerden inşa edilmekte ve toplumları şekillendirmektedir. Teknoloji dünyayı problem çözme için organize etme çabasıdır. Teknolojik sistemler mevcut ve uygun olan her türlü yöntemi kullanarak sorunları çözerken aynı zamanda hız gösteren bir büyüme de sergilemektedirler. Mal ve hizmetler icat edilip geliştirilerek üretilmeli ve kullanılmalıdır (Hughes, 1987: 1-5).

Bilim ve ekonomi arasındaki bağlantı teknolojidir. Yeni teknolojinin ekonomik etkisi ise yeni ürün ve hizmetlerin uygulanması ile ortaya çıkmaktadır. Teknoloji sadece bilgisayarlar,



cep telefonu vb. gibi makineler ve araçları temsil etmemektedir. Teknoloji aynı zamanda bilimsel bulguların üretim, istihdam, ulaşım ve haberleşme gibi faaliyetlerle birlikte günlük hayata uygulanmasını da içermektedir. Bu bilgiler doğrultusunda teknoloji bilim ve uygulama arasındaki köprü olarak tanımlanabilir (Çoruh, 2019:8).

Dünyada gelişmiş ülkelerin neden ve nasıl sürekli büyüme sergilediği incelendiğinde ekonomik büyümenin temelini teknolojik yenilikler olduğunu söylemek mümkündür. Teknolojik ilerleme modern dünyada Ar-Ge tarafından yönlendirilmektedir. Dünya pazarında söz sahibi olmak isteyen ülkelerin teknolojiyi üretmeleri ve Ar-Ge faaliyetlerine önem vermeleri gerekmektedir (Jones, 2001: 94).

Teknoloji üretiminde teknoparkların önemi büyüktür. En önemli fonksiyonu yeni buluşları gerçekleştirecek insan gücünü harekete geçirmek olan teknoparklar 1980'li yılların başında Almanya'da gündeme gelmiş ve daha sonra diğer Avrupa ülkelerine yayılmıştır. Teknoparklar, belli teknik birikime sahip olan ve kafasında canlandırdığı piyasa değeri yüksek bir projeyi gerçekleştirmek isteyen herkese gerekli yer, teknik hizmet, teknik cihaz vb. vererek projeye teşvik etmektedir (Çetin, 1997: 2010).

Teknoparkların teknolojik gelişimdeki yeri yadsınamaz. Teknoparklar Türkiye'de de son yıllarda teknolojik gelişim faaliyetlerini hızlandırmaktadır. Teknoparklar, uluslararası rekabet edilebilir olmak ve katma değeri yüksek ürünler üretmek, ürün kalitesini artırmak, üretim maliyetlerini düşürmek, teknolojik bilgiyi ticarileştirmek, araştırmacı kişilere iş imkanı yaratmak ve beyin göçünü engellemek, teknoloji transferi sağlamak gibi amaçlarla kurulmaktadır ( Kayalıdere, 2014: 84).

Teknolojik yenilik çok aşamalı bir süreçtir. Firmaların ve ulusların rekabet durumlarını değiştirme potansiyeli vardır. Bireysel ve ulusal refah, güvenlik ile birlikte kurumsal satış ve karların artmasına katkıda bulunmaktadır. Teknolojik yeniliğin genel yönetimi insan ve sermaye kaynaklarının etkin bir biçimde örgütlenmesi ve yönlendirilmesini içermektedir (Roberts, 1988: 27).

## **1.8. İcat**

İcat kelime anlamı olarak genellikle laboratuvarlarda, tezgahta keşif veya yeni bir var oluş durumu ile açıklanmaktadır. Yeni fikirler üretmek ve bu yeni fikirleri edinmeye yönelik yapılan tüm çalışmalar buluş süresi olarak adlandırılabilir. Yenilik ilk olarak icat hakkında bir

fikrin üretilmesi daha sonra faydalı uygulamaya dönüştürülerek pazarda ve imalatta belirgin hale gelmesidir. Fikirler ve icatların Ar-Ge sonuçları dikkate alınarak belirli bir hedefe odaklanması, uygulama ve transferi, ticari olarak yaygınlaştırılması ve yayılımı yenilik sürecidir (Roberts, 1988: 13)

Schumpeter birçok yeniliğin icatlara dayandığını kabul etmekte fakat icat ve yenilik farklı araç ve kişiliklere bağlıdır. İcat bilim ve teknoloji dünyasında bir atılımdır, kahramanları girişimciler ve etkili aracı bilgidir. Yenilik ise ekonomi dünyasına aittir ve etkili araçları para ve sermayedir (Shionoya ve Nishizawa, 2008: 204).

Tablo 1.1.: Schumpeter ve Roberts İcat ve Yenilik

	Schumpeter	Roberts
İCAT	Başlatıcı/Başlangıç ideanın varlığının ardından devreye girer	İlk versiyon fikrin yaratılması ve fikrin işlevselliği
YENİLİK	Sonuç dağılım/yayılm ile devam eder	Son versiyon kullanım (ticari gelişim, uygulama ve transfer)

Kaynak: Danışman, (2015:147) Yenilik (Innovation) ve İcat (Invention) Kavramları Arasındaki İlişki: Metaforlarla Keşfedici Bir Araştırma. Siyaset, Ekonomi ve Araştırmaları Dergisi.

Tablo 1.1. Schumpeter ve Roberts'in icat ve yenilik kavramlarını göstermektedir. Yenilik ve icat kavramları literatürde incelendiğinde öne çıkan en güçlü iki görüş Schumpeter ve Roberts' e aittir. Schumpeter'e göre yenilik ve icat arasında başlangıç ve sonuca bağlı bir süreç ilişkisi vardır. Roberts ise bu ikili arasındaki ilişkiyi dönüşüme benzetmektedir (Danışman, 2015: 146).

Ames, (1961: 375) çalışmasında icatı teknolojik gelişmenin bir parçası olarak kabul etmektedir. İcat sürecinde kaynaklar yeni şeyler yapmanın yeni yollarını bulmak için uygulanmasıdır. Aynı zamanda süreç boyunca kullanılan kaynakların daha önce hiç yapılmamış ve kullanılmamış olduğu ifade edilmektedir.

Bloom, (1946:84) icatların ekonomik ilerlemede yerini ayırt edebilmek için Hick, (1963:125)'in çalışmasında yer alan buluşların sınıflandırmasını dikkate almaktadır. Bunlar;

- ✓ Uyarılmış Buluş: Faktörlerin görelî fiyatlarında bir değışikliğin sonucu olarak yapılmış buluştur.
- ✓ Otonom Buluş: Ne emek tasarrufu ağırlıklı ne de sermaye tasarrufu ağırlıklıdır. Bunların dengede olduğu varsayılmaktadır.
- ✓ Emek Tasarrufu Buluş: Emeğin marjinal ürününe göre sermayenin marjinal ürününü artıran buluştur. Bu tür buluşlar emeğin göreceli payını azaltır.
- ✓ Aşırı Emek Tasarrufu Sağlayan Buluş: Bu buluşlar emeğin nispi ve mutlak payını azaltabilir bu nedenle çok yaygın kullanılmazlar.

Son zamanlarda emek tasarrufu sağlayan buluşlar daha baskındır. Emek tasarrufu sağlayan buluşlar sermaye getirisini artırmaktadır. Artan sermaye getirisi yatırımı daha cazip hale getirmektedir. İcatların emek tasarruflu olmasının teknolojik işsizlik yaratacağı tartışma konusudur. Fakat emek tasarruflu teknolojilere yatırım yapılmazsa toplam istihdam gerçekte olduğundan çok daha az gerçekleşecektir. Emek tasarruflu teknolojiler sürekli istihdam ve artan gerçek gelirin güvencesidir (Bloom, 1946: 96)

İcat ve yenilik arasındaki sınır belirsizdir. Bu belirsizlik Ar-Ge faaliyetlerinin ortaya çıkması ile birlikte daha da artmaktadır. İcat ve yenilik teknoloji sürecinin ayrılmaz parçalarıdır. İcat sürecini göz ardı eden bir teknolojik değışim modeli eksiktir. İcat ve teknik değışim konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde icat ve teknik değışimin ekonomik büyümenin ve yaşam standartlarında ilerlemenin itici gücü olarak kabul edildiği görülmektedir (Parayil, 1991: 86-87).

## 1.9. Yenilik

Yenilik (innovasyon / innovation) kavramı günümüz dünyasında her alanda gittikçe önem kazanan bir kavramdır. Bununla birlikte yenilik kavramının kelime anlamı Türk Dil Kurumu (TDK)'na göre yeni olma durumu veya eskimiş, zararlı ve yetersiz sayılan şeyleri yeni, yararlı ve yeterli olanlarıyla değıştirme durumu olarak tanımlanmaktadır. Yenilik hem teknolojide yeni gelişmeler hem de işleri daha iyi yapan yeni metodlar ya da yollar sağlamaktır. Bu durum ürün değışimleriyle, süreç değışimleriyle, yeni pazarlama ve yeni dağıtım şekilleriyle açıklanabilir (Porter, 1995: 45).

Literatür değerdendirildiğinde yenilik kavramı ve yeniliğin öneminden bahseden birçok iktisatçı bulunmaktadır. İktisadın babası olarak bilinen Adam Smith Ulusların Zenginliği (The

Wealth of Nations) adlı kitabında “iş bölümünün özel icatları nasıl teşvik edeceği” konusunda yenilik kavramına dikkat çekmektedir. A. Smith’e göre işbölümü sonucunda aynı sayıda adamın iş miktarında sağlayabildiği artışı üç ayrı nedene dayandırır. Birincisi teker teker her işçide el yatkınlığının artması ikincisi çokluk bir çeşit işten diğerine geçerken yitirilen vaktin tasarruf edilmesinden sonuncu olarak da işi kolaylaştırıp kısaltan bir adama birçoklarının işini yapabilme olanağını veren çok sayıda makinenin icat edilmiş olmasından ileri gelmektedir. (Smith, 2006).

Karl Marx da Kapital adlı kitabında Kapitalist Üretim bölümünün “Makine ve Büyük Sanayi” konusunda yenilik kavramına dikkat çekmekte ve makine ile ürüne aktarılan değeri açıklamaktadır. Marx’a göre nasıl ki insanın nefes alması için ciğere gereksinimi varsa doğal kuvvetlerin üretken bir biçimde tüketilmesi için de insan elinden çıkma bir şeye gerek vardır. Su kuvvetinden yararlanmak için bir su çarkına, buhar genleşmesinden yararlanmak için bir buhar makinesine gereksinim vardır (Marx, 2003). Marx, yeni buluşların ve teknolojik gelişmelerin (buhar makineleri, demir yolu inşası vb.) başarı getireceğini savunmaktadır (Basalla, 2000: 148-149).

Her ne kadar literatür incelendiğinde yenilik (inovasyon) ve girişimcilik kavramlarının öncüleri olsa da ekonomik kalkınma sürecinde bu kavramlar üzerinde en etkili olan kişi Schumpeter’dir. Schumpeter Kapitalizm, Sosyalizm ve Demokrasi (Capitalism, Socialism and Democracy) adlı eserinde yaratıcı yıkım kavramı ile yenilik üzerinde durmaktadır.

Schumpeter’e göre kapitalizm doğası gereği bir ekonomik değişim biçimi ya da yöntemidir ve asla durağan olamaz. Kapitalist mekanizmayı harekete geçiren temel itici güç yeni tüketicilerin mallarından, yeni üretim veya nakliye yöntemlerinden, yeni pazarlar, kapitalist girişimin yarattığı yeni endüstriyel organizasyon biçimleri sonucunda ortaya çıkmıştır. 1760 yılından 1940 yılına kadar nitel bir değişim sürecinden söz eden Schumpeter tipik bir çiftçinin üretimde kullandığı aletlerin yerini çağdaş makinelere, su değirmeninden güç üretiminin yerini modern enerji santraline, posta yoluyla ulaşımın yerini uçağa bırakmasını ve bu süreçlerde yaşanan sürekli değişimleri devrimin tarihi olarak görmektedir. Ekonomik yapıyı sürekli olarak içten değiştiren, eskisini sürekli yok eden, durmadan yeni bir faktör yaratan yaratıcı yıkım (creative destruction) sürecidir ve bu süreç kapitalizmle ilgili temel gerçektir. Her kapitalist teşebbüs er geç bu gelişime ayak uydurmak zorundadır (Schumpeter, 1976).

Schumpeter'e göre ekonomik büyüme, yatırım ve istihdam açısından önemli olan temel yeniliğin keşfi değil, taklitçilerin yeni ürünün veya sürecin karlı potansiyelini fark etmeye ve yatırım yapmaya başladığı dönem olan temel yeniliğin yayılmasıdır. Yaratıcı yıkım sürecinde iktisadi yapıyı içten değiştiren, iktisadi değişimi sağlayan ve iktisadi alana farklı düşünceleri getiren kişi inovatif yapıdaki girişimcilerdir (Drucker, 1984: 26).

İçinde bulunduğumuz dönem bilgi çağı, dijital çağ ya da teknolojik çağ olarak da adlandırılmaktadır. Gelişmiş yarı iletkenler, fiber optik iletkenler, gelişmiş bilgisayarlar, yapay uydu teknolojisi, hücresel iletişim, dijital iletişim veri sıkılaştırma ve bu teknolojik gelişmelerin geniş coğrafi alana yayılması geçmişte yaşanan sanayi toplumları dönemine benzer sonuçlar göstermektedir. Bundan dolayı ekonomik dalgalanmaları incelemek gerekmektedir.

Ekonomik dalgalanmalar kapitalist sistemin işleyişinin anlaşılması amacıyla üzerinde çalışılan bir alandır. Çeşitli düşünce okuluna mensup iktisatçılar ekonomik dalgalanma sürecini farklı açılardan ele alarak incelemekte ve tartışılan bir alan olarak karşımıza çıkarmaktadırlar (Özgüler, 2003: 146).

Schumpeter geçmiş olayları ve onların yarattığı ekonomik güçlüklerin kronolojisini incelerken Kondratieff'in analizinden de etkilenmiştir. Kondratieff'in dalga modelindeki bulguları desteklemekte ve önemli teknolojik değişikliklerin uzun dalgaların asıl nedeni olduğunu belirtmektedir. Van Gelderen ve Schumpeter bu dalgaların yeni teknolojilerin ekonomik sisteme girmesinden kaynaklı olduğunu ilk söyleyen iktisatçılardır ( Neumann, 1997: 13).

Rus iktisatçı Nikolai Kondratieff 1920'li yıllarda bazı ekonomik göstergelerin tarihsel kaydının ortaya çıktığını gözlemleyerek ilgili göstergelerin değerlerindeki kademeli artış safhalarının döngüsel düzenliliğini ve ardından düşüş safhalarını (bölgelerini, aşamalarını) belirtmiştir. Kondratieff'e göre gelecekte sosyal, kültürel ve ekonomik temelli kalkınmayı tahmin etmek refah seviyesini artırarak ekonomik büyümeyi gerçekleştirmek mümkündür. Kondratieff farklı ülkelerin fiyat seviyesini inceleyerek uzun dalgaları keşfetti. Bu nedenle istatistiksel göstergelerle uzun dalgalar incelenirken fiyat değişimlerinden etkilenen enflasyon ve deflasyon süreçleri önemli faktörlerdir. Fiyatların azalması da tüm ekonomik sektörleri önemli ölçüde etkilediğinden deflasyon uzun dalga yükseliş aşamasında daha önemlidir (Narkus, 2012: 8).

Kondrieff İngiliz ekonomisinde uzun vadeli ekonomik kalkınma modelini inceleyerek İngiltere ekonomisinde tekrarlayan genişleme ve daralma döngüleri olduğunu görmüştür. Araştırmaları sonucunda ekonominin nasıl genişleyip yenilendiğinin cevabını teknolojik yenilik olarak ifade etmektedir. Kondratieff'den sonraki iktisatçılara göre temel icatlar ve yenilikler ekonomik uzun döngülerin başlangıcında yatmaktadır. Kondrieff (1979:536)'in çalışmasına göre uzun dalgalar;

- ✓ Uzun dalgalar kapitalist ekonominin ara döngülerinin temel yükseliş ve depresyon evreleriyle devam ettiği karmaşık bir süreçtir.
- ✓ Uzun dalgaların yükselişi sırasında refah yılları fazladır, inişli-çıkışlı olduğu dönemlerde ise depresyon hakimdir.
- ✓ Uzun dalgaların durgunluğu boyunca tarım belirgin bir şekilde kötüleşmektedir. (Napolyon savaşları ve Dünya Savaşı sonralarında olduğu gibi)
- ✓ Uzun dalgaların durgunluğu sırasında üretim ve iletişim tekniğinde çok sayıda önemli keşifler ve icatlar yapılır. Ancak bu icat ve keşifler büyük ölçüde bir sonraki uzun yükselişin başında uygulanmaktadır.
- ✓ Uzun dalganın başında altın üretimi de kural olarak artar ve dünya pazarı genellikle sömürge ülkelerin asimilasyonu (özümsemesi) ile büyümektedir.
- ✓ Uzun dalgaların yükselişi sırasında ekonomik güçlerin artmasıyla gerginlik dönemi yaratır. Kapsamlı ve en korkunç savaş ve devrimlere neden olur.

İlk uzun dalganın yükselişi 1789-1814 yılları arası 25 yıllık bir dönemdir. Düşüş dönemi ise 1814-1849 arası 35 yıllık bir dönemini kapsamaktadır. Bu nedenle döngü 60 yılda tamamlanır. İkinci dalganın yükselişi ise 1849-1873 yılları arasında 24 yıl sürdü. 1873-1896 yılları arasındaki 23 yıllık süre ise ikinci dalganın düşüş dönemidir ve ikinci dalganın uzunluğu 47 yıldır. Üçüncü dalganın yükselişi ise 1896-1920 dönemi 24 yıldır ve dalganın düşüşü 1920'ler de başlar. 1780 yılından itibaren fiyat seviyesinin hareketinde üç büyük dalga oluşmuştur. Ayrıca bu dalgaların 47 ile 60 yıl arasında değiştiği ve ilk dalganın en uzun dalga olduğu görülmektedir. (Kondratieff, 1979:523)

1945 yılından 1970 yıllarına kadar ülkelerin çoğu güçlü bir gelişme yaşadı ancak 1970 yılından sonra en az 20-25 yıl sürecek tersi bir durum ortaya çıktı. Bu gelişme ile birlikte 1970'li yılların başından itibaren savaş sonrası ekonomik büyümenin karakteristik şekline bağlı Kondratieff'in dalga teorisine ilgi giderek artmaktadır.

Kondratieff teorisinde temel sermaye mallarını dikkate almaktadır. Teoriye göre temel sermaye mallarının gerekli ikamesi ile uyarıcı etki yaratılır ve bu etki uzun daralma sürecinden sonra toparlanma sürecini başlatır. Ekonomik büyümede durgunluğa neden olan yatırımların azalmasıyla birlikte temel sermaye mallarının ömrünün uzunluğuna bağlı olan bir dalgaya sebep olur. Teorisinde kullandığı sermaye malı kategorisinin süresini yaklaşık 50 yıla dayandırması ve Keynes ve Kalecki'ye göre borç verilebilir fonların daha iyi yatırım beklentilerini bekleyen bir durgunluk sırasında oluşmaması teorisinin iki temel zayıf yanını oluşturmaktadır.

Schumpeter ise Kondratieff'in teorisinde kullandığı sermaye malları ve ekonomik büyüme ilişkisinde sermaye mallarını yenilik ile değiştirerek yenilik ve ekonomik büyüme ilişkisini incelemektedir. Schumpeter' in Uzun Dalga açıklamasına göre yeni walras dengesine geçiş sırasında ekonomi daha fazla temel yenilikleri keşfeder ve bu yeniliklerin ayırt edici özelliklerine göre karakterize edilir fakat genişleme sırasında yaşanan belirsizlikler nedeniyle yeniliklerin (inovasyonun) yarattığı ortam kötüleşir. Temel yenilik kümesinin gücünü kaybetmesi ile birlikte genişleme durur. Durgunluk dönemi ve ardından yaşanacak muhtemel bir depresyondan sonra ekonomi iyileşerek yeni walras dengesine ulaşılır (Ewijk,1982: 472 ).

Schumpeter endüstriyel kapitalizm uzun vadeli gelişimini hızlandıran ve yavaşlatan ekonomik büyüme dalgaları ile ifade ederken bu üç dalgayı Sanayi Devrimi Kondratieff (1787-1842), Burjuva veya Demiryolu Kondratieff (1843-1897) ve Neo-merkantilist Kondratieff (1898..) olarak belirtmektedir. Makroekonomik verilerde görülebilen dalgalanmaların üretilebilmesi için yenilikler kümeler halinde ortaya çıkmalı ve rastgele dağıtılmamalıdır. (Kleinknecht,1990: 81). Yeniliklerin derin depresyon dönemlerinde toplandığı ve bu dönemlerde icat ve yenilikler arasında zaman gecikmeleri ekonomik ortam nedeniyle sıkıştırılmaktadır (Clark, vd. 1981: 310).

Schumpeter modelinde ekonomik dalgalanmalara yol açan yenilikçi davranışın taklit ve yayılma süreci sonrasında yeniliklerin kümelenmesinin depresyondan kaynaklandığını ayrıca bu kümelenmelerin temel bilim ve teknolojiye kırımlarla, savaşlarında dahil olduğu güçlü talep dönemleriyle ilişkili olduğunu savunmaktadırlar. Bu tür depresyonlar toplumsal gerginliklerin ve çatışmaların yaşandığı toplumlarda temel yenilikler için daha uygun (ılımlı) ortam sağlayabilecek radikal değişiklikler yaratmaktadır. Aşırı üretim, yetersiz yatırım ve yetersiz tüketim ya da aşırı yoğunlaşma ve eksik istihdam teorileriyle açıklanmaya çalışılan endüstriyel evrimdeki dönemi "Teknoloji Açmazı" olarak nitelendirilmektedir. Mensch'e göre

uzun dalga yükselişinin sonundaki teknolojik çıkmaz depresyona neden olmaktadır (Graham,1980: 179) .

Schumpeter' in yeniliklerin kümelenmesi teorisine katkıda bulunan Mensch şirketlerin depresyon dönemlerinde daha önce yapılmış olan buluşları kullanarak temel yenilikleri getirmede riskli stratejilere başvurduklarını belirtirler. Bundan dolayı kümelenmenin uzun dalganın depresyon döneminde ortaya çıktığını ifade etmektedir. Yükseliş döneminde ise firmalar karlarına odaklandığı için temel yeniliklere yönelik faaliyetleri düşük seviyededir. (Silverberg, Lehnert 1993: 10). İnovasyona yönelik artan ihtiyaç temel yeniliklerde üretiminin artırılmasını sağlayarak gelişmeyi beraberinde getirir ve çıkmaz duruma son verilir (Mensch, Schnopp 1980: 67).

(Betz, 2004: 118)' e göre modern dünyada ekonomik gelişmeler teknolojik yeniliklerle teşvik edilir. Ancak bu yeniliklerin ekonomik faydaları doğrudan gerçekleşmez. Bunun için güvenilir hükümet, güvenilir finansal piyasalar, güvenilir muhasebe, yeniliklere yapılan doğru yatırım, doğru vergi kanunları, doğru teknoloji alt yapıları gibi birçok sosyal koşulun da uygun şekilde bir araya getirilmesi gerekmektedir. Herhangi birinin bozulması ekonomik büyümeyi engelleyebilir. Tarihsel süreç içerisinde yenilikler hakkında öğrenilmesi gereken birçok konu vardır.

- ✓ İlk olarak yeni temel teknolojileri icat etmek için bilimsel araştırmalar yapılmalıdır.
- ✓ Yeni temel teknolojiler yeni ekonomik fırsatlar yaratır.
- ✓ Ekonomide zenginliğe giden yol genellikle zordur.
- ✓ Yeni ekonomi ne kadar girişimci bir yol gibi görünse de teknolojik yeniliklerden kaynaklanan ekonomik gelişme toplumsal yapılarda kalıcı hale gelir (internet, elektronik ticaret) ve geniş coğrafyalara yayılır.
- ✓ Teknolojik yenilik ve ekonomik kalkınma ne basit ne de kaçınılmaz, zorunludur.
- ✓ İş fırsatlarına başarılı bir şekilde uygulanacak olan teknolojik yenilik varsa dikkatli bir şekilde yönetilmesi gerekir.
- ✓ Finansal piyasalar yönetimin uygulamasını değil yönetimi ödüllendirmelidir.



Tablo 1.2.: Birbirini İzleyen (Ardışık) Teknolojik Değişim Dalgaları

Uzun Dalgalar veya Döngüler	Temel Altyapının Anahtar Özellikleri				
Tarih Aralığı	Kondratieff Dalgaları	Bilim Teknoloji Eğitim ve Öğretim	Ulaştırma ve Haberleşme	Enerji Sistemleri	Evrensel ve Ucuz Temel Faktörler
1780-1840'lar	Sanayi Devrimi: Tekstil için Fabrika Üretimi	Çıraklık yaparak Öğrenme, Muhalif Akademiler, Bilimsel Dernekler	Kanallar, At arabası yolları	Su Gücü	Pamuk
1840-1890'lar	Buhar Gücü ve Demiryolları Çağı	Profesyonel Makine ve İnşaat Mühendisleri, Teknoloji Enstitüleri	Demiryolları, Telgraf	Buhar Gücü	Kömür, Demir
1890-1940'lar	Elektrik ve Demir Çağı	Sanayi, Ar-Ge Laboratuvarları, Kimyasallar ve Elektrik, Ulusal Laboratuvarlar, Standart Laboratuvarlar	Demiryolları, Telefon	Elektrik	Çelik
1940-1990'lar	Otomobiller ve Sentetik Maddelerde Kitle Üretim Çağı (Fordism)	Büyük Kamu ve Özel Sektör Ar-Ge, Kitleli Yüksek Öğrenim	Motorlu Araç Yolları, Radyo ve Televizyon, Havayolları	Petrol	Petrol, Plastikler
1990'lar	Mikro elektronik ve Bilgisayar Ağları Çağı	Veri Ağları, Ar-Ge Küresel Ağlar, Hayat boyu Eğitim ve Öğretim	Enformasyon Otoyolları, Dijital Ağlar	Gaz / Petrol	Mikro elektronik

Kaynak: C.Freeman, L. Soete, The Economics of Industrial Innovation., Third Edition, pp 19.

İlk dönemde mekanizasyon (makineleşme) su gücüne dayanıyordu ve tekstil enstitüleriyle sınırlıydı. Buhar gücünün yayılımı ile birlikte ikinci dalga yeni demiryolu altyapısının geliştirilmesine olanak sağladı. Her ne kadar meydana gelen değişiklikler mühendislik alanlarının gelişmesi, okuryazarlığın yayılmasını gerektirse de bu alanlardaki dönüşüm elektrik ve kimya endüstrisinin dönüşümünün yükselişi kadar değildi. Bu durum yeni ürün ve süreçlerin gerçekleşmesi, otomobil ve petrokimya bazlı ürünlerin yaygınlaşmasıyla önemli bir nokta haline geldi. Ucuz mikro elektronik tabanlı bilgisayarlaşma ile birlikte bu durum daha da belirginleşti. Bu nedenle Schumpeter'in teorisinde "ardışık sanayi devrimleri" bireysel endüstrilerin basit ve niceliksel büyümesinden ziyade ekonominin yeni teknolojilerle niteliksel dönüşümüne dayanmaktadır (Freeman ve Soete, 1997:20).

Endüstri, son derece mekanize edilmiş ve otomatikleştirilmiş maddi ürünler üreten ekonominin bir parçasıdır. Sanayileşmenin başlangıcından bu yana, teknolojik sıçramalar eski adıyla "endüstriyel devrimler" olarak adlandırılan yaklaşım kaymalara yol açtı. Bunlardan birinci sanayi devrimi makineleşme alanında, ikinci sanayi devrimi elektrik enerjisi alanında ve üçüncü sanayi devrimi dijitalleşme alanında gerçekleşti. Üretimde gelişmiş dijitalleşmenin temelinde internet teknolojileri, akıllı nesnelere yeni bir endüstriyel değişikliğe yol açtı bu nedenle dördüncü sanayi devrimi planlı bir şekilde oluşturuldu (Lasi vd. 2014: 239).

Üretim sürecinin dijitalleşmesi ve akılcı kullanımına günümüz endüstrisi ihtiyaç duymaktadır. Endüstri 4.0 terimi ürünlerin yaşam döngüsünün tüm değer zincirinde yeni bir organizasyon ve kontrol düzeyi olarak tanımlanmaktadır. Nesnelere interneti, endüstriyel nesnelere interneti, bulut tabanlı üretim ve üretim sürecinin tamamen dijitalleştirildiği akıllı üretim dört ana itici gücüdür (Vaidya vd. 2018, 234).

1990-2020 yılları arasında tanımlanan gelişmeler bilgisayar, elektronik teknolojilerin yayılması, biyoteknoloji alanlarındadır. Uzay araştırmaları, yeni malzeme bilimleri, bilgisayar yazılım ve donanımları, küresel bilgi altyapısı ekonomik dalgalanmaların izlediği diğer sektörler olarak belirtilmektedir (Özgüler, 2003: 147).

Bir iş yeniliği firmanın önceki iş süreçlerinden veya önceki ürünlerinden önemli ölçüde farklı piyasaya sürülen veya firma tarafından kullanılmaya başlanan yeni veya geliştirilmiş bir ürün ya da iş sürecidir. Bir yenilikten söz edebilmek için minimal zorunluluk bulunmaktadır. Bu minimal zorunluluk ise ürün veya iş sürecinin daha önce firma tarafından piyasaya sunulan ürün veya iş sürecinde bulunanlardan önemli ölçüde farklı bir veya birden fazla

özelliğinin olması gerektiğidir. Kalite, kullanılabilirlik, güvenilirlik, teknik özellikler, dayanıklılık, ekonomik verimlilik, satın alınabilirlik, tüketici dostu olma, tüketicide olumlu veya duygusal etki yaratacak tasarım vb. gibi özellikler ürüne eklenerek ürün geliştirilmeli ve iyileştirilmelidir (Oslo, 2018: 68-71).

Teknolojik değişimlerle birlikte firma müşterilerinin sürekli değişen yaşam tarzları ve bu yaşam tarzlarına bağlı olarak değişken talepleri göz önünde tutulduğunda firmaların rakipleriyle rekabet edebilmesi için yenilik yapmaları kaçınılmaz olmaktadır. Yenilik, herhangi bir kuruluştaki temel yenilenme sürecini temsil etmektedir. Bu kuruluşlar dünyaya sunduğu ürünleri (ürün, hizmet yeniliği), ve bu ürünlerin sunma yollarını (süreç yeniliği) değiştirmedikçe beklenmedik durumlar ortaya çıkabilir. Bu durum kuruluşların piyasada tutunmasını riske atmaktadır ( Bessant vd., 2005: 1366).

OECD ile Eurostat'ın birlikte yayınladığı Oslo kılavuzu (2005: 50)'nda bir yenilik için asgari koşul, ürün, süreç, pazarlama yöntemi veya organizasyonel yöntemin firma için yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş olmasıdır Bu, firmaların ilk defa geliştirdikleri ve diğer firma veya organizasyonlardan uyarlamış oldukları ürünler, süreçler ve yöntemleri kapsar. Oslo kılavuzu yenilik ayrımını dört sınıflandırma ile belirtmektedir. Bunlar;

- ✓ Ürün yenilikleri,
- ✓ Süreç yenilikleri
- ✓ Pazarlama yenilikleri
- ✓ Organizasyonel yeniliklerdir.

### **1.9.1. Ürün Yenilikleri**

Ürün yenilikleri mallar ve hizmetler olmak üzere iki tür ürün içermektedir. Mallar mülkiyet haklarının tesis edilebileceği ve mülkiyetinin piyasa işlemleri ile devredilebildiği somut nesnelere olarak adlandırılırken, hizmetler ise aynı anda üretilen ve tüketilen kullanıcıların fiziksel, psikolojik koşullarını değiştiren maddi olmayan faaliyetler olarak tanımlanmaktadır (Oslo, 2018: 71).

Ürün inovasyonu, firmanın teknoloji ve müşterilerle ilgili yeterliliklere sahip olmasını gerektirir. Firmaya belirli özelliklere sahip fiziksel bir ürün tasarlama ve üretme yeteneğine teknolojik yeterlilik, firmanın belli müşterilere hizmet etme yeteneği ise müşteri yeterliliği

olarak tanımlanmaktadır. Tablo 1.3. Teknoloji ve müşteri yeterliliklerini birbirine bağlayan ürün yeniliği ilişkisini göstermektedir.

Tablo 1.3.: Teknoloji ve Müşteri Yeterliliklerini Birbirine Bağlayan Ürün Yeniliği

<b>Teknolojik Yeterlilikler</b>	→	<b>Yeni Ürün</b>	←	<b>Müşteri Yeterlilikleri</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Üretim tesisi ve ekipmanı</li><li>• Üretim bilgisi</li><li>• Teknik bilgi birikimi</li><li>• Kalite güvence araçları</li></ul>				<ul style="list-style-type: none"><li>• Müşteri ihtiyaçları ve süreçleri bilgisi</li><li>• Dağıtım ve satış kanalı</li><li>• İletişim kanalı</li><li>• Marka itibarı</li></ul>

Kaynak: Danneels, E. (2002). The dynamics of product innovation and firm competences. Strategic Management Journal, 23(12), pp 1103.

Danneels (2002:1102-1103) çalışmasında kuruluşların dinamik ortamlarda hayatta kalabilmeleri ve gelişmeleri için kendilerini sürekli yenilemeleri gerektiğini, teknoloji ve müşterilerin ürün geliştirmede oldukça önem arz eden yeterlilikler olduğunu söylemektedir. Bu yeterlilikler maddi olan (üretimde kullanılan tüm makine ve ekipmanlar gibi) ve maddi olmayan (imalat bilgisi, müşteri ihtiyaçlarının bilinmesi vb.) kaynaklardır. Ürün inovasyonunda yer alan iki temel görev bulunmaktadır. Birinci görev yeni ürünü teknolojik yeterlilik doğrultusunda fiziksel olarak icat etmek, ikincisi ise görev müşteri yeterliliği doğrultusunda belirli müşterilere bu yeni ürünü satmaktır.

Ürün yeniliği pazar ve teknolojik olanakları birbirine bağlayan bilginin yaratılması ve yaratılan bu bilginin kullanılmasıdır. Ürün yeniliği pazar bilgisi ve teknoloji bilgisi kümesinin sürekli gelişimi, sentezi ve sömürülmesini içermektedir. Bu nedenler ile birlikte Dougherty (1992:86)'ın çalışmasına göre yeni ürün geliştirme, teknoloji ve müşteriler arasında bağlantı kurma sürecidir.

### 1.9.2. Süreç Yenilikleri

Ekonomi, pazarlama, çalışma sosyolojisi, psikoloji, mühendislik gibi alanlardaki araştırmacılar yeni bir şeyin hem yaratılması hem de benimsenmesi ile ilgili olarak yenilik

araştırmalarını yürütmektedirler. Firmaların performansının artırılması ve sürdürülmesinde, endüstriyel rekabet gücünün geliştirilmesinde, refah seviyesinin artırılmasında ve daha iyi bir yaşam kalitesi yaratılmasında yenilik önemli rol oynamaktadır (Gopalakrishnan ve Damanpour, 1997: 15).

Oslo kılavuzu, iş süreci yeniliklerinin türünü belirlemek için mal üretimi veya hizmetler, dağıtım ve lojistik, pazarlama ve satış, bilgi iletişim sistemleri, yönetim ve yöneticilik, ürün ve iş süreci geliştirme gibi fonksiyonel kategorilere ayrılmıştır. Tablo 1.4'te iş süreci yeniliklerinin fonksiyonel kategorileri verilmiştir.

Tablo 1.4. İş Süreci Yeniliklerinin Türünü Belirlemek için Fonksiyonel Kategoriler

Fonksiyonel Kategoriler	Detaylar ve Alt Kategoriler
Mal retimi veya Hizmetler	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ üretimi desteklemek için mühendislik ve ilgili teknik test, analiz ve sertifikasyon faaliyetleri de dahil olmak üzere girdileri mallara veya hizmetlere dönüştüren faaliyetler.</li> </ul>
Dağıtım ve Lojistik	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ulaşım ve hizmetin teslimatı</li> <li>✓ Depolama</li> <li>✓ Sipariş İşleme</li> </ul>
Pazarlama ve Satış	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reklam dahil pazarlama yöntemleri (rn tanıtımı ve ürün yerleştirme), doğrudan pazarlama(telefonla pazarlama), sergi ve fuarlar, pazar araştırması ve yeni pazarlar geliştirmek için diğer faaliyetler</li> <li>✓ Fiyatlandırma strateji ve yöntemleri</li> <li>✓ Müşteri hizmetleri dahil satış ve satış sonrası hizmetler</li> </ul>
Bilgi ve İletişim Sistemleri	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Donanım ve yazılım</li> <li>✓ Veri işleme ve veri tabanı</li> <li>✓ Bakım ve onarım</li> <li>✓ Web barındırma hizmeti ve bilgisayarla ilgili diğer bilgi faaliyetleri</li> </ul>
Yönetim ve Yöneticilik	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Stratejik ve genel işletme yönetimi</li> <li>✓ Kurumsal yönetim ( planlama ve halkla ilişkiler)</li> <li>✓ Muhasebe, defter tutma, denetim, demeler ve diğer mali veya sigorta faaliyetleri</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ İnsan Kaynakları Yönetimi (eğitim ve öğretim, personel alımı, işyeri organizasyon, geçici personelin sağlanması, bordro yönetimi, sağlık ve tıbbi destek)</li> <li>✓ Tedarik</li> <li>✓ Tedarikçiler, birlikler vb. ile dış ilişkileri yönetmek</li> </ul>
Ürün ve İş süreci Geliştirme	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ürünleri veya bir firmanın iş süreçlerini kapsamak, tanımlamak, geliştirmek veya uyarlamak için faaliyetler.</li> </ul>

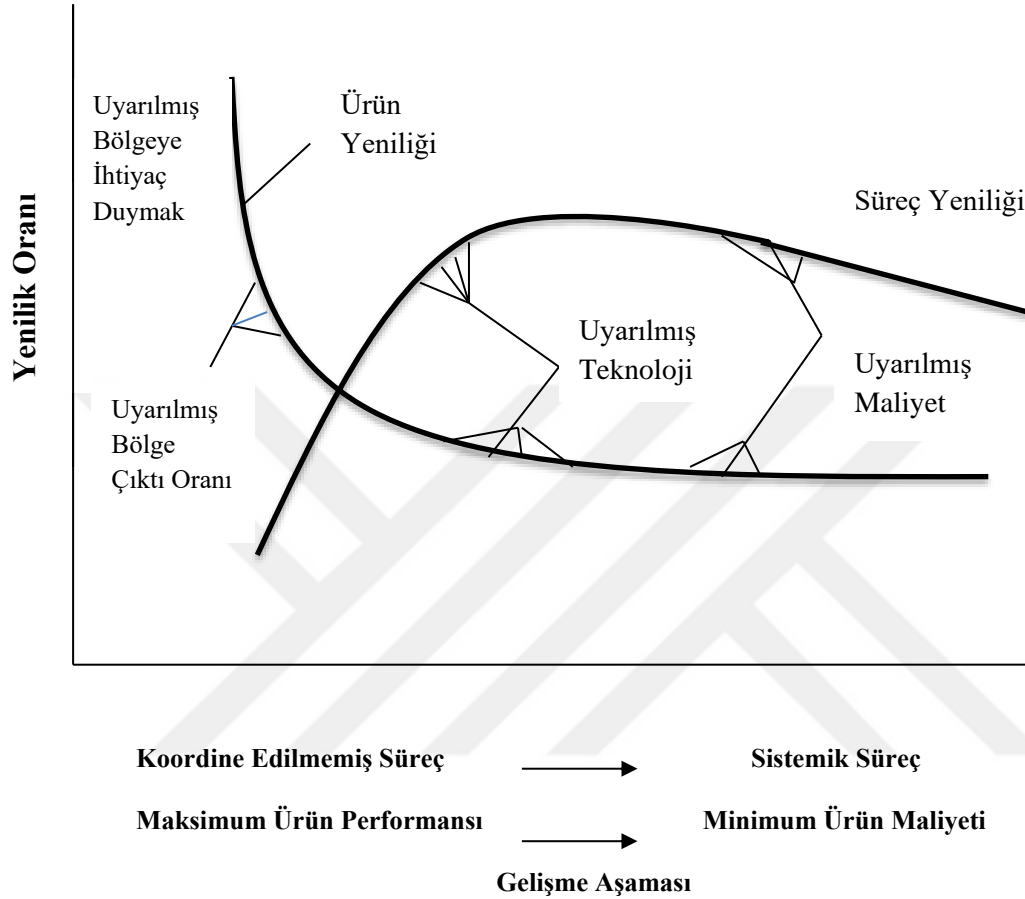
Kaynak: Oslo Manual 2018, Guidelines For Collecting, Reporting And Using Data On Innovation, 4th Edition, pp 73-258.

Cabagnols ve Le Bas (2002: 131) çalışmalarında ekonomik literatürle tutarlı olarak teknolojik bilgi kaynaklarının önemi üzerinde durmaktadırlar. Teknolojik bilgi rekabet yaratır. Rekabetin yoğunluğu ise ürün ve süreç yenilikleri arasında dengeyi değiştirmektedir. Daha güçlü rekabetin olduğu ortamlar süreç yeniliklerini, teknolojik rekabetin fazla olduğu durumlar ise ürün yeniliklerini teşvik etmektedir. Firmanın teknolojik yeteneklerinde birikimler ile birlikte firmaların öğrenme süreci ürün ve süreç yeniliğini yapma olasılığını artıran faktörlerdir.

Süreç yeniliği, birim üretimde maliyetlerin düşürülmesi, kalitenin artırılması, kullanılan ekipman, bilgisayar destekli tasarım ve yazılımlar gibi üretim yöntemlerindeki gelişmeler olarak ifade edilebilir. Ayrıca bu gelişmelerle birlikte firmanın lojistiği ile ilgili olan teslimat maliyetlerinin düşürülmesi, firma içindeki malzemeleri tahsis etmek veya nihai ürünleri sunmak için dağıtım hizmetlerin de iyileştirilmiş teslimat yöntemlerinin uygulanmasıdır (Oslo, 2005: 51).

Yenilik ve süreç özellikleri arasında önemli iç tutarlılığın mevcut olduğunu gösteren Şekil 1.1’de yenilik frekansına ilişkin bilgiler dikey ekseninde ürün ve süreç geliştirme ile ilgili bilgiler ise yatay ekseninde görülmektedir.

Şekil 1.1.: Utterback ve Abernathy'nın Ürün ve Süreç Yeniliği Modelinde Yenilik ve Gelişme Aşamaları



Kaynak: Utterback, J. M., & Abernathy, W. J. (1975). A dynamic model of process and product innovation. *Omega*, 3(6), 639–656. Sayfa: 645

Teknolojik yeniliği yönetmede potansiyel olarak verimli olan kaynak, en uygun yenilik türü ve yeniliğin önündeki engeller gibi bazı önemli konular Utterback ve Abernathy (1975: 646) çalışmasında model tarafından ele alınmaktadır. Potansiyel olarak verimli olan kaynak gelişme aşamasıyla birlikte değişir ve yeni teknolojiye daha yakın firmalar sistematik süreçte kritik girdi olan ihtiyaçlar hakkında yeni bilgileri edinmektedirler. Bu kritik bilgiyi elde etmeyi sağlayan yeniliği teşvik etmek için harekete geçen teknoloji resmi bir mühendislik veya bir Ar-Ge grubu, bir ekipman şirketi veya bir dış kaynak olabilir. Yeniliğin türü ve yeniliğin sürece uygulanıp uygulanmadığı da geliştirme aşamasına bağlıdır. Çoğu teknolojik

uygulama üretken olan segmentin daha çok üretim yapacağı taraf ile ilgilenmekte olup firmaların çok azı süreç iyileştirme bölümüne odaklanmaktadır.

Birçok durumda firmaların ilerlemesi uzun süre durabilmektedir veya tersi bir duruma da dönüşebilmektedir. Fakat firma süreç segmentlerini en uç noktaya kadar takip ederek yenilikçi kapasite ve müşterinin değişimini kabul edebileceği yenilikçi ürünler ile birlikte yüksek üretkenlik gerçekleştirerek rekabet edilebilir durumda olabilir. Bu durumda olan firmanın ürün ve süreç geliştirme, standardizasyon ve satış hacminde düzenli bir ilerleme vardır. Verimlilikte en yüksek iyileşme oranları süreç segmentlerinde gerçekleşmektedir. Tüm süreç segmentleri için geçerli olmasa da şekilde belirtilen aşamalarda süreç segmentlerinin hızla artmakta olduğu görülmektedir (Utterback ve Abernathy 1975: 646-647).

### **1.9.3. Pazarlama Yenilikleri**

Oslo (2005:49) kılavuzuna göre pazarlama yenilikleri firmanın satış hacmini artırmak amacıyla müşteri ihtiyaçlarını daha iyi karşılamak, yeni pazarlara katılmak ve bir firmanın ürününü piyasaya yeni konumlandırmayı amaçlamaktadır. Bir pazarlama yeniliğinde firmanın stratejisi firma tarafından yeni bir pazarlama kavramının ve daha önce kullanılmayan pazarlama yönteminin olmasıdır. Pazarlama araçlarında mevsimsel ve düzenli olarak yapılan değişiklikler pazarlama yenilikleri değildir. Pazarlama yenilikleri kapsamında düşünüldüğünde ürünün kullanımı ve işlevini değiştirmeyen ürünün biçim ve görünümündeki değişiklikler ürün tasarımı olarak adlandırılmaktadır. Ürün tasarımı değişiklikleri oldukça önemli olup ürünlerin ambalajlanma kısmı da buna dahil edilmektedir. Ürün tasarımında yapılan yenilikler aynı zamanda firmaların yeni müşteri hedeflerinden biri olmaktadır. Bu duruma örnek vermek gerekirse yeni müşteri hedefleyen bir firma bir gıda ürünü için yiyecek ve içecek ürünlerinin görünümünde, ambalajında değişiklikler yapabileceği gibi son zamanlarda kullanımı artan sağlıklı gıda tüketimine karşı içeriğini de değiştirebilmektedir. Firmaların talebe göre ürün üzerinde fiyat değişikliğine gitmesi veya yeni girdiği pazarda müşterilerin ürünü seçmesi için sunulan yeni yöntemler de fiyatlandırmada yapılan yeniliklerdir.

Yeniliğin önemi ve akademik alanda çalışmaların artması ile beraber genelde maliyet tasarrufu sağlayan teknolojik yeniliklerin benimsenmesi üzerine Peterson vd. (1972: 485) çalışmalarında bir hizmet endüstrisinde talep uyandıran yeniliklerin benimsenmesi ve



yayılmasında pazarlama yeniliklerinin göze çarpan derecede belirgin önemi olduğunu vurgulamaktadırlar.

#### 1.9.4. Organizasyonel Yenilik

Oslo (2005: 51) kılavuzuna göre firmaların iş uygulamaları, iş yeri düzenlemeleri ve dış ilişkilerde yeni bir yöntemin uygulanması organizasyonel yenilik olarak adlandırılmaktadır. Organizasyonel yenilikler kapsamında iş yeri idari maliyetlerini ve işlem maliyetlerinin azaltmak, işgücü verimliliği ve firmanın performansını artırabilmek amaçlanmaktadır. Firma içinde öğrenme ve bilgi paylaşımını geliştirmeye yönelik uygulamalar, çalışanların kendini geliştirmesi ve firmaya olan bağlılığının artmasını sağlamaya yönelik verilen eğitim ve öğretim sistemleri, tedarik zinciri yönetim sistemleri, ve kalite yönetim sistemlerinin ilk kez sunulmasıdır.

#### 1.9.5. Mevcut Dönem Oslo 2018 Kılavuzu ve Bir Önceki Dönem Oslo 2005 Kılavuzu Yenilik Türlerinin Değerlendirilmesi

Oslo 2005 ve Oslo 2018 kılavuzda yer alan bilgiler doğrultusunda yenilik kavramı ve yenilik türleri açıklanmıştır. Ürün yenilikleri, süreç yenilikleri, pazarlama yenilikleri ve organizasyonel yeniliklerin açıklandığı bu bölümde yenilik türleri kendi arasında gruplandırılarak her iki kılavuzun alt bileşenleri ve bu bileşenlerin oluşturduğu farklılıklar göz önünde bulundurularak Tablo 1.5’de bu bilgiler sunulmaktadır.

Tablo 1.5.: Oslo 2005 Kılavuzu ve Oslo 2018 Kılavuzu Yenilik Türlerinin Değerlendirilmesi

Oslo 2005	Oslo 2005 Alt bileşenleri	Oslo 2018	Farklılıklar
ÜRÜN	-Mallar ve hizmetler	-Mallar ve hizmetler -Mallar ve hizmetler, Fikri mülkiyet ürünleri ve bunlarla ilgili kombinasyonlar içerir. -Malların ve hizmetlerin tasarım özelliklerini içerir	Oslo 2005 kılavuzunda ürün tasarımının pazarlama yeniliği kapsamında dahil edildi.

<b>SÜREÇ</b>	-Üretim -Teslimat ve lojistik - Satın alma, muhasebe, bilgi ve iletişim teknolojileri hizmetlerini içeren bağlı hizmetler	-Üretim -Dağıtım ve lojistik -Bilgi ve İletişim sistemleri	Oslo 2005 kılavuzunda Yönetim ve idare bağlı (yardımcı hizmetler) dahil edildi.
<b>ORGANİZASYONEL</b>	-İş uygulamaları -İşyeri organizasyonu (sorumlulukların dağılımı) -Dış ilişkiler	-Yönetim ve İdare	Oslo 2005 kılavuzunda organizasyonel yenilikler yönetim ve idarenin alt bileşeni olarak incelendi. Yönetime bağlı hizmetler süreç yeniliğine dahil edildi.
<b>PAZARLAMA</b>	-Ürün tasarımı -Ürün yerleştirme ve paketlenme -Ürün tanıtımı -Fiyatlandırma	-Pazarlama, satış ve satış sonrası destek	Oslo kılavuzu 2005 de satış, satış sonrası yenilikler hizmetleri ve diğer müşteri desteği fonksiyonları dahil edilmedi.
N/A	N/A	-Ürün ve iş süreci geliştirme	Oslo kılavuzu 2005'de açıkça dikkate alınmadı ve genelde süreç yeniliği olarak rapor edildi.

Kaynak: Oslo Manual 2018, Guidelines For Collecting, Reporting And Using Data On Innovation 4th Edition, pp 75-258.

### 1.10. Yayılma

Yayılma, yeniliklerin ilk uygulamalarından farklı tüketicilere, ülkelere, bölgelere, sektörlerle, pazarlara ve firmalara kadar pazar veya pazar dışı kanallar yoluyla taşınması şeklindedir. Yayılma olmadan yeniliğin ekonomik bir etkisi yoktur (Oslo, 2005: 17).

Oslo, (2018:129) kılavuzuna göre yeniliğin yayılması hem ürün ve iş süreci yeniliklerini (bilginin yayılımını) hem de bu ürün ve süreç yeniliklerinin diğer firmalar tarafından benimsenmesini (yenilik çıktı yayılımını) kapsamaktadır. Ekonomik ve sosyal kalkınmanın

önemli bir kaynağı olduğu için küreselleşen dünyada ilginin arttığı bir diğer alan teknoloji transferinin yayılmasıdır. Geleneksel olarak teknoloji transferi, icat (yeni bir fikir) ile icadı ticari olarak uygulayarak yenilik sürecinin topluma başarılı bir şekilde dahil edilmesinin yapı taşından biridir. Teknoloji transferinin icat ve yeniliğe göre daha kolay gözlemlenebilir olması nedeniyle toplumlar üzerinde yaratacağı olası sonuçlar daha kolay tahmin edilebilir. (Hall, 2004: 23-25)

Keller, (2001: 2) çalışmasına göre teknolojinin uluslararası yayılımı dünyada kişi başına gelirin önemli bir belirleyicisidir. Güçlü bir teknolojik yayılma gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan ülkeler arasında teknoloji farklılıklarını eşitleyecektir. Gelişmekte olan ülkelerin uluslararası teknoloji yayılımı sayesinde üretim kapasiteleri olumlu etkilenmektedir. Uluslararası teknoloji yayılımının olmaması veya dengeli olmayan teknolojik yayılım dijital bölünmeyle birlikte daha fazla kutuplaşmalara yol açabilir.

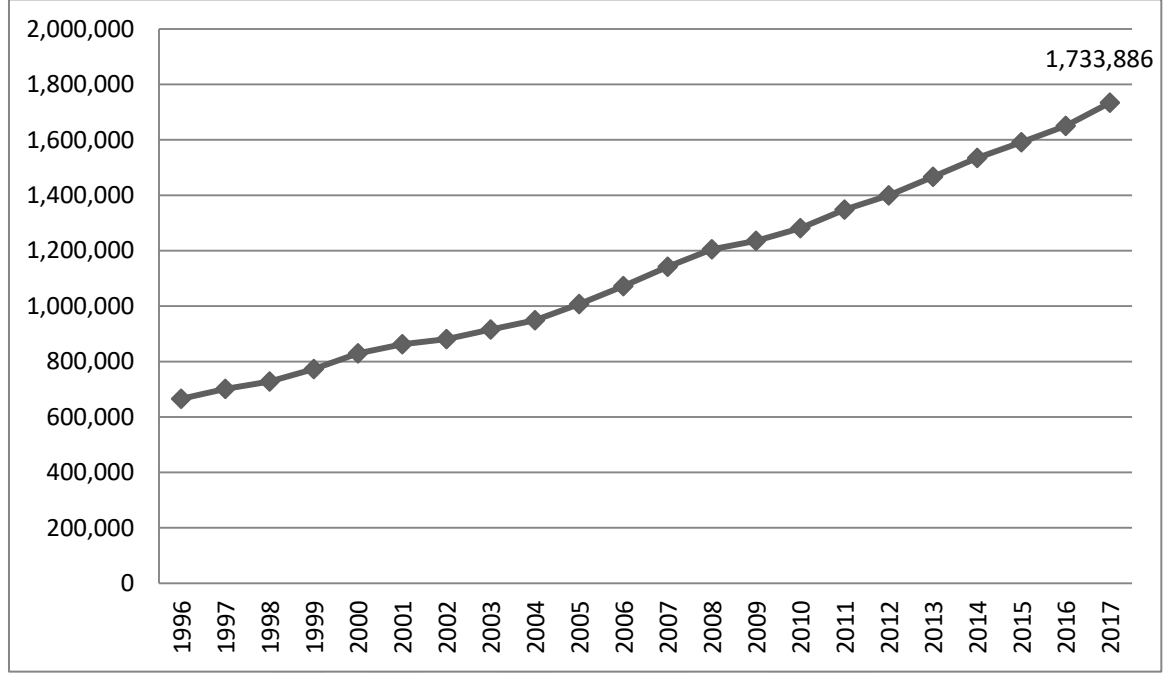
## **2. AR-GE HARCAMALARININ AR-GE GÖSTERGELERİ DOĞRULTUSUNDA İNCELENMESİ**

Ar-Ge göstergeleri, Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge yoğunluğu, Ar-Ge personel sayısı, patent ve faydalı model başvuru sayısı, bilimsel yayın sayıları, ileri teknoloji ürün ihracatı olarak çalışmanın birinci bölümünde incelenmişti. Birinci bölümde yer alan bilgiler doğrultusunda çalışmanın bu bölümünde OECD, UNESCO, Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO), Dünya Bankası gibi resmi internet sitelerinden alınan veriler doğrultusunda ilk olarak dünyada daha sonra ise Türkiye’de Ar-Ge harcamaların genel seyri ele alınacaktır. Daha sonra bölgelere göre Ar-ge dağılımı ve Ar-ge göstergelerinde en yüksek değerlere sahip olan ülkeler incelenecektir.

### **2.1. Dünya’da Ar-Ge Harcamaları ve Ar-Ge Yoğunluğu**

OECD veri tabanından elde edilen veriler doğrultusunda 2005 baz yılı ve satın alma gücü pariteleri kullanılarak 1995-2018 dönemine ait Ar-Ge’ye yapılan toplam harcama (cari ve sermaye olarak) sabit ABD \$ fiyatlarıyla Şekil.2’ de gösterilmektedir.

Şekil 2.1.: Dünya’da Ar-Ge Harcamalarının Seyri (ABD Milyar \$)



Kaynak: UNESCO UIS, 2020

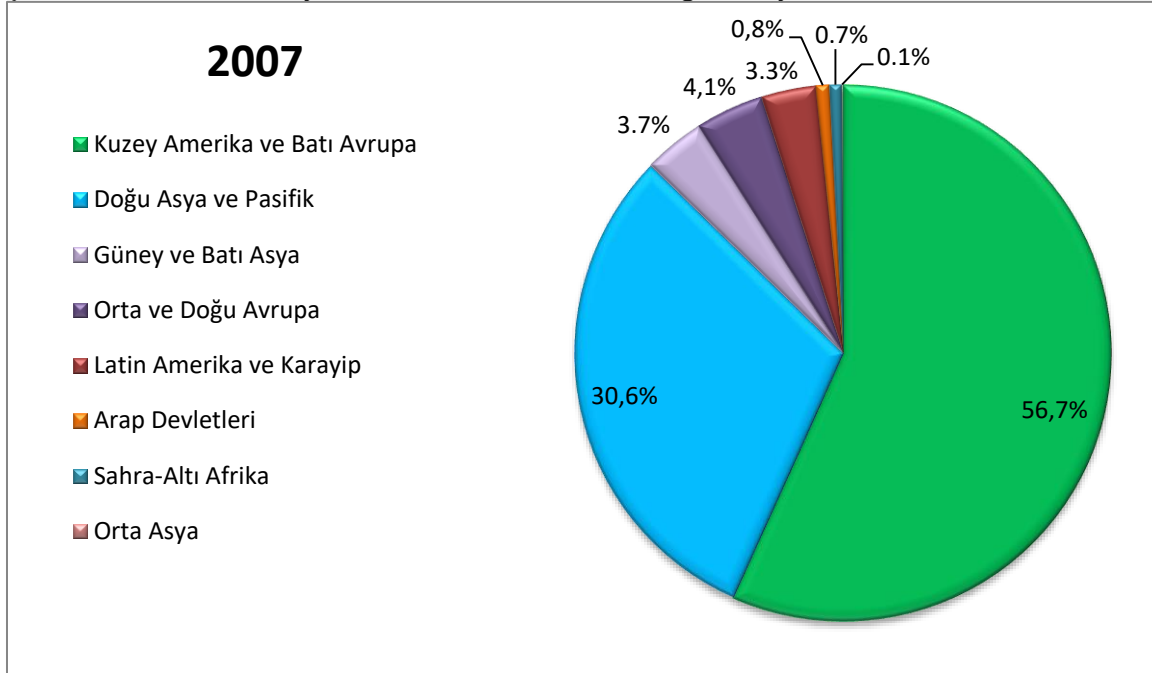
Şekil 2.1 incelendiğinde Ar-Ge harcamaları 1996 yılından 2017 yılına kadar sürekli artarak 2017 yılında bu harcama 1.733.886 Milyar \$ olarak gerçekleşmiştir. 1996 yılında 665.385 Milyon \$ olan Ar-Ge harcamaları 2017 yılına kadar 1.068.501 Milyar \$ ek harcamayla 2017 yılında 2,5 katından daha fazla bir artış olduğu görülmektedir. OECD ülkelerinin verilerine göre dünyada ortalama gerçekleşen Ar-Ge yoğunluğu ise 1995 yılında %1.9 iken 2018 yılında bu oran %2.4 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’de Ar-Ge harcamaları incelenirken OECD ülkeleri verilerine göre değerlendirme yapılacaktır.

Dünyada Ar-Ge harcamalarının bölgesel dağılımı UNESCO’nun 2015 ve 2019 yılında hazırlamış olduğu iki farklı rapora göre Şekil 2.2. ve Şekil 2.3. te açıklanmaktadır. 2015 yılı öncesinde açıklanan raporlarda bölgesel pay oranlarının ülkelerin de dahil edilerek açıklanması dikkate alınmış olup karmaşıklık yaratmamak adına çalışmanın bu bölümünde kullanılmamıştır. En yüksek Ar-Ge harcamasına sahip olan ülkeler farklı şekil üzerinden daha sonra açıklanacaktır.

UNESCO’nun 2015 yılında açıkladığı raporda 2007, 2009, 2011, 2013 yıllarında Ar-Ge harcamalarının bölgesel dağılımı yer almaktadır. Şekil.2.2’e göre 2007 yılında bölgesel dağılımda en yüksek pay %56.7 ile Kuzey Amerika ve Batı Avrupa’ya ait olup ilerleyen

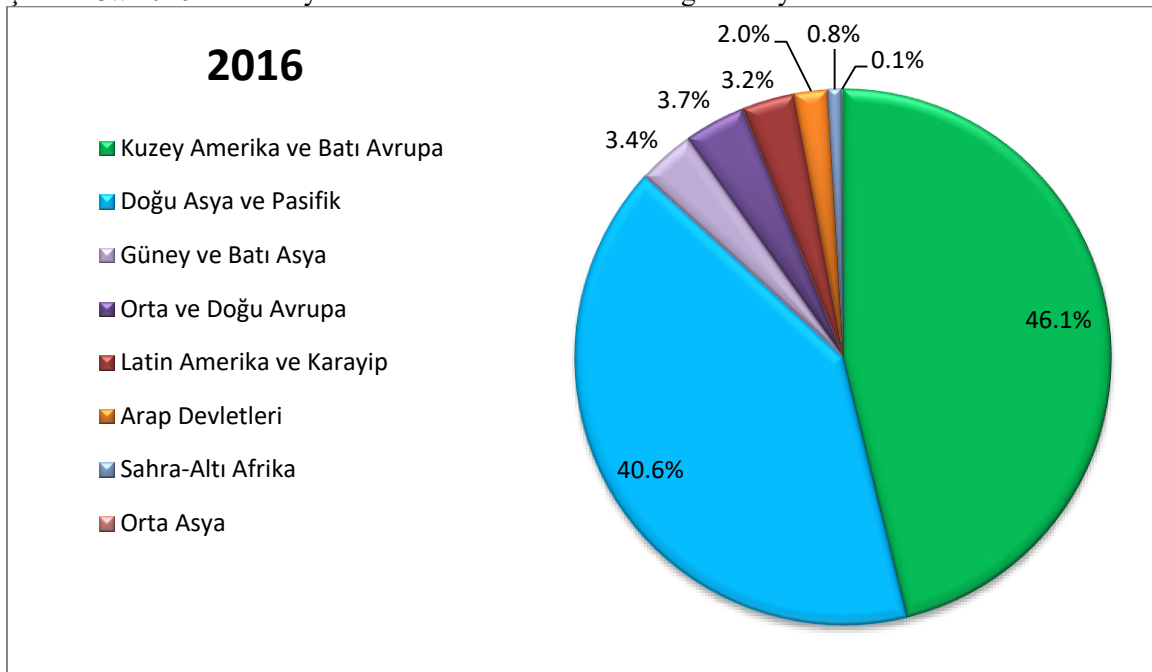
yıllarda dünya içerisinde payı gerileyerek 2013 yılında %48.3 olarak gerçekleşmektedir. Raporla göre Doğu Asya ve Pasifik bölgesi Ar-Ge harcamalarını %7.7 artırarak 2013 yılında dünya Ar-Ge harcamalarının %38.3'ünü karşılamaktadır. Güney ve Batı Asya %0.3, Latin Amerika ve Arap Devletleri %0.2, Sahra-Altı Afrika %0.1 bölgesel payını artırırken Orta ve Doğu Avrupa %0.1 bölgesel payı azalmıştır.

Şekil 2.2.: 2007 Yılı Dünyada Ar-Ge Harcamalarının Bölgesel Payı



Kaynak: UNESCO: 2015

Şekil 2.3.: 2016 Yılı Dünyada Ar-Ge Harcamalarının Bölgesel Payı



Kaynak: UNESCO 2019

UNESCO'nun 2019 yılında yayınlamış olduğu rapor Ar-Ge harcamalarının bölgesel dağılımında 2010, 2012, 2014, 2016 yılına ait verilerini kapsamaktadır. Bölgesel dağılımda 2016 yılında da en yüksek paya sahip olan Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'nın bölgesel dağılımda Ar-Ge harcamaları 2007 yılından 2016 yılına kadar sürekli olarak azalmaktadır. 2007'de %56.7 iken 2016 yılında %47.1 olarak bölgesel dağılımda payı %10.6 azalmıştır. 2016 yılına gelindiğinde %10.6 oranında bir azalma yaşanmasına rağmen %46.1 ile dünyada Ar-Ge'ye yapılan harcamanın en yüksek olduğu bölgedir.

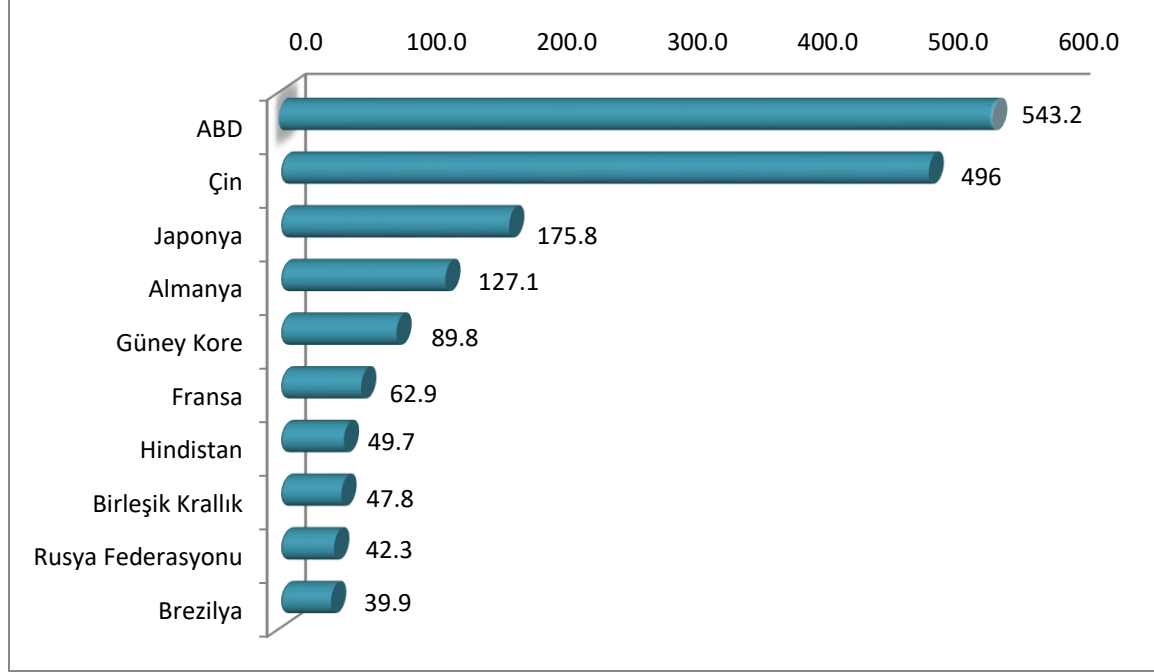
Doğu Asya ve Pasifik Bölgesi 2007 yılında itibaren 2016 yılına kadar Ar-Ge'ye yaptığı %10'luk artışla bölgesel dağılımda Kuzey Amerika ve Batı Avrupa'dan sonra gelen ikinci büyük bölge olmaktadır. Bölgesel dağılımda 2007 yılından 2016 yılına kadar Ar-Ge'ye yapılan harcamalar Güney ve Batı Asya %0.3, Orta ve Doğu Avrupa %0.4, Latin Amerika %0.1, azalmıştır. Arap devletleri %1.2 ve Sahra-Altı Afrika %0.1 oranında Ar-Ge harcamalarını artırmışlardır.

## **2.2. Ar-Ge Harcamalarına En Fazla Bütçe Ayıran Ülkeler**

Satın alma gücü paritesi (PPP) döviz kuru, ilgili iki ulusal fiyat seviyesini eşitleyecek iki para birimi arasındaki döviz kurudur. Böylece bir para birimindeki bir birimin satın alma gücü her iki ekonomide de aynı olur. Büyük sanayi ülkeleri arasında elde edilen ikili döviz kurlarına uygulandığında uzun vadede geçerli uluslararası bir parite olarak görülmektedir ( Sarro ve Taylor, 2002:65). Satın alma gücü paritesi yatırımların gerçek değerini daha iyi yansıtır ve ülkeler arasındaki fiyat farkını ortadan kaldırarak daha fazla karşılaştırılabilirlik sağlamaktadır.

En çok Ar-Ge harcaması yapan ülkelerin bu bölümde açıklaması yapılırken UNESCO'nun Dünya Çapında Ar-Ge yatırımlarını değerlendirdiği 2019 yılına ait son rapor verileri dikkate alınmıştır. Raporla sıralamanın yapıldığı son yıl 2017 yılıdır. Bu nedenle Şekil 2.4.'de 2017 yılı cari fiyatlarla satın alma gücü paritelerine göre Ar-Ge harcamalarına en fazla bütçe ayıran dünyanın önde gelen lider ülkelerini göstermektedir.

Şekil 2.4.: Ar-Ge Harcamalarına En Fazla Bütçe Ayıran Lider İlk 10 Ülke (Milyar \$)



Kaynak: UNESCO 2019

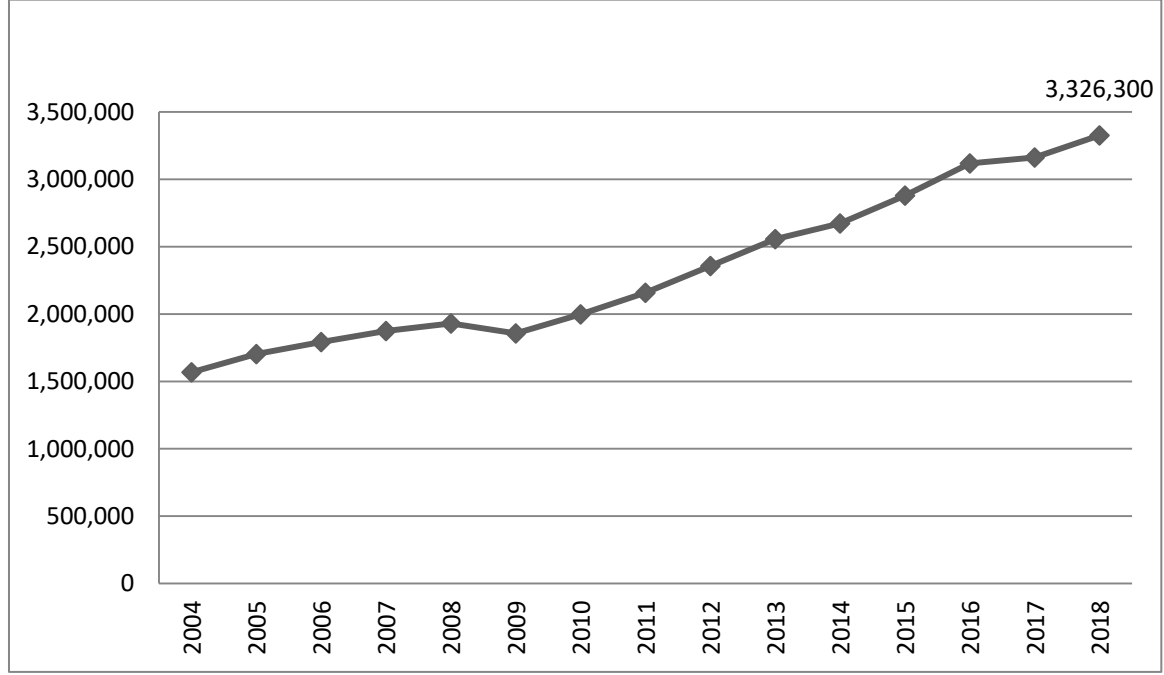
Şekil 2.4. incelendiğinde dünya genelinde Ar-Ge ye en fazla yatırım yapan ülke ABD olduğu görülmektedir. ABD hem 2013 ve 2017 yıllarında sırasıyla 453.5 Milyar \$ ve 543.2 Milyar \$ Ar-Ge harcaması gerçekleştirmiştir. 2013 yılında 336.578 Milyon \$ iken 2017 yılı itibariyle Ar-Ge harcamalarını 159.422 Milyar \$ artırarak 496 Milyar \$ harcamayla Çin ikinci sırada yer almaktadır. 2017 yılına gelindiğinde Ar-Ge harcamalarını sırasıyla Japonya 15.553 Milyar \$, Almanya 26.109 Milyar \$, Güney Kore 20.863 Milyar \$, Fransa 7.682 Milyar \$, Hindistan 1.637 Milyar \$ ve Brezilya 4.119 Milyar \$ artırmıştır. 2013 yılında listenin dokuzuncu sırasında yer alan Birleşik Krallık Ar-Ge harcamalarını 2017 yılında 7.941 Milyar \$ artırarak sekizinci sıraya yükselmiş, Rusya 1. 691 Milyar \$ artışla dokuzuncu sıraya gerilemiştir.

### 2.3. Patent ve Faydalı Model Başvuru Sayısı

Patent haklarının genişlemesinin, yüksek teknolojili ürünlerin yüksek ve orta gelirli ülkelere ihracatın çekilmesine yardımcı olarak ekonomilerin kalkınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Uluslararası düzeyde rekabetçi olmaya motive olmuş gelişmekte olan ekonomiler ihracat performanslarını artırmak için kapsamlı teknolojik çalışmalar yürütmektedirler. Politika yapıcılar ekonomik büyümeyi teknolojik ilerleme yoluyla artırmak amacıyla patent sisteminin ve sağladığı hakların yeniliği etkilediğini, ekonomik büyümeye

teşvik ettiğini savunmaktadırlar. Dünya Ticaret Örgütü (WTO) üyesi olan gelişmekte olan ülkelerin kurucu anlaşmaya ek olarak Ticaretle Bağlantılı Fikri Mülkiyet Hakları (TRIPS) uluslararası ticaret sistemine 1995 yılında eklemesi önemli bir patent reformu girişimi olarak kabul edilmektedir ( Panda vd., 2020: 145-146). Şekil 2.5.'da 2004 ve 2018 yılları arasında dünya genelinde yapılan patent başvuru sayıları ve genel seyri gösterilmektedir.

Şekil 2.5.: Dünya Genelinde Yapılan Patent Başvurularının Seyri (Adet), 2004-2018



Kaynak: WIPO, World Intellectual Property Indicators –Patents 2019: 12

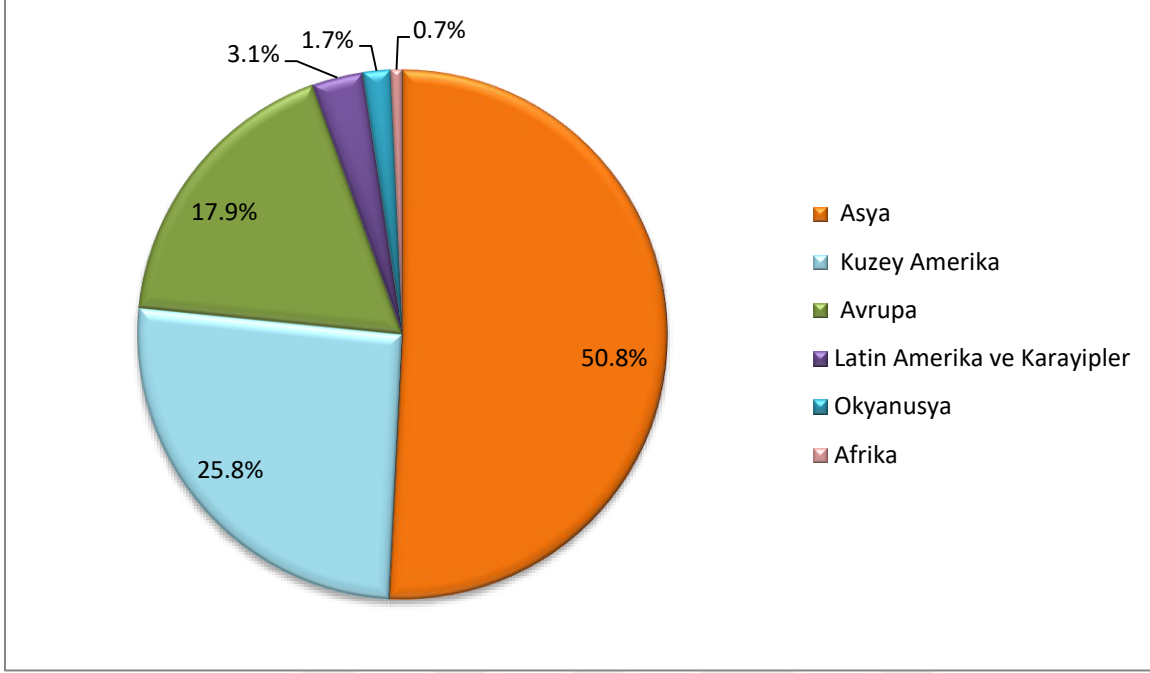
WIPO 2019 Dünya Fikri Mülkiyet Göstergeleri raporuna göre dünya çapında yapılan patent başvuruları 2017 yılında 3,162,300 Milyon iken 2018 yılında %5,2 artış göstererek yaklaşık 3.3 Milyon olarak gerçekleşti. 164.000 artan patent başvurusuna en fazla katkıda bulunan ülke başta Çin olmak üzere daha sonra sırasıyla Avrupa Patent Ofisi (EPO), Güney Kore ve Hindistan'dır.

2004 yılında yaklaşık 1,6 Milyon olan patent başvuruları ve %5,7 büyüme oranıyla yıllara göre seyri genel olarak artma eğilimindedir. Büyüme oranının en fazla gerçekleştiği yıl yaklaşık 2,4 Milyon başvuru sayısı ve %9,2 büyüme ile 2012 yılında olmuştur. 2008 yılında 1.930.000 Milyon başvuru ve %2,9 büyüme oranı küresel ekonomik krizinde etkisiyle 2009 yılında bir önceki yıla göre miktar bakımından 74.100 azalma ve beraberinde ilk kez -%3,8 bir büyüme oranı getirmiştir. 2010 yılına gelindiğinde ise %7,6 büyüme oranı ile yaklaşık 2



Milyon patent başvurusu yapılmıştır. Şekil 2.6. ve Şekil 2.7.'de bölgelere göre patent dağılımı 2008 ve 2018 yılları için incelenmiştir.

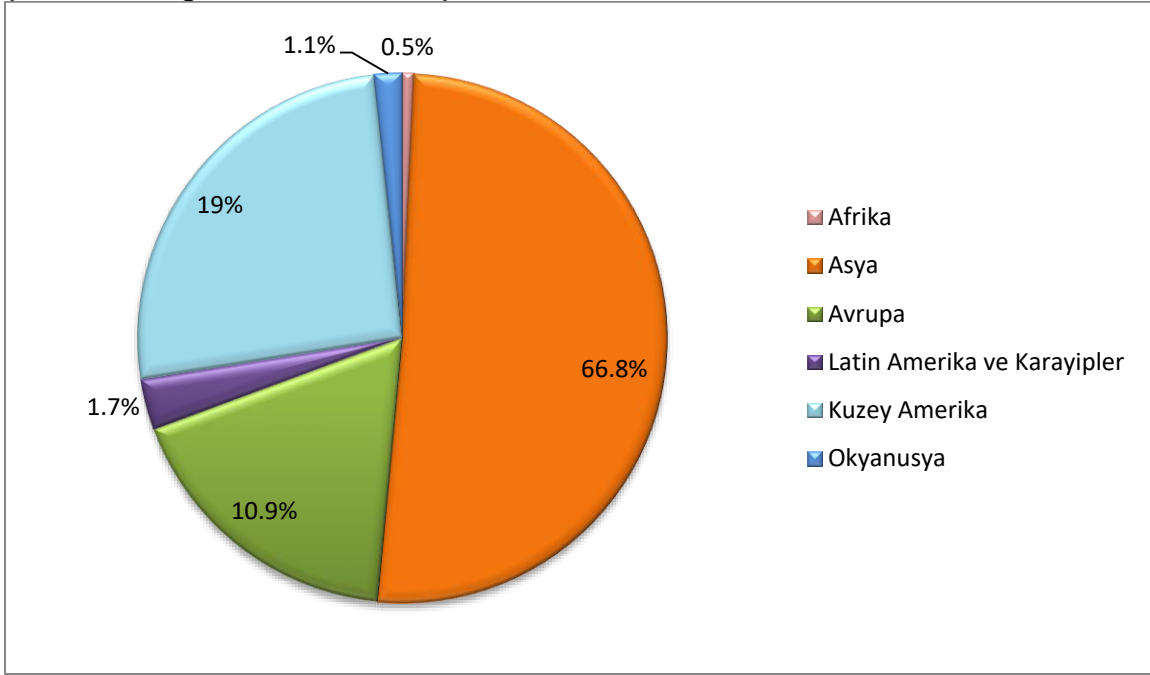
Şekil 2.6.: Bölgelere Göre Patent Başvuruları, 2008



Kaynak: WIPO, World Intellectual Property Indicators -Patents 2019: 15

2008 yılında patent başvurularında dünyada en fazla paya sahip olan bölge %50,8 ile Asya bölgesidir. Burada Çin'in teknolojik ilerlemeye yapmış olduğu yatırımların etkisi başta olmak üzere Güney Kore, Rusya, Hindistan gibi ülkelerin de etkisi oldukça önemli olmaktadır. Asya bölgesinin hemen ardından dünyada en fazla paya sahip olan diğer bölge %25,8 ile Kuzey Amerika'dır. Ar-Ge yatırım harcamalarında lider on ülkeden birincisi, patent başvurusunda ikinci sırada yer alan ABD'nin etkisi fazladır. En yüksek paya sahip üçüncü bölge %17,9 oranla Avrupa kalan %5,5'lik alan Latin Amerika, Okyanusya ve Afrika bölgelerine aittir. Bölgesel dağılımda en düşük orana sahip olan bölge %0,7 ile Afrika bölgesidir. Şekil 2.7. bölgelere göre patent başvuruları 2018 yılı için incelenmiştir.

Şekil 2.7.: Bölgelere Göre Patent Başvuruları, 2018



Kaynak: WIPO, World Intellectual Property Indicators -Patents 2019: 15

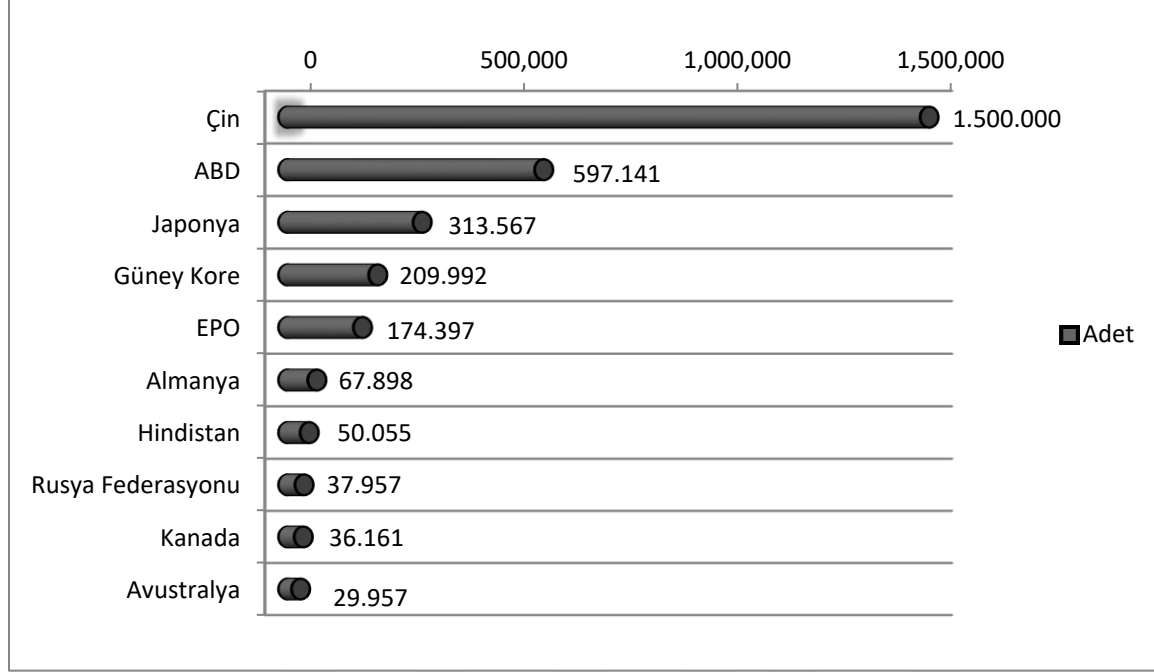
Bölgesel dağılımda iki yıl için dünyada en fazla pay sahibi olan bölgelerden en az pay sahibi olan bölgelere doğru sıralaması yapıldığında Asya, Kuzey Amerika, Avrupa, Latin Amerika ve Karayipler, Okyanusya ve Afrika sıralamasının değişmediği fakat dünya içerisinde yer alan patent başvuru oranlarının değiştiği görülmektedir. 2008 yılının bölgelere göre patent başvurularının incelendiği Şekil 2.6. de görüldüğü üzere dünya çapında %50.8 ile en fazla pay sahibi olan Asya bölgesiydi. Geçen 10 yıl boyunca dünyada en fazla katılımı gerçekleştiren bölgenin %16 oranında bir artışla yine Asya bölgesi olduğu görülmektedir. Asya bölgesi hariç diğer tüm bölgelerinin patent başvuru oranları azalmıştır. Kuzey Amerika'nın patent başvuru sayısında bölgesel payı 2008 yılında %25,8 seviyelerinde iken 2018 yılına gelindiğinde %6,8'lik bir azalışla %19 seviyesindedir. Avrupa bölgesi %7, Latin Amerika ve Karayipler bölgesi %1,4 Okyanusya %0.6 ve Afrika bölgesi %0,2 oranında dünya çapında payı azalmıştır.

Dünya çapında yapılan patent başvurularının yıllara göre seyrini 2004 ve 2018 yılları arasında dünya genelinde yapılan patent başvuru sayıları ve genel seyri gösteren Şekil 2.5. de incelemiştir. Şekle göre 2018 yılında yaklaşık 3.3 Milyon patent başvurusunun gerçekleştiği görülmektedir. Bu patent başvurusunun %46.4'lük kısmını 1.5 Milyon patent başvurusu ile Çin tek başına üstlenmektedir. Japonya %9.4, Güney Kore ise %6.3 oranında patent başvurusuna sahiptir. Özellikle bu üç ülke başta olmak üzere Asya ülkelerin teknoloji ağırlıklı

çalışmaları Asya bölgesinin dünyada %66.8 ile birinci sırada yer almasını sağlamaktadır.

Şekil 2.8. patent başvurusunda dünya çapında lider olan 10 ülkeyi göstermektedir.

Şekil 2.8.: Patent Başvurunda Lider İlk 10 Ülke ve Patent Ofisleri, 2018



Kaynak: WIPO IP Facts and Figures 2019: 12

2017 yılına göre %11.6 artış ile 1.5 Milyon patent başvurusu yapan Çin birinci sırada yer alırken 2017 yılına göre %1.6 düşüşle 597.141 adet patent başvurusu ile ABD ikinci sıradadır. Asya bölgesinde yer alan teknoloji ağırlıklı büyümeye önem veren ülkelerden Japonya 313.567 patent başvurusu ile üçüncü sırada, Güney Kore 209.992 patent başvurusu ile dünya çapında dördüncüdür. EPO (Avrupa Patent Ofisi) 174.397 başvuru ile beşinci sırada yer alırken Almanya, Hindistan, Rusya Federasyonu, Kanada ve Avustralya gibi ülkelerde 2018 yılı için patent başvurusunda lider ülkeler olarak gösterilmektedir. Bu ülkeler arasında 29.957 patent başvurusu ile Avustralya listenin sonunda yer almaktadır. 2018 yılında dünya çapında yapılan 3,3 Milyon patent başvurusunun %46,4 Çin, %18 ABD, %9,4 Japonya, %6,3 Güney Kore, %5,2'si EPO (Avrupa Patent Ofisi) olmak üzere %85,3'i ilk beş ofise aittir. %14,7'lik kısmı diğer ofisler oluşturmaktadır. Lider ülkeler listesinde yer almasına rağmen 2017 yılına göre 2018 yılında düşüş yaşayan ülkeler de vardır. Bu ülkeler sırasıyla %1,6 ve %1,5 azalma ile ABD ve Japonya'dır. 2017 yılına göre en fazla artış yaşayan iki ülke %11,6 Çin ve %7,5 Hindistan olmaktadır.

Patentlerin analiz edilmesi her ülkenin uzmanlık alanını ve güçlü yanını gösterir. Çin ve ABD bilgisayar teknolojisi, Japonya ve Güney Kore elektrikli makineler ve enerji, Almanya

ulaşım alanına yönelik patent başvurularını gerçekleştirmektedir (WIPO, 2019: 15). Tablo 2.1. de 2018 yılı için Faydalı Model Uygulamalarında Lider İlk 10 Ülke ve Seçilen Düşük ve Orta Gelirli Ülkeler İçin Faydalı Model Uygulamaları gösterilmektedir.

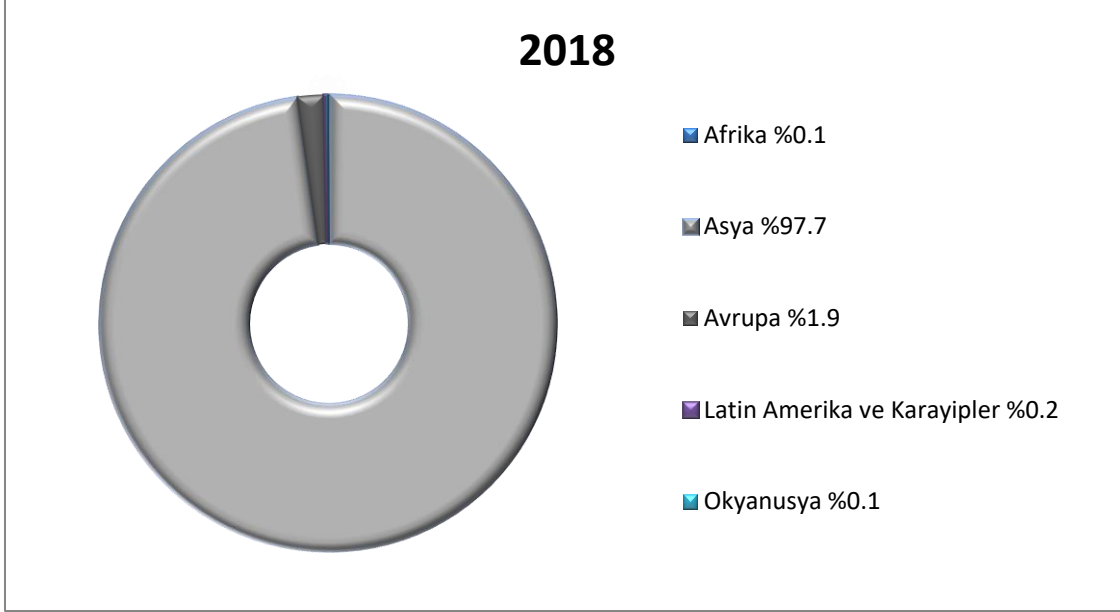
Tablo 2.1.: Faydalı Model Uygulamalarında Lider İlk 10 Ülke ve Seçilen Düşük ve Orta Gelirli Ülkeler İçin Faydalı Model Uygulamaları, 2018 (Adet)

Lider Ülkeler	2018	Seçilen Düşük ve Orta Gelirli Ülkeler	2018
Çin	2.100.000	Vietnam	557
Almanya	12.307	Etiyopya	392
Rusya Federasyonu	9.747	Beyaz Rusya	372
Ukrayna	9.120	Peru	256
Güney Kore	6.232	Moğalistan	224
Japonya	5.388	Özbekistan	206
Tayland	2.969	Malezya	198
Türkiye	2.770	Arjantin	192
İspanya	2.731	Kolombiya	188
Brezilya	2.587	Kenya	178

Kaynak: WIPO IP Facts and Figures 2019, 18-19

Tablo 2.1. de 2018 yılı için faydalı model uygulamalarında lider ülkelerle seçilen düşük ve orta gelirli ülkelere yer verilmiştir. Patent başvuru sayılarında dünya çapında lider ülkelerin gösterildiği Şekil 2.9.'da olduğu gibi birinci sırada yer alan Çin 2.1 Milyon faydalı model uygulamasıyla birinci sırada yer almaktadır. Çin'in ardından en fazla faydalı model başvurusu yapan diğerk ülkeler sırasıyla Almanya, Rusya Federasyonu, Ukrayna, Güney Kore, Japonya, Tayland, Türkiye, İspanya ve Brezilya'dır. Türkiye faydalı model uygulamasında lider ilk 10 ülke arasında olup 2.770 adet faydalı model başvurusu ile sekizinci sırada yer almaktadır. Seçilen düşük ve orta gelirli ülkeler arasında 2017 yılına göre %28.3 artışla birlikte 557 adet faydalı model başvurusu yapan Vietnam birinci sırada yer almaktadır. Etiyopya %19.1 artışla 392 adet patent başvurusu yaparak düşük ve orta gelirli ülkeler grubunda ikinci sıradadır. Şekil 2.9. da 2018 yılı için bölgelere göre faydalı model uygulamaları gösterilmektedir.

Şekil 2.9. Bölgelere Göre Faydalı Model Uygulamaları, 2018



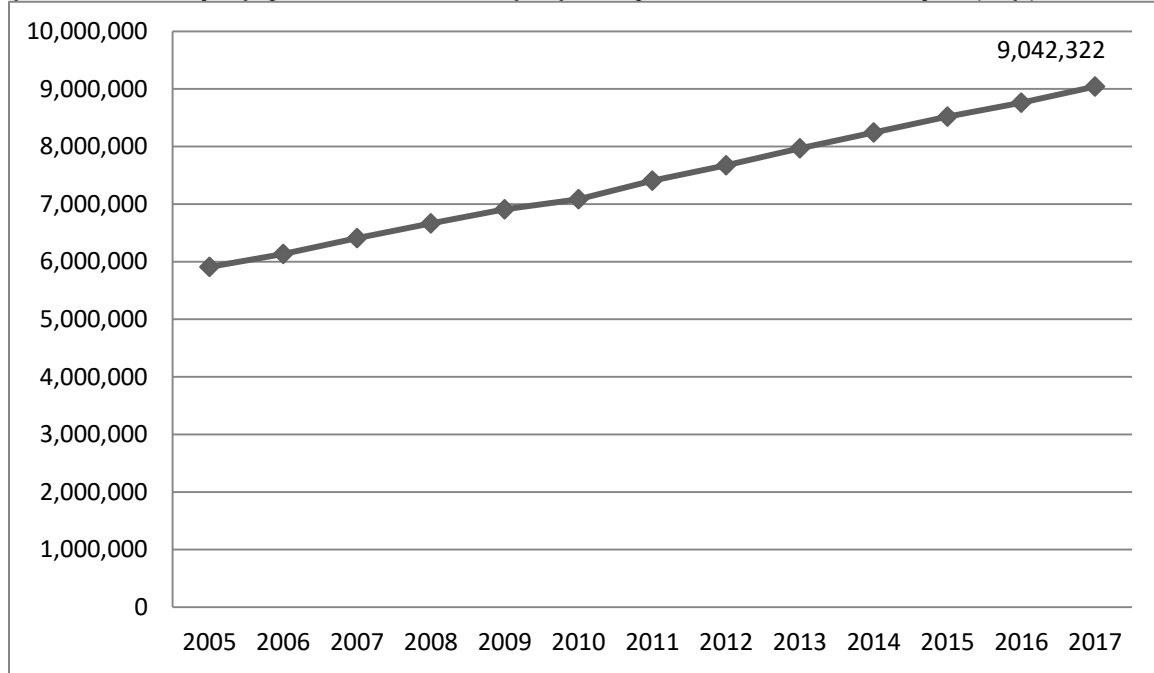
Kaynak: WIPO, 2019

Şekil 2.9.'da bölgelere göre faydalı model uygulamalarının dağılımını incelendiğinde Asya bölgesinin %97.7 ile önemli bir alana sahip olduğu görülmektedir. Faydalı model uygulamasında 2018 yılı lider ülkeleri tabloda görüldüğü gibi 2.1 Milyon faydalı model uygulamasıyla Çin Asya bölgesine en çok katkıda bulunan ülkedir. Afrika ve Okyanusya bölgeleri %0.1 ile en düşük paya sahiptir. Latin Amerika ve Karayipler %0.2 Avrupa bölgesi %1.9 alana sahiptir.

#### 2.4. Ar- Ge Personel Sayısı

UNESCO resmi istatistik enstitüsü verilerine göre Şekil 2.10.'da dünya çapında tam zamanlı çalışan Ar-Ge personel sayısı incelenmiştir. Şekilde görüldüğü üzere tam zamanlı çalışan Ar-Ge personel sayısı Ar-Ge harcamalarına paralel olarak 2005 ve 2017 yılları arasında devamlı artmaktadır. 2005 yılında yaklaşık 6 Milyon olan araştırmacı sayısı yıllar itibariyle 3 Milyon artarak 2017 yılında bu rakam 9 Milyon olmaktadır.

Şekil 2.10.: Dünya Çapında Tam Zamanlı Çalışan Toplam Ar-Ge Personel Sayısı (Kişi)



Kaynak: UNESCO UIS, 2020

UNESCO resmi istatistik enstitüsü verilerine göre Tablo 2.2.'de 2005 ve 2017 yıllarına ait bölgelerine göre tam zamanlı Ar-Ge personel sayısını göstermektedir.

Tablo 2.2.: Bölgelere Göre Tam Zamanlı Ar-Ge Personel Sayısı

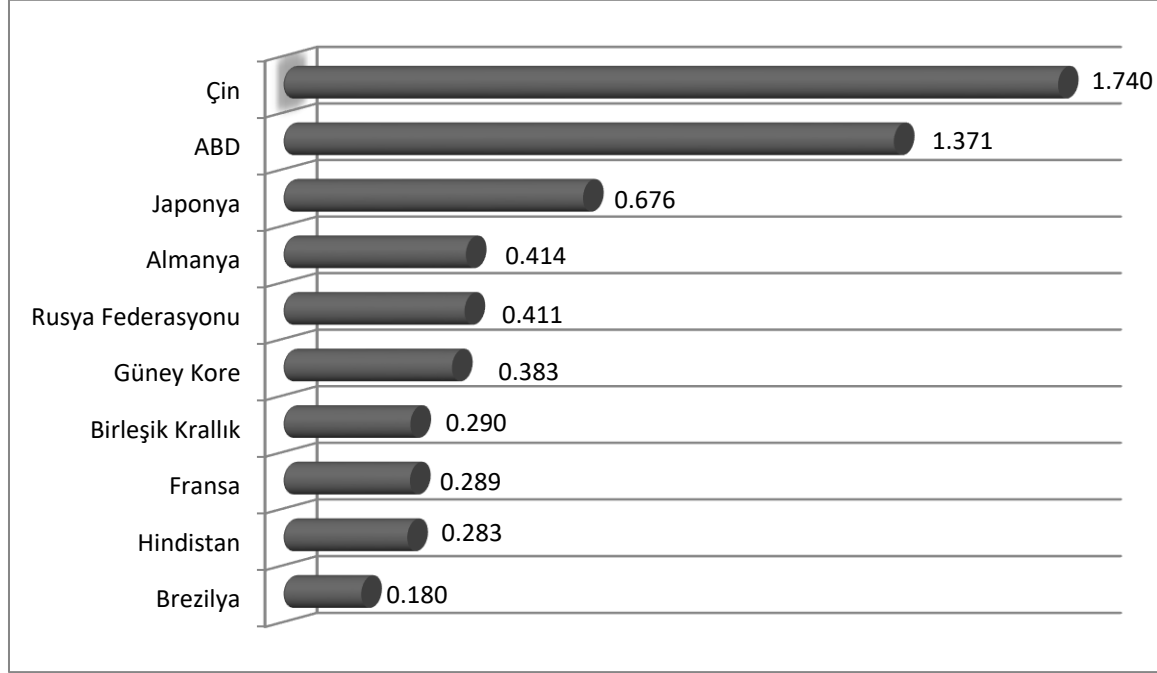
	Ar-Ge Personel Sayısı ( Kişi)	
	2005	2017
<b>Arap Devletleri</b>	115.286	229.918
<b>Orta ve Doğu Avrupa</b>	780.016	869.573
<b>Orta Asya</b>	42.934	50.773
<b>Doğu Asya ve Pasifik</b>	1.957.752	3.523.099
<b>Latin Amerika ve Karayip</b>	199.230	327.947
<b>Kuzey Amerika ve Batı Avrupa</b>	2.541.652	3.417.577
<b>Güney ve Batı Asya</b>	221.392	524.850
<b>Sahra-Altı Afrika</b>	51.242	98.585

Kaynak: UNESCO UIS, 2020

Tablo 2.2.'ye göre her bölgenin yıllar içerisinde araştırmacı sayısı artmaktadır. 2005 yılında Kuzey Amerika ve Batı Avrupa bölgesi 2.5 Milyon araştırmacı sayısı ile birinci sırada yer alırken 2017 yılına gelindiğinde 3.4 Milyon araştırmacı ile Doğu Asya ve Pasifik

Bölgesinin gerisinde kalmıştır. 2017 yılında 3.5 Milyon araştırmacı sayısı ile Doğu Asya ve Pasifik bölgesi, en fazla araştırmacıya sahip olan birinci bölge olurken Ar-Ge personel sayısını 7.839 bin kişi artırarak Orta Asya sonuncu sırada yer alan bölgedir. Şekil 2.11’de 2017 yılı için dünya çapında tam zamanlı çalışan Ar-Ge personel sayısında lider ilk on ülke gösterilmektedir.

Şekil 2.11.: Tam Zamanlı Çalışan Toplam Ar-Ge Personeli Sayısında İlk 10 Ülke (2017, Milyon)



Kaynak: UNESCO, Human Resources in R&D (2019:3)

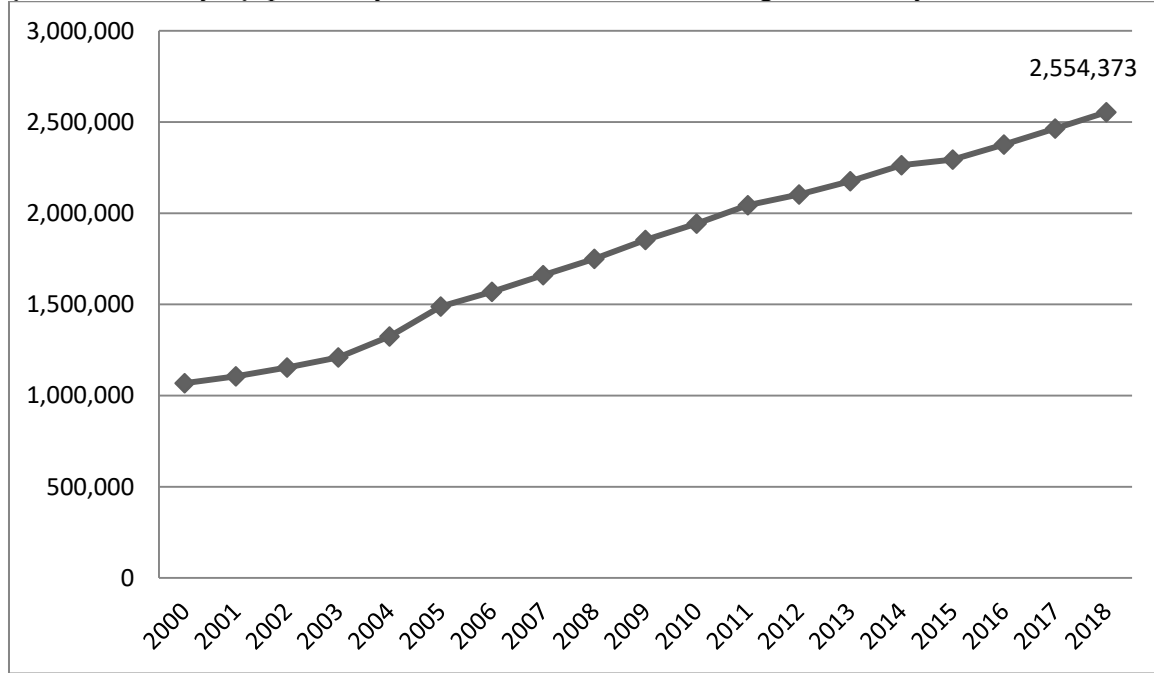
Şekil 2.11’de 2017 yılı için dünya çapında tam zamanlı çalışan Ar-Ge personel sayıları incelenmiştir. Araştırmacı sayısı 1.7 Milyonun üzerinde olan Çin listede birinci sırada yer alırken yaklaşık 1.4 Milyon araştırmacı sayısı ile ABD ikinci sırada yer almaktadır. Daha sonra sırasıyla Japonya, Almanya, Rusya Federasyonu, Güney Kore, Birleşik Krallık, Fransa, Hindistan listede yer almaktadır. Brezilya yaklaşık 0.2 Milyon tam zamanlı çalışan araştırmacı sayısı ile sonuncu sıradadır.

Uluslararası rekabet, kademeli olarak bilimsel ve teknolojik güçte bir rekabete dönüşmüştür. Çin’in yurt içi ekonomik kalkınması yatırım ve faktör güdümlü kalkınmadan yenilik (inovasyon) güdümlü kalkınmaya doğru kaymıştır. Çin devleti temel araştırmalara doğrudan yatırım, uygulamalı araştırma ve tüm ülkeler tarafından gerçekleştirilen ortak bir uygulama olan tanınan işletmelerin Ar-Ge’sine dolaylı yatırım yoluyla bilim ve teknolojiye olan yatırımı istikrarlı bir şekilde artırmaktadır (Zhu vd., 2019: 1-7).

## 2.5. Bilimsel Yayın Sayısı

Bilimsel yayın sayısı bilim ve mühendislik alanında yapılan bilimsel çalışmalar da Ar-Ge faaliyetlerinin önemli bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Şekil 2.12. Dünya çapında yapılan bilimsel ve teknik dergi makale sayısını göstermektedir.

Şekil 2.12. Dünya Çapında Yayınlanan Bilimsel ve Teknik Dergi Makale Sayısı



Kaynak: World Bak, 2020

Şekil 2.12. dünya çapında yayınlanan bilimsel ve teknik dergi makale sayısı incelendiğinde 2000 yılında bilimsel ve teknik dergi makale sayısı yaklaşık 1.1 milyondur. 2018 yılına kadar bilimsel ve teknik dergi makale sayısı sürekli artmakta olup bu rakamın 2018 yılında dünya çapında 2,5 milyonun üzerinde olduğu görülmektedir. Ülkelerin toplumsal ve ekonomik büyümesi, uzun vadeli sürdürülebilir kalkınmasında ciddi miktarda yenilikçi araştırma yapmak için bilim ve teknoloji alanında uluslararası yayınlanan bilimsel yayınlar uluslararası işbirliğinin sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Bilimsel yayınlar bir ülkenin gelişiminin kilit göstergesidir ve sağlıklı bir araştırma ortamı bilimsel ve ekonomik ilerleme için ön koşuldur. Ar-Ge'ye daha fazla harcama yapan, daha fazla üniversiteye sahip olan, araştırma kültürünü teşvik etmek adına politikalar geliştiren ülkelerde bilimsel araştırmalar sosyal ve ekonomik büyümeyi artıracak ve geliştirecektir (Meo vd., 2013: 7).



## 2.6. İleri Teknolojili Ürün İhracatı

Zhao ve Li (1997:90) çalışmalarında sanayi ekonomilerinde teknolojinin tipik olarak ihracat üzerinde etkisinin önemini, Çin imalat işletmelerinin ihracatın da teknolojinin önemli bir faktör olduğunu ileri sürmektedir. Teknolojik yenilik ekonomik büyümenin önde gelen bir belirleyicisidir. Ekonomik büyümenin ana göstergesi olarak ihracatında teknoloji tarafından yönlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Tablo 2.3.'de Dünya Bankası'nın resmi internet sitesinden alınan verilere göre 2020 yılı için ileri teknoloji ürün ihracatında ilk 10 ülkeyi ve toplam ihracatları içerisinde ileri teknoloji ürünün payını göstermektedir.

Tablo 2.3.: İleri Teknolojili Ürün İhracatında Lider İlk 10 Ülke ve Toplam İhracat İçerisindeki Payı

Sıra	Ülkeler	İleri Teknolojili Ürün İhracatı ( Milyar \$)	Toplam İhracat İçerisinde Payı (%)
1	Çin	654,187	30,88
2	Almanya	209,610	15,7
3	Güney Kore	192,789	36,3
4	ABD	156,365	18,8
5	Singapur	155,446	51,7
6	Fransa	117,814	25,9
7	Japonya	111,020	17,2
8	Malezya	90,395	52,7
9	Hollanda	85,790	22,7
10	Birleşik Krallık	76,513	22,2

Kaynak: World Bank, 2020

İleri teknoloji ürün ihracatında lider ilk on ülkeyi ve toplam ihracatları içerisinde ileri teknoloji ürünün payının gösterildiği Tablo 2.3. incelendiğinde Çin ileri teknoloji ürün ihracatında 654 Milyar \$ ile birinci sıradadır ve toplam ihracat içerisinde payı %30.88'dir. Almanya 209,610 Milyar \$ ileri teknoloji ürün ihracatı ile ikinci, Güney Kore 192,789 Milyar \$ ile üçüncü sırada yer almaktadır. Almanya'nın ileri teknoloji ürün ihracatının toplam ihracat içerisindeki payı %15,7 iken Güney Kore'nin ileri teknoloji ürün ihracatın toplam ihracat içerisinde %36,3 seviyesinde daha fazla oranda gerçekleştiği görülmektedir.

Ülkeler arasında toplam ihracat içerisinde ileri teknoloji ürünü ihracatının %52,7 ve %51,7 oranında en fazla olduğu ülkeler sırasıyla Malezya ve Singapur'dur.

## 2.7. Türkiye'de Ar-Ge

Türkiye'de inovasyon ve Ar-Ge'nin gelişimi, 1960 yılında Devlet Planlama Teşkilatı (DPT)'nin hızlı kalkınmanın planlanması amacıyla kurulmasıyla başlamıştır. 1963 yılında İlk Beş Yıllık Kalkınma Planı uygulanmış ardından bilimsel konularda hem danışmanlık hem de finansal destek sağlamak için TÜBİTAK kurulmuştur. İkinci ve Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planlarında teknolojik gelişme ve teknoloji transfer konuları, Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planında teknolojik istihdam ve yatırım politikaları, kendi teknolojisini üretebilen yeni sanayi sektörlerinin geliştirilmesi, konuları üzerinde durulmuştur. 1983 yılında Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu (BTYK), 1991 yılında Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV) kurulmuştur (Hobikoğlu, 2009: 280).

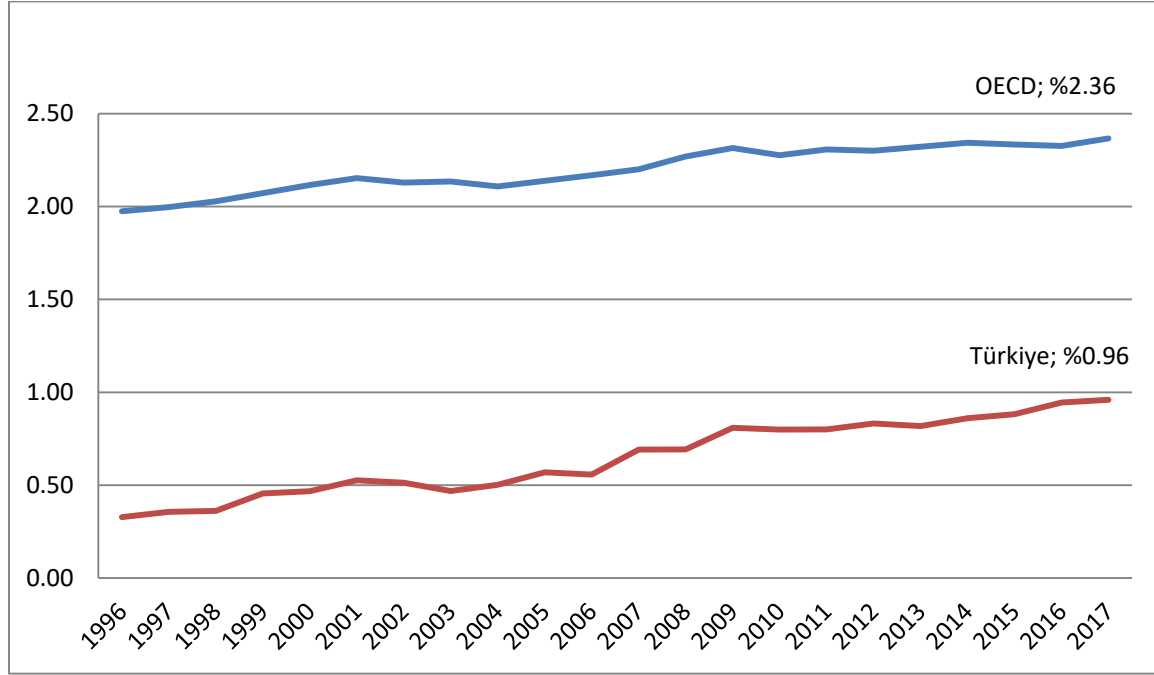
Bilgi toplumu olma hedefine Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planında ilk kez yer verilmiştir. Bu doğrultuda araştırmacı personel sayısının iki katına çıkarılması, Ar-Ge yoğunluğunun %1'e çıkarılması ve yazılım sektörünün uluslararası rekabet gücüne sahip sektör olması yönünde hedefler belirlenmiştir. Yedinci ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planlarında bilgi altyapısı sisteminin geliştirilmesi, bilim ve teknoloji yeteneğinin artırılması, yazılım başta olmak üzere diğer Ar-Ge faaliyetlerinin desteklenmesi hedeflenmiştir. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planına bağlı olarak TÜBİTAK tarafından Akademik ve Uygulamalı Ar-Ge Destek, Kamu ve Sanayi Ar-Ge Destek, Savunma ve Uzay Ar-Ge Destek, Bilim ve Teknoloji Farkındalığı Artırma gibi programlara yer verilmiştir (Yavaş, 2014: 58-59).

Onbirinci Beş Yıllık Kalkınma Planına göre Ar-Ge ve yeniliğin niteliğinin artırılarak yeniliği esas alan bir yapının oluşturulması ve imalat sanayinin katma değerli üretim yapabilmesi amaçlanmıştır. Ar-Ge ve yenilik kapsamında alınan politika ve tedbirlerden ilki Ar-Ge destek sistemidir. Bu sistem araştırmadan ticarileştirmeye tüm süreci kapsayan, orta-yüksek ve ileri teknoloji sektörlerine yönelik farklılaşan sektörlerin ihtiyacını ve gelişmesini dikkate alan bir yapıya dönüştürülecektir. Araştırmacıların niteliği ve sayısının artırılması, üniversite ve sanayi iş birliğinin gerçekleştirilmesi on birinci kalkınma planının politika ve tedbirlerindedir. Ayrıca patentle korunan teknolojilerin Türkiye'de yerleşik firmalara lisanslama veya devir yolu ile aktarılması, bilimsel ve teknolojik bilgi üreten ulusal veya

uluslararası firmaların Türkiye’de kuracağı Ar-Ge laboratuvarlarının desteklemesi planın diğer politika ve tedbirleri oluşturmaktadır (On Birinci Kalkınma Planı, 2019).

Şekil 2.13. Türkiye’de ve OECD ülkelerinde 1996-2017 yıllarında Ar-Ge harcamalarının GSYH içerisinde payını bir başka ifadeyle Ar-Ge yoğunluğunu göstermektedir.

Şekil 2.13.: Ar-Ge Harcamalarının/ GSYH İçindeki Payı, (%) (Türkiye ve OECD Ortalaması, 1996-2017)



Kaynak: OECD,2020

OECD veri tabanından elde edilen verilere göre 1996-2017 yılları arasında Türkiye'nin Ar-Ge yoğunluğu incelendiğinde yıllar itibariyle sürekli artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Türkiye de 1996 yılında Ar-Ge harcamalarının GSYH içerisindeki payı %0.32 iken yıllar itibariyle Ar-Ge'ye yapılan harcamaların GSYH içerisinde payını üç katı kadar artırarak 2017 yılında Ar-Ge yoğunluğunun %0.96 olarak gerçekleştiği görülmektedir. OECD ülkelerinin yıllar itibariyle Ar-Ge yoğunluğu artmakta olup 2018 yılında bu oran %2.40 olarak gerçekleşmiştir. Şekle göre 2017 yılında OECD ülkelerinin Ar-Ge yoğunluğu %2.36'dır. Türkiye'nin Ar-Ge yoğunluğu, OECD ortalamasının yarısından bile daha düşük seviyede gerçekleşmektedir. Tüm teşvik, indirim ve diğer desteklere rağmen yıllar içerisinde Ar-Ge'ye ayrılan paylar istenilen ve ihtiyaç duyulan düzeyde gerçekleşmemiştir. Türkiye'nin uluslararası rekabet gücünü artırmak ve sürdürülebilir ekonomik büyüme hedeflerine ulaşabilmek için en azından OECD ortalamasına yakın oranda Ar-Ge harcaması

gerçekleştirmesi gerekmektedir (Dereli ve Salgar, 2019: 350). Tablo 2.4.'de Türkiye'de 1995- 2019 yılları arasında yerli, yabancı patent sayısını göstermektedir.

Tablo 2.4.: Türkiye'de Yerli ve Yabancı Patent Sayıları (Adet), 1995-2019

Yıllar	Yerli				Yabancı			
	TPE	PCT	EPC	Toplam	TPE	PCT	EPC	Toplam
1995	170	0	0	170	1520	0	0	1520
1996	189	0	0	189	687	26	0	713
1997	202	1	0	203	598	730	0	1328
1998	201	6	0	207	596	1680	0	2276
1999	265	11	0	276	524	2220	0	2744
2000	258	19	0	277	442	2714	0	3156
2001	298	39	0	337	119	2756	2	2877
2002	387	27	0	414	88	1335	37	1460
2003	454	35	1	490	43	305	314	662
2004	633	49	3	685	68	167	1342	1577
2005	895	33	7	935	75	143	2308	2526
2006	979	93	18	1090	71	89	3915	4075
2007	1747	60	31	1838	71	139	4141	4351
2008	2159	69	40	2268	68	107	4694	4869
2009	2473	74	41	2588	69	105	4479	4653
2010	3120	60	70	3250	77	100	4916	5093
2011	3962	43	82	4087	120	100	5934	6154
2012	4360	74	109	4543	78	154	6824	7056
2013	4345	54	129	4528	95	175	7257	7527
2014	4654	112	95	4861	149	183	7182	7514
2015	5302	50	160	5512	251	238	7957	8446
2016	6153	88	204	6445	407	211	9715	10333
2017	7994	181	450	8625	202	178	10278	10658
2018	7114	42	193	7349	137	173	10845	11155
2019	7751	120	255	8126	63	154	11573	11790

Kaynak: Türk Patent ve Marka Kurumu, 2020

Tablo 2.4.'de Türkiye'de 1995- 2019 yılları arasında yerli, yabancı patent sayısını göstermektedir. Avrupa patent sistemine yapılan başvuru sayısı EFC, uluslararası patent sistemine yapılan başvuru sayısı PCT ile ifade edilmektedir.

Türk Patent ve Marka Kurumu verilerine göre 1995 yılında yerli patent sayısı 170 iken 2019 yılına gelindiğinde bu rakamın 47 katından daha fazla miktarda 8126 adet patent başvurusu olarak gerçekleştiği görülmektedir. Bu durum Türkiye'de Ar-Ge çalışmalarına hız verildiğinin önemli bir göstergesidir. Avrupa patent sistemine 2003 yılında sadece 1 olan patent başvurusu 2019 yılında yine önemli bir artışla 255 adet olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılında yerli patent başvurularının 120 tanesi de uluslararası patent sistemi içerisinde değerlendirilmektedir.

Türkiye'de yabancı patent başvuru sayısı yerli patent başvuru sayısından fazladır. 2019 yılında yerli patent başvuru sayısı 8126 iken yabancı patent başvuru sayısı 11790'dır. Yıllar itibariyle incelendiğinde Türkiye'de yabancı patent başvuru sayısının artması yabancı sermaye girişinde de bir artış olduğunu göstermektedir.

Sermaye birikiminin yetersizliği Türkiye'de önemli ekonomik sorunlardan birisidir. Türkiye "tasarruf açığı" ve "dış ticaret açığı" olmak üzere, iki dar boğazla karşı karşıyadır. Kamu kaynaklarının büyük bölümü cari harcamalardan kalan kısmı ise borç faiz ödemelerine ayrıldığı için kamu kaynaklarından yatırıma gerekli olan payın ayrılması pek mümkün olmamaktadır. Ülke kaynaklarının yetersiz, dış borçlarla yatırım yapmanın çok pahalı ve riskli olduğu bir ortamda yabancı sermaye getireceği teknoloji, know-how, modern işletme ve pazarlama yöntemleri açısından önem arz etmektedir. Finans gücü, teknoloji transferi, yönetim becerisi ve dış pazar olmak üzere yabancı sermaye dört noktada Türkiye için önemli görülmektedir. Yabancı sermaye yatırımlarının arttırılmasıyla sermaye açığı büyük ölçüde ortadan kalkarken yeni teknoloji kullanılarak yapılan üretimde verimlilik artar ve dış pazarlara açılmak için büyük fırsatlar yaratır. (Çetinkaya, 2004: 241). Tablo 2.5. 2001 ve 2018 yılı için Türkiye'de özel, kamu ve üniversitelerde çalışan tam zamanlı Ar-Ge personel sayılarını göstermektedir.

Tablo 2.5.: Türkiye’de Tam Zamanlı Çalışan Ar-Ge Personel Sayıları, Kişi

Tam Zamanlı Çalışan Ar-Ge Personel Sayısı	Yıllar	
	2001	2018
Mali ve Mali Olmayan Şirketler	5.607	104.376
Devlet	5.293	11.379
Üniversiteler	16.798	56.364
Toplam	27.698	172.119

Kaynak: TÜİK, 2020

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre tablo 2.5. incelendiğinde 2001 yılında toplam Ar-Ge personel sayısının 27.698 kişi olduğu görülmektedir. Ar-Ge personeliyle üniversitelerin payı 16.798 kişi ile en fazladır. Özel ve devlette çalışan tam zamanlı Ar-Ge personel sayısı arasındaki fark ise oldukça azdır. 2018 yılında tam zamanlı çalışan Ar-Ge personel sayısı 2001 yılına göre 6 katından daha fazla bir büyüklüktedir. Bu durum Ar-Ge harcamalarının GSYH içerisinde payının arttığını göstermektedir. 2018 yılında 172.119 kişi olan Ar-Ge personel sayısının 104.376 kişisi özel sektöre aittir ve özel sektör en fazla araştırmacıya sahip olan alandır.

Tablo 2.6.’da 2001-2018 döneminde Türkiye’de bilimsel ve teknik dergi sayıları verilmektedir. Bir ülke Ar-Ge yatırımlarını ve yeni teknolojik gelişmeler hakkında bilgileri bilimsel yayın ve dergilerle aktarmaktadır. Aynı zamanda daha sonra yapılacak çalışmalara da yol gösteren bilimsel yayınlar ülkenin teknolojik gelişmeye verdiği önemin bir göstergesidir.

Tablo 2.6. Türkiye’de Yıllar İtibariyle Bilimsel ve Teknik Dergi Makale Sayısı, Adet

<b>Bilimsel ve Teknik Dergi Makale Sayısı</b>			
<b>2001</b>	8592	<b>2010</b>	26486
<b>2002</b>	10952	<b>2011</b>	27305
<b>2003</b>	13450	<b>2012</b>	28451
<b>2004</b>	16021	<b>2013</b>	30813
<b>2005</b>	17823	<b>2014</b>	31592
<b>2006</b>	19688	<b>2015</b>	33233
<b>2007</b>	21729	<b>2016</b>	35510
<b>2008</b>	22100	<b>2017</b>	33836
<b>2009</b>	25155	<b>2018</b>	33535

Kaynak: World Bank, 2020

Dünya Bankası verilerine göre elde edilen Tablo 2.6. incelendiğinde bilimsel yayın sayısının yıllar itibariyle sürekli olarak artma eğiliminde olduğu görülmektedir. 2001 yılında 8.592 adet olan bilimsel yayın sayısı 2018 yılında yaklaşık 4 katı artışla 33.535 adet olarak gerçekleşmiştir. Türkiye’nin bu noktada başarılı olduğunu söylemek mümkündür, fakat 2000’li yılların başlarından itibaren ilk on yıl içerisinde bilimsel ve teknik dergi makale sayılarında 3 katı büyüklüğünde bir artış yaşanırken son on yıl içerisinde değerlendirildiğinde artış sadece 7.049 adettir. 2017 yılında bilimsel ve teknik dergi makale sayısında bir önceki yıl verilerine göre ilk kez bir düşüş olduğu görülmekte olup bu rakam 2018 yılında da yine bir düşüş eğilimi içerisindedir.

Uluslararası ticaret akımlarının artması ve ekonomik rekabetin kaçınılmaz olmasıyla birlikte ülkeler arasında sermaye hareketleri transferi hız kazanmıştır. Bununla beraber teknolojinin gelişim hızı artmıştır. Gelişmiş ve daha az gelişmiş olan ülkeler için ileri-teknolojiye sahip olan, yüksek katma değeri olan ürünler üreten, üretilen bu ürünlerin ihracatını etkin biçimde yapan ülkeler karşılaştırmalı üstünlük elde etmektedirler. Bu durum ülkelerin temel hedefleri arasında gösterilmektedir (Saray ve Hark, 2015: 348). Tablo 2.7. Türkiye’nin 2007-2018 yılları arasında ileri teknoloji ürün ihracatını ve toplam ihracat içerisindeki payını göstermektedir.

Tablo 2.7.: Türkiye İleri Teknolojili Ürün İhracatı, Toplam İhracat İçerisindeki Payı, (2007-2018)

Yıllar	İleri Teknolojili Ürün İhracatı ( Milyar \$)	Toplam İhracat İçerisinde Payı (%)
2007	1.885	2.17
2008	1.930	1.85
2009	1.583	2.02
2010	1.948	2.20
2011	2.206	2.11
2012	2.337	2.16
2013	2.651	2.28
2014	2.825	2.33
2015	2.773	2.57
2016	2.703	2.51
2017	3.500	2.90
2018	3.116	2.32

Kaynak: World Bank: 2020

Tablo 2.7. Türkiye'nin 2007-2018 yılları arasında ileri teknoloji ürün ihracatını ve toplam ihracat içerisindeki payını göstermektedir. Türkiye'de ileri teknoloji ürün ihracatı yıllar itibariyle artmaktadır. 2007 yılında yaklaşık 2 milyar dolar olarak gerçekleşen ileri teknoloji ürün ihracatı 2018 yılında 3 milyarın üzerinde gerçekleşmiştir. Toplam ihracat içerisinde ileri teknoloji ürün ihracatının payı dalgalı olmakla beraber genel olarak %2'nin üzerinde seyretmektedir. Toplam ihracat içerisinde ileri teknoloji ürün ihracatının en yüksek olduğu yılın %2.90 oranıyla 2017 yılı olduğu görülmektedir.

Türkiye'nin 24 Ocak 1980 kararları doğrultusunda ihracata dayalı büyüme modeli uygulaması ve 1996 yılında Gümrük Birliği'ne üye olması ihracat faaliyetlerini artırmıştır. Dönem başlarında Türkiye'de emek yoğun üretim yapılırken günümüzde Ar-Ge yoğun endüstrilerin ihracat payı giderek artmaktadır. İhracatta emek yoğun malların yerini dayanıklı ev aletleri ve otomobil parçaları almıştır. İhracat yapısında önemli bir dönüşüm gerçekleşmesine rağmen Türkiye'nin yüksek teknoloji içeren ürün ihracatı hala istenilen seviyenin çok uzağındadır (Konak, 2018: 75).



## 2.8. Ar-Ge Temelli Ekonomik Büyüme Modelleri

Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) genellikle ekonominin performansının en iyi ölçüsü olarak kabul edilmektedir. GSYH ekonomide herkesin toplam geliri olarak veya ekonomide üretilen mal ve hizmetlere yapılan toplam harcama olarak iki şekilde izlenebilir. Benzer şekilde büyük miktarda mal ve hizmetlerin üretildiği ekonomiler de hane halkları, firmalar ve hükümetlerin taleplerini daha iyi bir şekilde yerine getirmek için gelir kavramını önemsemektedir. GSYH, belirli bir dönemde bir ekonomide üretilen tüm nihai mal ve hizmetlerin piyasa değeri olarak tanımlanmaktadır (Mankiw, 2009: 18-20).

Ekonomik büyümenin birçok yönü vardır. Ekonomik büyüme kaynakların kullanımına, nüfus artış hızına, tasarruf oranına, ekonomik faaliyetlerin örgütlenme tarzına, teknolojik bilgi birikimine ve çok daha fazlasına bağlıdır. Ekonomik büyüme ve Ar-Ge ilişkisi bu bölümde Ar-Ge temelli büyüme modelleri üzerinden ele alınacaktır.

### 2.8.1. Solow Büyüme Modeli

Solow (1957) ve Swan (1956) yapmış oldukları çalışmalarda Neoklasik büyüme modelinin belkemiğini oluşturduğunu ifade etmektedirler. Solow (1956: 65) teknolojik gelişmeyi dışsal olarak modele ilk kez dahil etmesi yönüyle önemlidir. Solow'a göre sürdürülebilir büyüme ve sürekli artan yaşam standardı yalnızca teknolojik gelişmeyle açıklanabilir. Harrod Domar tam istihdam düzeyindeki bir ekonomide dengeli büyüme koşulları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Solow çalışmasında Harrod Domar'ın ekonomi uzun dönemde dahi olsa bıçak sırtı büyüme dengesinin istikrarsızlık yaratacağı nedeniyle tepki göstermektedir. Ayrıca Harrod Domar'ın sabit sermaye üretim ve sabit sermaye emek oranı varsayımları modelin zayıf yanını oluşturmaktadır ve bu varsayımları reddeder.

İktisatçılar zaman içerisinde ekonomide sermaye ve emek miktarında ortaya çıkan değişimleri ölçebilirler. Ancak teknolojideki değişimler doğrudan gözlemlenebilir değildir. Sermaye ve emek girdilerindeki değişimlerin büyümeye yaptığı katkılar hesaba katıldıktan sonra toplam faktör verimliliğindeki değişimleri bir "artık" olarak ölçmek mümkündür. Solow teknolojik değişimi toplam üretimde, sermaye ve emek girdilerinin ağırlıklandırılmış katkılarının toplamının çıkarılması olarak tanımlamaktadır. Solow artığı toplam üretimde, sermaye ve emek girdilerinin ölçülebilir miktarlarındaki açıklanamayan değişim miktarını ölçmektedir (Snowdon ve Vane, 2005: 542). Solow (1957: 320) çalışmasında 1909-1949

yılları arası ABD ekonomisini incelemiş, dönem boyunca gözlemlenen büyümenin açıklanamayan kısmının teknolojik gelişmeden kaynaklandığını ifade etmiştir.

Sermaye, işgücü ve teknoloji mal ve hizmet üretiminin temel belirleyicileridir. Sermayedeki değişimler (tasarruf ve yatırım), işgücündeki değişimler (nüfus artışı) ve teknolojik değişimler büyümenin kaynağıdır. Solow modelinde teknolojik gelişme işgücü geliştiren olarak modellenmektedir. Teknolojik ilerlemeyle birlikte işçi zaman içerisinde daha fazla işgücü birimi ile geldiğinden işçi sayısının artmasına değil, etkili işçi sayısının artmasına neden olur. Yüksek tasarruf oranı durağan duruma ulaşana kadar büyüme sağlarken, ekonomi durağan durumda olduğunda işçi başına çıktının büyüme oranı sadece teknolojik gelişmeye bağlıdır (Mankiw, 2009: 221-224).

1970'lerde verimliliğin yavaşlaması ve 1990'lı yıllarda bilimsel faaliyetlerin hızlanma süreci bilgisayar ve internet dahil bilgi teknolojilerindeki gelişmelere aittir. Bu durum teknolojik gelişme hızındaki değişimlerin ekonomik büyüme üzerinde son derece önemli olduğuna işaret etmektedir. Ekonomik büyüme sürecini tam olarak anlamak için, Solow modelinin ötesine geçerek teknolojik gelişmeyi açıklayan modeller geliştirilmelidir. Bunu yapan modeller Solow modelinin dışsal teknolojik gelişme varsayımını reddettikleri için çoğu kez içsel büyüme teorisi olarak adlandırılmaktadır (Mankiw, 2009: 239).

### **2.8.2. Lucas Büyüme Modeli**

Lucas (1988: 3), Robert Solow ve Edward Denison'un yirminci yüzyılda ABD ekonomisi üzerine geliştirdiği ve uyguladığı ekonomik büyüme modelini ekonomik kalkınma teorisi sağlamak için olmadığını ifade eder ve bu durumu eleştirmektedir. Lucas'a göre uygulanan ekonomik büyüme modeli ABD ekonomik büyümesinin yalnızca temel özelliklerini açıklamaya yöneliktir. Lucas çalışmasında beşeri sermayenin teknolojiyi üretme ve kullanma kapasitesinin yüksek olması nedeniyle ekonomik büyümeyle ilişkisini ele alarak beşeri sermayeye dayalı üç model oluşturmuştur. Bu modellerde teknolojik gelişim ve fiziksel sermaye birikimi, eğitim yoluyla insan sermayesi birikimi ve yaparak öğrenme yoluyla beşeri sermaye birikimi vurgulanmaktadır.

Lucas, Solow modelinde bir amaca hizmet eden teknolojik gelişmeyi alternatif ya da en azından tamamlayıcı bir büyüme motoru olarak düşünmektedir. Fiziki sermaye ve işgücünün yanı sıra üretim fonksiyonuna eklediği beşeri sermayeyi, bir bireyin zamanını cari dönemde çeşitli faaliyetlere ayırma şeklinin gelecek dönemde verimliliğini artırması olarak tanımlar.

Beşeri sermayeyi modele koyarak hem beşeri sermaye seviyelerinin mevcut üretimi nasıl etkilediğini hem de mevcut zaman tahsisinin beşeri sermaye birikimini nasıl etkilediğini açıklar. Beşeri sermaye birikimi fiziksel sermaye birikiminde hiçbir karşılığı olmayan insan gruplarını içeren bir sosyal faaliyet olarak tanımlanır (Lucas, 1988: 17-20).

Lucas'a göre kapalı bir ekonomide sermaye birikimi yaparak öğrenilir. Yaparak öğrenme modelinde büyüme içseldir ve ülkelerde farklı büyüme oranları yaratır. Her ülke beşeri sermaye donanımına uygun mallar üretir. Teknoloji faktörü de göz önüne alındığında ülkeler yaparak öğrendiği becerilerini biriktirir, ileri teknoloji mallar üretir ve karşılaştırmalı üstünlük yaratırlar (Lucas, 1988: 33).

### **2.8.3. Arrow Yaparak Öğrenme Modeli**

Arrow'un 1962 yılında yayınlamış olduğu "The Economic Implications of Learning by Doing" adlı makalesi ile ekonomik büyüme modellerine "yaparak öğrenme" kavramını kazandırarak katkıda bulunmuştur. Yaparak öğrenme kavramı Arrow'un bazı sektörlerde maliyetlerin zamanla başlangıç maliyetine oranla azalması sonucunda ürün kalitesinin artması ve üretimin hızlanmasını fark etmesiyle ortaya çıkmıştır (Alptekin ve Kasa, 2018: 31).

Kişi başına gelirdeki artışlar tartışmasız sermaye emek oranındaki artışlarla açıklanamaz. İktisatçılar ekonomik büyümede teknolojik gelişmenin önemini inkar etmeseler bile Abramovitz, Solow'un çalışmaları gibi sermaye oluşumunda teknolojik gelişmenin önemini ortaya koyan çok az çalışma bulunmaktadır. Arrow bilgi kavramına dikkat çekerken bilgi edinme kavramını genellikle öğrenme olarak adlandırır. Öğrenme ancak bir sorunu çözmeye çabasıyla gerçekleşen işgücü deneyiminin bir ürünüdür. Yatırım ve üretim gerçekleştikçe yeni bilgiler keşfedilir, artan getiriler ortaya çıkar. Neoklasik üretim fonksiyonuna eklenmesi gereken tek şey bilginin zaman içerisinde büyüdüğü gerçeğidir (Arrow, 1962: 155).

### **2.8.4. Romer Büyüme Modeli**

Romer'in 1986 yılında yayınladığı "Increasing Returns and Long-Run Growth" ve 1990 yılında yayınladığı "Endogenous Technological Change" adlı çalışmaları Ar-Ge tabanlı ekonomik büyüme modellerinin kurucusu olarak gösterilmesinde önemli yer tutar.

Romer (1986: 1003) çalışmasında uzun vadeli ekonomik büyüme ileriye dönük bilgi birikimi tarafından yönlendirilir. Bir firmanın yarattığı yeni bilgi mükemmel bir şekilde saklanamaz, patentlenemez bu nedenle yeni bilgi diğer firmaların üretimi üzerinde de olumlu

bir etki yaratır. Sermayenin azalan marjinal verimliliğinin geçerli olduğu modellerin aksine bilgi sınırsız bir şekilde büyümeye devam eder ve artan marjinal verimliliğe sahiptir.

Romer büyüme modelini fayda fonksiyonu, üretim fonksiyonu ve araştırma teknolojisini tanımlayan fonksiyon üzerine kurmuştur. Romer'e göre fiziksel sermaye birikimi artarken tüketim de artar ve sermayenin marjinal verimliliği azalmaz. Kapalı ekonomi varsayımı altında ülkeler arasında mal ticareti yapılmadığı için bir ülkede ortaya çıkan bilgi sadece o ülke sınırları içinde etki yaratır. Bütün ülkeler başlangıçta aynı bilgi birikimine sahip olsa bile yıllar itibariyle kişi başına düşen gelir düzeyinde kalıcı farklılıklar meydana gelebilir. Bilgi stokunun büyüme hızının zamanla sonsuz bir üst sınıra doğru artması az gelişmiş olan ülkenin gelişmiş ülkeye göre her zaman daha hızlı büyümesine neden olmaktadır (Romer, 1986: 1027-1032).

Romer, (1990: 74)'in çalışmasına göre rekabet teknolojik bir özelliktir ve dışlanabilir olma kavramıyla doğrudan ilişkilidir. Romer çalışmasında rakip ve rakipsiz (rakip dışı) mal kavramlarına da yer vermektedir. Tamamen rakip malı kullanan firma bir başkasının kullanmasını teknoloji veya yasal sistemle dışlanabilir olma özelliği gereği engelleyebilir. Başkası tarafından kullanımının sınırlanmaması durumu rakipsiz mal olduğunun göstergesidir. Romer modelinde teknolojiyi kısmen dışlanabilir, rakipsiz bir girdi olarak gösterirken büyüme rakipsiz girdi olan teknolojinin birikmesinden kaynaklanır.

Romer'e göre ekonomik büyümenin temelinde teknolojik değişim yer alır. Sermaye birikimi ve teknolojik gelişme üretimde yaşanan artışın çoğunluğunu oluşturur. Teknolojik ilerleme sadece gelir ve refah düzeyini değil aynı zaman da büyüme oranını da etkilemektedir. Bu nedenle devletin teknoloji alanında yarattığı teşviklerle birlikte firmaların kazançları doğrultusunda yaptığı Ar-Ge çalışmaları önemlidir. Ar-Ge üzerine uygulanabilir politikaların yokluğunda ikinci en iyi uygulama bilgi ve becerilerin bir arada bulunduğu, teknolojik gelişmeyi artıran beşeri sermaye stokudur. Büyüme aynı zamanda Ar-Ge'ye aktarılacak olan nitelikli beşeri sermaye stokunda artar. Beşeri sermayede gerçekleşen birikimin çok düşük olduğu durumlarda büyüme gerçekleşmeyebilir. Beşeri sermaye stoku, klasik büyüme modellerinde olduğu gibi işgücü veya nüfusun toplam büyüklüğüne bağlı değildir (Romer, 1990: 72-73).

### 2.8.5. Barro Büyüme Modeli

Barro 1990 yılında yayınlamış olduğu "Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth" çalışmasında teknolojinin sürdürülebilir ekonomik büyüme üzerinde etkili olduğunu fakat sınırsız fayda sağlayacak kadar üretken olmadığını belirtmektedir. Hükümet ve büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu vurgulayarak modele eklediği kamu harcamaları değişkeni ile Ar-Ge tabanlı ekonomik büyüme modellerine farklı bir bakış açısı kazandırması bakımından önemlidir (Barro, 1990: 105-106).

Barro'nun büyüme modeline göre özel sektör kamu mallarını üretmede yetersiz kalır bu nedenle devlet eğitim, sağlık, diğer alt yapı yatırımları, Ar-Ge faaliyetlerini yaygınlaştırma, teknolojinin transferi, haberleşme ağlarının güçlendirilmesi, mülkiyet haklarının korunması vb. gibi özel sektörün de etkinliğini artıran faaliyetleri yürütmelidir. Kamu harcamalarının üretim ve fayda fonksiyonlarına etkilerini incelediği çalışmasında vergilerle finanse edilen kamu harcamaları üretim girdisi olarak kullanılmakta olup ülkelerin ekonomik büyüme oranlarını etkilemektedir (Erdoğan ve Canbay, 2016: 37).

### 2.8.6. Aghion ve Howitt Büyüme Modeli

Aghion ve Howitt'in (1992: 323)'in çalışmaları sürdürülebilir ekonomik büyümenin temelinde bilgi birikiminin yer aldığı içsel büyüme modellerinden farklıdır. Aghion ve Howitt'e göre ülkelerin bilgi birikimini gerçekleştirdiği pek çok alan vardır. Eğitim, bilimsel araştırma, yaparak öğrenme, süreç yenilikleri, ürün yenilikleri bunlar arasında gösterilebilir. Daha iyi ürünlerin eskilerini geçersiz kıldığı gerekçesiyle birlikte ürünlerin kalitesini artıran endüstriyel yeniliklerin büyüme modelleri içerisinde yeterince ilgi görmediğini ifade ederek modele eskime faktörünü dahil ederler.

Schumpeter'in yaratıcı yıkım sürecine dayanan Aghion ve Howitt büyüme modeline göre büyüme yalnızca teknolojik gelişmelerle mümkündür. Teknolojik gelişmelerin kaynağı ise yenilikleri üreten araştırma şirketleri arasındaki rekabettir. Yenilik, çıktının eskisinden daha verimli hale getirilmesi için kullanılan yeni bir ara maldan oluşur. Ar-Ge faaliyetleri sonucunda elde edilen her yenilik için rekabetçi araştırma firmaları patent alır. Ar-Ge sektöründe yer alan firmalarını yeniliklere karşı motive eden unsur tekeli karlardır. Fakat bir sonraki yenilik mevcut ara malları geçersiz kılacağı için firmanın ürünleri iktisadi olarak değerini kaybeder. Firmaları motive eden tekeli karların sona ermesinde etkili olan faktör eskimiş, modası geçmiş ürünlerdir (Aghion ve Howitt, 1992: 349).

### 2.8.7. Grossman ve Helpman Büyüme Modeli

Grossman ve Helpman (1990, 86)'ın çalışmalarına göre beşeri sermaye ve yeni teknolojilere yapılan yatırımlar uzun vadeli büyümenin belirleyicileridir. Küresel ekonominin bazı özellikleri büyümenin performansını anlayabilmek için önemlidir. İlk olarak karşılaştırmalı üstünlükler doğrultusunda yaratılan bilgi, beşeri sermaye ve yeni teknolojileri yoğun bir şekilde kullananların hangi malların üretimde ne ölçüde uzmanlaşacağını belirler. Sonrasında araştırma faaliyetlerinin artan fayda getirisi yeni teknolojik ürünlere yatırım yapan firmalar için teşvikleri artırır. Haberleşmenin hızlı ve ucuz olması bilginin uluslararası alanda hızla yayılmasını sağlar ve uluslararası sermaye piyasasına katılım her türlü sermaye yatırımını finanse etmek için genişletilmiş fırsatları beraberinde getirir.

Grossman ve Helpman büyüme modellerinde yenilik, Ar-Ge ve ihracat arasında nedensellik olasılığı üç yönlü olarak açıklanmaktadır. Birincisi dış pazardaki güçlü rekabet firmaları yabancı bir ülkenin farklı teknik standartlara adapte olması için ürün ve süreç yenilikleri yaratarak rekabet gücünü korumak istemektedirler. Bu durum firmayı Ar-Ge'ye yatırım yapmaya zorlamaktadır. İkinci esas olan ihracatçı firmaların verimliliğini artırmasına yardımcı olan üstün yabancı bilgi ve teknolojiye maruz kalmayı içeren ihracat yoluyla öğrenme olasılığıdır. Son olasılık ölçek etkisidir. İhracat, marjların kazanılabileceği pazar genişletilerek Ar-Ge maliyetleri de büyük ölçüde sabit olduğundan daha büyük bir satış hacmi yaratabilir (Ganotakis ve Love, 2010: 281).

Grossman ve Helpman 1991 yılında yayınlamış oldukları "Trade, Knowledge Spillovers, and "Growth" çalışmalarında ticaretin uzun vadede ekonomik büyümeyi etkilediğini ifade ederek teknolojik gelişmeyi modele dahil ederler. Teknolojik gelişme, girişimcinin karını maksimize eden davranışlarından kaynaklanır. Girişimci yenilikçi ürünlerden elde ettiği teknelci karlardan dolayı Ar-Ge'ye yatırım yapar. Ar-Ge göstergelerinin verimliliği ülkenin genel olarak endüstriyel bilgi birikimi, bilim ve mühendislik alanlarında yaptığı çalışmalara bağlıdır (Grossman ve Helpman, 1991: 518).

## 2.9. Ar-Ge ve İhracat

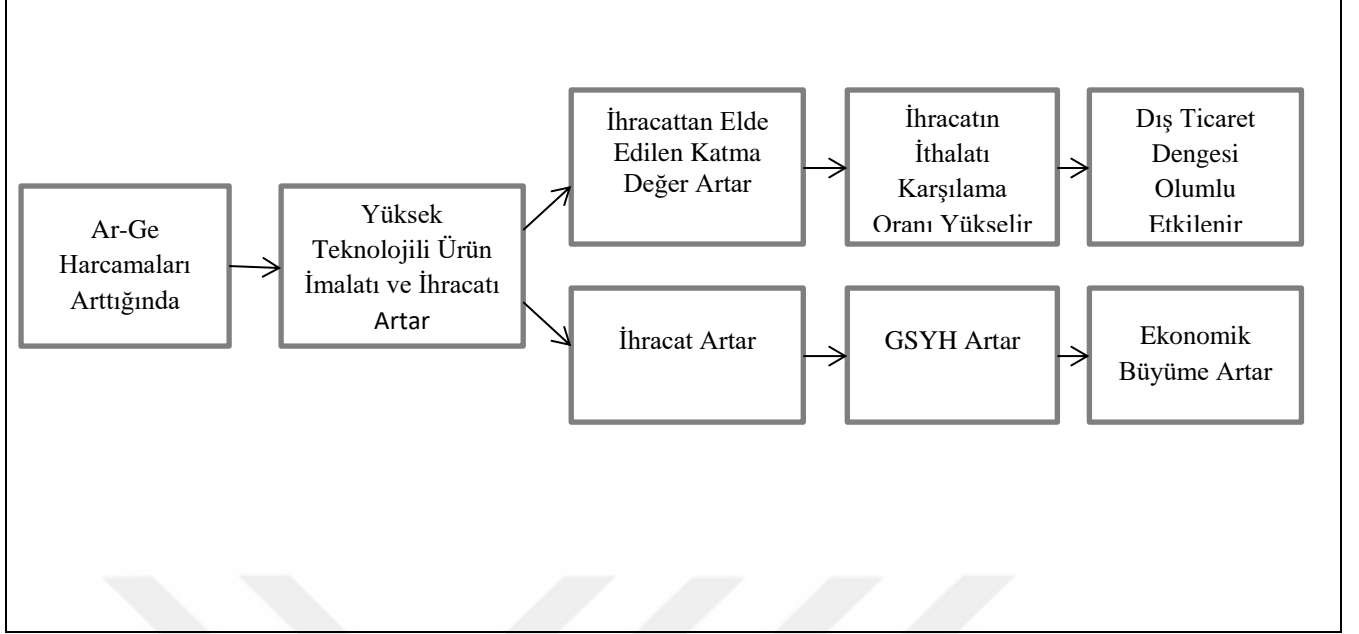
Ekonomik büyümenin önemli uyarıcılarından birisi ticarettir. Nitekim ülkelerin üretimini artırırken aynı zamanda tüketim kapasitelerini de genişletir. Gelişmekte olan ülkelerin kıt kaynaklara ve dünya pazarlarına ulaşımını kolaylaştırır. Ekonomik kalkınmayı teşvik etmek amacıyla dışa dönük uluslararası bir politikayla birlikte ulusal refahı en üst düzeye çıkarmak, uluslararası karşılaştırmalı üstünlük elde etmek ticaretle mümkündür (Todaro ve Smith, 2014:619).

Ekonomik büyüme kaynakların düşük verimlilikteki sektörlerden ve endüstrilerden daha yüksek üretkenliğe geçmesini sağlayarak toplam faktör verimliliğinde artışa neden olur. Ekonomik büyüme üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde ihracata dayalı büyüme teorisi önemli bir yer tutmaktadır. Ülkeler arasında yapılan gözlemler ihracatla milli gelir arasındaki ilişkinin doğru yönlü olduğunu göstermektedir. İhracat artma eğilimindeyken milli gelirden ona bağlı olarak artacaktır. İhracat toplam üretimin bir bileşenidir. Buna bağlı olarak ihracat değişkeninin korelasyon katsayısının da pozitif olması gerekmektedir (Feder, 1983: 59).

Lefebvre vd. (1998: 374-375) uluslararası pazarda teknolojik gelişmelere dikkat çektikleri çalışmalarında ihracat performansının artırılması için bilimsel ve teknolojik kaynaklara Ar-Ge faaliyetlerine yönelmek gerektiğini vurgulamaktadırlar. Güçlü teknolojik ve bilimsel bilgiye sahip bir işgücü, yeni ürünler sunmayı amaçlayan bir Ar-Ge stratejisi bu noktada oldukça büyük önem taşımaktadır.

Göçer (2013: 220) çalışmasında belirttiği üzere Ar-Ge harcamaları arttığında yüksek teknolojlü ürünlerin üretimi de artar. Üretimde yaşanan artış beraberinde ihracatı da artırır. İhracat gelirine bağlı olarak bir yandan ihracatın ithalatı karşılama oranı yükselirken bu durum dış ticaret dengesi üzerinde olumlu etki yaratır. Diğer yandan yine ihracat artışına bağlı olarak GSYH artar ve ekonomik büyümeyi hızlandırır. Bu durum Şekil 2.14. de açıklanmaktadır.

Şekil 2.14. Ar-Ge Harcamaları, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi



Kaynak: Göçer, İ. (2013). Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri. Maliye Dergisi, Sayı 165, 215-240.



### 3. AR-GE HARCAMALARININ MAKRO DEĞİŞKENLERLE İLİŞKİSİ ÜZERİNE EKONOMETRİK ANALİZ

Çalışmanın bu bölümünde ilk olarak Ar-Ge'nin makroekonomik göstergeler üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalara ait literatür taraması yapılacaktır. Daha sonra sırasıyla veri seti ve ekonomik analize yer verilecektir.

#### 3.1. Seçilmiş Literatür

Kaya (1997) çalışmasında Ar-Ge faaliyetlerinin önemi ve Ar-Ge teşvikleri üzerinde durmuştur. Çalışma sonuçlarına göre Türkiye'nin küreselleşme sürecinde yer edinebilmesi için bilim-teknoloji-sanayi yeteneğini geliştirmelidir. Bu alanlarda yaşanan darboğazların giderilebilmesi için Türkiye'nin Ar-Ge faaliyetlerine dayalı sanayi yapısına yönelmesi gerektiği belirtilmiştir.

León-Ledesma (2000) çalışmasında uluslararası Ar-Ge yayılımlarının 21 OECD ülkesinin ihracat performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre Ar-Ge gelişmiş ülkelerde ihracatı belirleyen önemli bir faktördür ve ihracat üzerinde olumlu bir etki yaratmaktadır.

Wei ve Liu (2006), çalışmalarında 1998-2001 yıllarında Çin üretim sektöründe yerli ve yabancı firmalar için yapılan panel analizle Ar-Ge, ihracat ve doğrudan yabancı yatırımların (DYY) üretkenlik üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre değişkenlerin Çinli firmalar üzerinde üretkenliği artırıcı olumlu etki yarattığı tespit edilmiştir.

Salim ve Bloch (2009) tarafından hazırlanan çalışmada Avustralya ekonomisi için Ar-Ge harcamalarının dış ticaret performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışmada eşbütünleşme ve hata düzeltme modellemesine dayanarak Granger nedensellik testi kullanılmıştır. Eşbütünleşme analizi sonuçlarına göre ticaret değişkenleri ile Ar-Ge harcamaları arasında uzun dönemde istikrarlı bir ilişki söz konusudur. Ayrıca Ar-Ge harcamalarından ihracata ve ithalata tek yönlü bir nedenselliğin olduğu tespit edilmiştir. Ar-Ge çalışmalarıyla birlikte artan yenilikler hem ihracat hem de ithalat üzerinde olumlu ve sürekli bir etki yaratması göz önünde bulundurularak Ar-Ge harcamalarını artıran hükümet politikalarının kronik dış ticaret açıklarının daralmasına katkıda bulunacağı vurgulanmaktadır.

Korkmaz (2010), çalışmasında Türkiye’de 1990-2008 döneminde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi Johansen eşbütünleşme yöntemiyle incelemiştir. Her iki değişken arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu ve uzun dönemde değişkenlerin birbirlerini etkiledikleri tespit edilmiştir.

Peng (2010), çalışmasında Çin ekonomisinde 1987-2007 yılları arasında Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma yöntemi olarak birim kök, eşbütünleşme ve Granger nedensellik yöntemleri kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre Ar-Ge harcamalarında %1’lik bir artışın GSYH üzerinde % 0.92’lik bir artışa neden olduğu tespit edilmiş olup, Çin hükümetinin Ar-Ge harcamalarını teşviklerle sürekli olarak artırması gerektiği belirtilmiştir.

Yaylalı vd. (2010) tarafından hazırlanan çalışmada 1990-2009 yılları arasında Türkiye’de Ar-Ge ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ADF, eş-bütünleşme ve nedensellik testleri yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Uzun dönemde Ar-Ge harcamalarından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012) tarafından yapılan çalışmada 1990-2010 dönemi için 21 OECD ülkesi verisi kullanılmış olup Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişki incelenmiştir. Çalışmada Pedroni ve Kao eşbütünleşme testleri, Pedroni DOLS ve FMOLS testleri ve Canning; Pedroni panel nedensellik analiz yöntemi kullanılmıştır. Yapılan araştırmada uzun dönemde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme değişkenleri arasında karşılıklı olarak anlamlı bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yang ve Chen (2012) çalışmalarında Endonezya imalat firmaları için 1998-2000 yılları arasında Ar-Ge, üretkenlik ve ihracat arasındaki ilişkiyi Probit ve Tobit regresyon modelleri kullanarak incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre büyük ölçekli firmaların Ar-Ge yoğunluğu açısından yenilikçi faaliyetlere daha fazla önem verdikleri belirtilmiştir. İhracatın öğrenme üzerinde etkisi vardır ve Ar-Ge’ye yapılan yatırımların ihracat, verimlilik ve sürdürülebilir ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etki yarattığı belirtilmektedir.

Kaya ve Uğurlu (2013) çalışmalarında 1990’lı yılların ortasından itibaren emek-yoğun ağırlıklı ihracat yapısının, teknoloji-yoğun ağırlıklı bir yapıya dönüştüğü ifade edilerek Türkiye için 1990-2011 yılları arasında Ar-Ge harcamaları ve ihracat arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Türkiye’nin büyüme, ihracat ve Ar-Ge harcama oranlarının artma eğiliminde olduğu belirtilmiştir. Ayrıca teknoloji dünyasında

sınıflandırılmış ihraç malları arasında teknoloji-yoğun olan sermaye mallarının payının artırılması gerektiği belirtilmiştir.

Gülmez ve Akpolat (2014) çalışmalarında Türkiye ve 15 AB ülkesinde Ar-Ge faaliyetleri, yenilik ve ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma da Ar-Ge faaliyetleri için kişi başına düşen Ar-Ge harcamaları, yenilik için patent sayıları, büyüme için ise kişi başına gelir verileri kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişki dinamik panel veri yaklaşımı yardımıyla analiz edilmiştir. Araştırmanın sonucuna göre Ar-Ge harcamalarının patentlere göre ekonomik büyüme üzerinde 4 kat daha etkili olduğu, uzun dönemde hem Ar-Ge harcamaları hem de patent sayılarından ekonomik büyümeye doğru pozitif ve anlamlı bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.

Inekwe (2015) çalışmasında gelişmekte olan ülkeler için 2000-2009 yılları arasında Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerine etkisini incelemiştir. Dinamik panel veri yöntemlerinin kullanıldığı analizde 66 ülkenin veri seti incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre Ar-Ge harcamaları üst ve orta gelirli ekonomiler için ekonomik büyüme üzerinde olumlu etki yaratırken düşük gelirli ülkeler için önemsiz olduğu tespit edilmiştir.

Külünk (2016) çalışmasında Türkiye de 1996 –2016 yılları arasında Ar-Ge harcamaları, ihracat ve GSYH arasındaki ilişki çoklu doğrusal regresyon analizi yöntemiyle incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre Ar-Ge harcamaları ve ihracat üzerinde karşılıklı pozitif etki olduğu, Ar-Ge harcamaları ile GSYH arasında ise doğrudan bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Sokolov-Mladenović vd. (2016) çalışmalarında AB 28 ülkeleri için 2002-2012 döneminde Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çoklu regresyon modeli analizi sonuçlarına göre Ar-Ge harcamalarında %1’lik bir artışın ülkelerinin GSYH üzerinde %2.2’lik bir artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca finansal kriz için modele eklenen kukla değişken sayesinde mali kriz koşulları altında Ar-Ge ‘ye yapılan yatırımların reel ekonomik büyüme üzerinde olumlu etki yarattığı belirtilmiştir.

Algan vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada 1996-2015 yılları arasında Türkiye’de teknolojik gelişme göstergelerinden seçilmiş göstergeler ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Granger nedensellik testiyle analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre kısa dönemde, Ar-Ge harcamaları ve yüksek teknoloji ürün ihracatından GSYH’ye ve kişi başına GSYH değişimden patent başvuru sayısına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Teknolojik gelişme göstergeleri arasında yüksek teknoloji ürün ihracatından patent başvuru sayısına doğru tek yönlü ve patent başvuru sayısı ile Ar-Ge harcamaları arasında ise çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Uzun dönemde ise kişi başına GSYH, Ar-Ge harcamaları ile patent başvuru sayısından pozitif yönde, yüksek teknoloji ürün ihracatından negatif yönde etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tanrıverdi ve Öztürk (2018) tarafından yapılan çalışmada Ar-Ge'ye yönelik devlet desteklerinin ve Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri Türkiye ve İsveç ülkeleri için analiz edilmiştir. 2001-2016 yılları arasında Türkiye'de Ar-Ge harcamaları, araştırmacı, bilimsel yayın ve patent sayılarının GSYH üzerindeki etkisi incelenmiştir. Gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi (ARDL) analiz sonuçlarına göre Ar-Ge harcamalarındaki bir birimlik artış büyüme üzerinde iki buçuk katlık pozitif bir etki yaratmaktadır. Ar-Ge harcamaları uzun dönemde diğer üç değişken ise hem kısa hem uzun dönemde anlamlı bir ilişkiye sahip değildir. Ayrıca her iki ülkede devlet destekleri ve ekonomik büyüme arasında doğrudan bir ilişki tespit edilememiştir.

Oluwatobi vd. (2018) tarafından hazırlanan çalışmada 1996-2012 yılları arasında 32 Sahra Altı Afrika ülkesinin bilgi ekonomisi unsurları ve büyüme verileri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre ekonomik büyüme beşeri sermaye, yenilik, teknolojiye yer alan değişimlere karşı duyarlıdır. Bu nedenle beşeri sermayeyi artırıcı teşvikler, Ar-Ge finansmanı, iyi donanımlı laboratuvarlar ve araştırma merkezlerinin sanayi ile arasında güçlü bir bağlantının olduğu belirtilmektedir.

Duman ve Aydın (2018) tarafından hazırlanan çalışmada Türkiye'de 1998-2015 yılları arasında AR-GE harcamaları ile GSYH arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma sonucuna göre Türkiye'de AR-GE harcamaları ve GSYH arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Yaman ve Sungur (2019) tarafından hazırlanan çalışmada 36 OECD ülkesinin 1999-2017 yılları arasında verileri kullanılarak ileri teknoloji ihracatı ve büyüme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Panel nedensellik ilişki yönteminin kullanıldığı çalışma sonuçlarına göre ekonomik büyümeden ileri teknoloji ihracatına doğru tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Dereli ve Salğar (2019) tarafından yapılan çalışmada 1990-2015 yılları arasında Türkiye de yapılan Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Johansen eşbütünleşme

analizi yardımıyla incelenmiştir. Araştırma bulgularına göre uzun dönemde Ar-Ge harcamaları ile büyüme arasında eşbütünleşme ve karşılıklı nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.

Soete vd. (2019) çalışmasında Hollanda için 1968-2014 yılları için toplam faktör verimliliği, Ar-Ge yatırımları ve GSYH arasındaki ilişki vektör hata düzeltme modeli yardımıyla incelenmiştir. Ar-Ge'ye yapılan kamu ve özel yatırımların, toplam faktör verimliliği ve GSYH üzerinde pozitif etki yarattığı tespit edilmiştir.

Gerçeker vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada 1990- 2016 yılları arasında G7 ülkeleri için Ar-Ge harcamaları ve işsizlik arasındaki ilişki incelenmiştir. Nedensellik testi sonuçlarına göre Almanya, Fransa, İtalya ve Japonya ekonomilerinde Ar-Ge harcamaları ile işsizlik arasında çift yönlü, Kanada ve ABD ekonomilerinde ise tek yönlü bir ilişki tespit edilmiştir.

Canbay (2020) çalışmasında 2004-2017 yılları arasında Türkiye'de Ar-Ge harcamalarının ihracat üzerinde etkilerini ARDL sınır testi yardımıyla incelenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre değişkenler arasında uzun dönemli ilişki tespit edilmiş olup Ar-Ge harcamaları kısa ve uzun dönemde ihracatı arttırmaktadır.

### **3.2. Yöntem, Veri Seti ve Model**

Ar-Ge harcamalarının makro değişkenlerle ilişkisinin analiz edilmesi için çalışmada kullanılan değişkenlerle iki ayrı denklem kurularak tekli regresyon modeli kullanılmıştır. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki Eviews 10 paket programı yardımıyla ortaya koyulmuş olup çalışmada durağanlığın analiz edilmesi için ADF (Augmented Dickey–Fuller) ve PP (Phillips–Perron) birim kök testleri uygulanmıştır. Birim kök testinin ardından seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığını tespiti için Engle Granger eşbütünleşme testi yapılmıştır.

$$Model Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + u_t \quad (3.1)$$

Yukarda gösterilen modelde Y değişkeni modelin bağımlı değişkenini X1 değişkeni ise modelin bağımsız değişkenini temsil etmektedir.  $\beta$  modelde yer alan değişkenlerin katsayılarını ifade ederken  $\beta_0$  modelin sabit terimini,  $u_t$  ise modelin hata terimini göstermektedir.

Çalışmada Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH), ihracat ve Ar-Ge harcamaları değişkenlerine ait ABD milyon dolar cinsi yıllık veri seti kullanılmıştır. Ar-Ge harcamalarına ilişkin veri seti OECD veri tabanı, GSYH değişkenlerine ait veri seti Dünya Bankası ve ihracat değişkenine ait veri seti ise TÜİK veri tabanından temin edilmiştir. Veriler yıllık olarak alınmış ve 1990-2018 dönemini kapsamaktadır.

Ar-Ge harcamalarının GSYH ve ihracat üzerine etkilerini analiz etmek için kurulan modeller aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$GDP_t = \beta_0 + \beta_1 RD_t + u_t \quad (3.2)$$

$$EXP_t = \beta_0 + \beta_1 RD_t + u_t \quad (3.3)$$

*GDP= Gayrisafi Yurtiçi Hasıla*

*EXP= İhracat*

*RD= Ar-Ge Harcamaları*

### 3.3. Ampirik Sonuçlar

Bu bölümde araştırma için belirlenmiş olan testler uygulanarak testlerin hipotezleri kurulmuş olup analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

#### 3.3.1. ADF (Augmented Dickey–Fuller) ve PP (Phillips–Perron) Birim Kök Testleri

Gujarati (2004: 26)'in belirttiği üzere durağanlık bir zaman serisinin ortalama ve varyansının zaman içerisinde sistematik olarak değişmemesi durumudur. Başka bir şekilde açıklamak gerekirse durağan olmayan bir zaman dizisi zamanla değişen bir ortalamaya, zamanla değişen bir varyansa veya her ikisine de birden sahip olmaktadır.

Ortalama ve varyans zaman içinde sabittir ve iki zaman periyodu arasındaki kovaryans değeri, kovaryansın hesaplandığı gerçek zamana değil, sadece iki zaman periyodu arasındaki mesafeye, aralığa veya gecikmeye bağlıdır. Zaman serisi literatüründe, böyle bir stokastik süreç zayıf durağan, kovaryans durağan, ikinci dereceden durağan ya da geniş anlamda

stokastik süreç olarak bilinmektedir. Bir zaman serisi durağan değilse davranışı yalnızca düşünülen zaman dilimi için incelenebilir bu nedenle diğer zaman periyodlarına genelleme yapılamaz (Gujarati, 2004: 797-798).

Dickey-Fuller Testi üç aşamadan oluşmaktadır:

$$\checkmark \text{ Sabit terim ve trend içermeyen model : } \Delta Y_t = \delta Y_t - 1 + u_t \quad (3.4)$$

$$\checkmark \text{ Sabit terimli model : } \Delta Y_t = \beta_0 + \delta Y_t - 1 + u_t \quad (3.5)$$

$$\checkmark \text{ Sabit terimli ve trendli model : } \Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (3.6)$$

Burada t zaman ya da genel eğilim değişkenidir ve ut ardışık bağımlı olduğu zaman kullanılan regresyon denklemi aşağıdaki gibi olmaktadır. Modele eklenen m gecikme uzunluğunu,  $\Delta$  farkı ve  $\delta$  durağanlığın durumunu ifade etmektedir.

$$\checkmark \Delta Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \delta Y_{t-1} + ai \sum_{i=1}^m \Delta Y_{t-1} \quad (3.7)$$

Dickey-Fuller(DF) testinin genişletilmiş hali Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) olarak adlandırılmaktadır. Dickey-Fuller test istatistikleri Mackinnon kritik değerleri ile karşılaştırılarak hipotezler kurulmaktadır. Birim kök testinin hipotezleri aşağıda belirtildiği gibi olmaktadır.

$$\checkmark H_0 = \delta = 0, \text{ seri durağan değildir. Birim kök vardır.} \quad (3.8)$$

$$\checkmark H_1 = \delta \neq 0, \text{ seri durağandır. Birim kök yoktur.} \quad (3.9)$$

Çalışmada 1990-2018 yılı verileri kullanılarak Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) ve ihracat değişkeninin bağımlı değişken, Ar-Ge harcamalarının ise bağımsız değişken olduğu iki ayrı model tahmin edilmiştir. Değişkenlere yapılan test ve analizler için E-Views 10 paket programı kullanılmıştır.

Eşbütünleşme analizinin yapılabilmesi için değişkenlerin aynı dereceden durağan olmaları gerekmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde değişkenlerin durağanlığını tespit etmek için en yaygın kullanılan testler ADF ve PP birim kök testleri olmaktadır. Bu nedenle değişkenlerin durağanlığı ADF ve PP testlerine göre analiz edilmiş olup Tablo, 3.1. de gösterilmiştir. ADF testinde Schwarz Info Criterion (SIC), PP testinde Newey-West Bandwidth ölçütü kullanılmıştır. ADF test istatistiği ve PP test istatistiklerinin kritik değerden

büyük olduğu durumda  $H_0$  hipotezi reddedilir ve alternatif hipotez  $H_1$  kabul edilir. Bu durum seride birim kök yoktur ve seri durağandır olarak ifade edilmektedir. Tersisi durumun gerçekleştiği analiz sonuçlarına göre  $H_0$  hipotezi kabul edilerek alternatif hipotez  $H_1$  reddedilir. Bu durum seride birim kök vardır, seri durağan değildir olarak ifade edilmektedir.

Olasılık (Prob) değeri %5 kritik değerden büyük olduğu durumlarda ( $P>0,05$ ) durağan değil, %5'ten küçük olduğu ( $P<0,05$ ) durumlarda ise durağan ve anlamlı olduğunu açıklamaktadır. Serinin durağan olmadığı durumda  $H_0$  hipotezi geçerliyken, seri durağan olduğunda alternatif hipotez  $H_1$  geçerli olmaktadır. Yapılan test sonucu, değişkenlerin düzey değerlerde durağan olmadığı ancak her serinin birinci dereceden farkı alındıktan sonra aynı dereceden durağan oldukları Tablo 3.1 de gösterilmiştir. Bu durumda eşbütünleşme analizi yapılabilmektedir.



Tablo 3.1.: ADF ve PP Birim Kök Test Sonuçları

	DÜZEY			BİRİNCİ FARKLAR ( $\Delta$ )	DÜZEY		
	Değişkenler	ADF	PP		Değişkenler	ADF	PP
	<b>SABİT</b>				<b>SABİT</b>		
	LogGDP	-0.965045 (0.7515)	-0.953655 (0.7554)		LogGDP	-5.554907 (0.0001)	-5.553791 (0.0001)
	LogEXP	-1.066968 (0.7143)	-1.028833 (0.7287)		LogEXP	-3.900526 (0.0062)	-3.874973 (0.0066)
	LogRD	-1.032692 (0.7273)	-1.656626 (0.4415)		LogRD	-6.171842 (0.0000)	-6.171842 (0.0000)
	<b>TREND VE SABİT</b>				<b>TREND VE SABİT</b>		
	LogGDP	-1.621596 (0.7583)	-1.761133 (0.6962)		LogGDP	-5.527638 (0.0006)	-5.527525 (0.0006)
	LogEXP	-0.892492 (0.9430)	-1.220609 (0.8864)		LogEXP	-3.972663* (0.0224)	-3.932288* (0.0244)
	LogRD	-3.120983 (0.1210)	-2.759179 (0.2227)		LogRD	-6.053565 (0.0002)	-6.002750 (0.0002)
	<b>NONE</b>				<b>NONE</b>		
	LogGDP	1.857437* (0.9822)	1.857437* (0.9822)		LogGDP	-4.936010 (0.0000)	-4.962736 (0.0000)
	LogEXP	4.276488 (1.0000)	3.712581 (0.9998)		LogEXP	-2.714357 (0.0086)	-2.605327 (0.0113)
	LogRD	3.263762 (0.9994)	7.188627 (1.0000)		LogRD	-2.593599* (0.0117)	-4.884542 (0.0000)

Not: Tabloda yer alan  $\Delta$  sembolü, düzey değerinde durağan olmayıp birinci dereceden farkı alınarak durağan hale gelen serileri ifade etmektedir. ADF ve PP testi %1, %5, %10 kritik değerler dikkate alınarak anlamlılık derecesine göre uygulanmıştır. \* işareti serinin %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde olduğunu ifade etmektedir. ADF testinde Schwarz Info Criterion (SIC), PP testinde Newey-West Bandwidth ölçütü kullanılmıştır.

### 3.3.2. Engle-Granger Eş-Bütünleşme Analizi

Eşbütünleşme analizi en temel ifadeyle, uzun dönemde, düzey değerinde durağan olmayan iki seri arasındaki ilişkiyi incelemektedir (Engle ve Granger, 1987: 251-276).

Engle ve Granger (1987) tarafından geliştirilen eşbütünleşme yöntemi yardımıyla iki veya daha fazla değişkene ait seriler durağan olmasalar bile bunların doğrusal bir bileşiminin durağan olabileceği ifade edilmiştir. Uzun dönem ilişkisi olarak tanımlanabilen bu durağan doğrusal birleşim, eşbütünleşme denklemi olarak tanımlanmıştır. Eşbütünleşme ve hata düzeltme modelleriyle yapılan bu analiz dört aşamalı bir süreçten oluşmaktadır. İlk aşamada değişkenlerin bütünleşme sırası belirlenirken daha sonra bütünleşme dereceleri aynı olan değişkenlerin, en küçük kareler yöntemi yardımıyla, eşbütünleşme regresyonları tahmin edilir. Daha sonraki aşama da ise, eşbütünleşme regresyonlarının kalıntıları test edilir, son olarak ise hata düzeltme modeli kurulur (Alp ve Peker, 2018: 88-89).

### 3.3.3. Ar-Ge Harcamaları ve GSYH İlişkisi

Tablo 3.1.'de belirtildiği üzere analizde kullanılan tüm değişkenlerin düzeyde durağan olmaması sonucunda aynı dereceden durağanlaştırma işlemi yapılarak eşbütünleşme analizine geçilmiştir. İlk olarak GSYH değişkeninin bağımlı, Ar-Ge harcamalarının bağımsız değişken olarak ele alındığı 3.2. nolu denklem model tahmini kullanılmıştır. ADF birim kök test istatistiği Engle-Granger tablo değerleriyle karşılaştırılmış olup tablo 3.2.'de sunulmuştur.

Tablo: 3.2.: ADF Test Sonucu ve Engle-Granger Tablo Değerlerinin Karşılaştırılması

ADF Test İstatistiği	Engle-Granger Test İstatistiği		
	%1	%5	%10
-2.734052	-2.650145	-1.953381	-1.609798

ADF birim kök test istatistiğinin Engle-Granger tablo değerlerinden mutlak değer olarak büyük olduğu durumlarda seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığından söz edilmektedir. Tablo 3.2. analiz sonucu dikkate alınarak ADF test istatistiği %1, %5 ve %10 Engle-Granger tablo değerlerinden mutlak değer olarak büyüktür. Bu durum seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığını açıklamaktadır. Tablo 3.3.'de uzun dönem denklem tahmini analiz sonucu gösterilmektedir.

Tablo: 3.3.: Uzun Dönem Denklem Tahmini Analiz Sonucu

Eşbütünleşme Denklemi: $\log(GDP_t)=f(\log RD_t)$		
Değişkenler	Katsayılar	T istatistik
Sabit Terim	19.17790	48.43709
RD	0.858909	19.04142
R <sup>2</sup> : 0.930694		
$\bar{R}$ : 0.928127		
CRDW: 0.848918		
F-istatistik: 362.5759		
Prob(F-statistic): 0.000000		

Tablo 3.3. uzun dönem analiz sonuçları incelendiğinde modelde bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni açıklama gücünü gösteren R<sup>2</sup> değeri yüksek bulunmuştur. R<sup>2</sup> değerinin yüksek olması modelin güvenilirliği için istenilen bir durumdur. Bu durum elde edilen modele göre değişkenlerin %93'ünün açıklandığını ifade etmektedir. Modelin topluca anlamlılığını ifade eden Prob(F-statistic) değeri ve F-istatistik değerleri de önemlidir. Analiz sonucuna göre Prob(F-statistic) değeri anlamlı olmakla beraber F-istatistik değeri oldukça yüksektir. Bu durum modelin bir bütün olarak anlamlı olduğunu açıklamaktadır.

Literatür ve teorik beklenti ile uyumlu olarak GSYH ve Ar-Ge harcamaları değişkenleri arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Değişkenler arasında uzun dönemde pozitif ve güçlü bir ilişki bulunmaktadır. Uzun dönem analiz sonuçlarına göre Ar-Ge harcamalarında meydana gelecek %1'lik bir değişme, ekonomik büyümeyi %0.85 oranında ve pozitif yönde etkilemektedir.

Küreselleşen dünyada iktisadi büyümenin en önemli belirleyicileri teknoloji ve yeniliktir. Ar-Ge harcamaları teknoloji ve yeniliği meydana getiren unsurdur. Elde edilen bulgular ışığında, Türkiye'de Ar-Ge harcamaları değişkeni GSYH değişkeni ile doğrusal ve anlamlı bir ilişki içerisindedir. Bu bulgu uzun dönemli büyümenin kaynağının teknolojik gelişmelere ait olduğunu savunan genel kanıyı desteklemekte olup Ar-Ge harcamalarının artırılmasının ekonomik büyüme üzerinde olumlu etki yaratacağı beklentimizi karşılamaktadır.

Analiz sonucunda elde edilen bulgularla birlikte uzun dönem denklem tahmini aşağıdaki gibidir.

$$\log GDP_t = 19.17790 + 0.858909 \log RD_t + u_t$$

Tablo: 3.4 Kısa Dönem Denklem Tahmini Analiz Sonucu

Hata Düzeltme Modeli: $\Delta \log(GDP_t) = f(\Delta \log RD_t, e_{t-1}')$		
Değişkenler	Katsayılar	T istatistik
Sabit Terim	0.016374	0.458023
RD	0.506814	2.109861
$e_{t-1}'$	-0.323369	-1.775828
R <sup>2</sup> : 0.175278		
$\bar{R}$ : 0.109300		
CRDW: 1.805963		
F-istatistik: 2.656614		

Uygulanan kısa dönem analiz sonuçları Tablo 3.4.'te gösterilmektedir. Analiz sonucuna göre Ar-Ge harcamaları ile GSYH arasında pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Ar-Ge harcamalarında meydana gelecek %1'lik bir değişim ekonomik büyümeyi %0.50 birim etkileyecektir.

Kısa dönem hata düzeltme modelinde yer alan en önemli değişken hata terimidir. Modelde yer alan hata düzeltme terimi katsayısının negatif çıkması istenilen bir durum olmakla beraber kısa dönemde meydana gelen sapmalarının uzun dönem denge düzeyine yakınsayacağını göstermektedir. Aynı zamanda hata düzeltme mekanizmasının çalıştığını ifade etmektedir. Analiz sonucuna göre hata düzeltme terimi katsayısının işareti negatif, istatistiki olarak anlamlı ve yorumlanabilir bir değerdir. Bu durum teorik beklentiyi karşılamakta olup her dönem kısa dönem sapmalarının %32'sinin ortadan kalkmakta olduğunu ifade etmektedir. Seriler arasında meydana gelecek sapmaların 3 dönem sonra ortadan kalkacağını söylememek mümkündür. Analiz sonucunda elde edilen bulgularla birlikte kısa dönem denklem tahmini ise aşağıdaki gibidir.

$$\Delta \log GDP_t = 0.016374 + 0.506814 \Delta \log RD_t - 0.323369 e_{t-1}' + u_t$$

### 3.3.4. Ar-Ge Harcamaları ve İhracat İlişkisi

Çalışmada analizde kullanılan tüm değişkenlerin düzeyde durağan olmaması sonucunda aynı dereceden durağanlaştırma işlemi yapılarak Tablo 3.1 de gösterilmiş olup ilk olarak GSYH değişkeninin bağımlı, Ar-Ge harcamalarının bağımsız değişken olarak ele alındığı 3.2 no'lu denklemde model tahmini için eşbütünleşme analiz sonuçlarına yer verilmiştir. Çalışmanın bu kısmında ihracat değişkeninin bağımlı, Ar-Ge harcamaları değişkeninin bağımsız değişken olarak kullanıldığı 3.3 nolu denklem tahmini için eşbütünleşme analizine yer verilecektir. 3.3. no'lu denklem tahmini için yapılan ADF birim kök test istatistiği Engle-Granger tablo değerleriyle karşılaştırılmış olup Tablo 3.5.'de sunulmuştur.

Tablo: 3.5.: ADF Test Sonucu ve Engle-Granger Tablo Değerlerinin Karşılaştırılması

ADF Test İstatistiği	Engle-Granger Test İstatistiği		
	%1	%5	%10
-3.099488	-2.650145	-1.953381	-1.609798

ADF birim kök test istatistiğinin Engle-Granger tablo değerlerinden mutlak değer olarak büyük olduğu durumlarda seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığından söz edildiğini GSYH ve Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişki incelenirken ifade edilmişti. Tablo 3.5. de analiz sonucu dikkate alınarak ADF test istatistiği %1, %5 ve %10 Engle-Granger tablo değerlerinden mutlak değer olarak büyük olduğu görülmektedir. Bu durum seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığını açıklamaktadır.

Tablo: 3.6.: Uzun Dönem Denklem Tahmini Analiz Sonucu

Eşbütünleşme Denklemi: $\log(EXP_t)=f(\log RD_t, k)$		
Değişkenler	Katsayılar	T istatistik
Sabit Terim	17.15004	26.59532
RD	0.829675	10.26931
K	0.527584	4.098413
R <sup>2</sup> : 0.962608		
$\bar{R}$ : 0.959731		
CRDW: 1.049051		
F-istatistik: 334.6635		
Prob(F-statistic): 0.000000		

Tablo 3.6. uzun dönem analiz sonuçları incelendiğinde modelde bağımsız değişkenin bağımlı değişkeni açıklama gücünü gösteren  $R^2$  değeri oldukça yüksek bulunmuştur.  $R^2$  değerinin yüksek olması modelin güvenilirliği için istenilen bir durumdur. Bu durum elde edilen modele göre değişkenlerin %96'sının açıklandığını ifade etmektedir. Modelin topluca anlamlılığını ifade eden Prob(F-statistic) değeri ve F-istatistik değerleri de önem taşımaktadır. Uzun dönem analiz sonucuna göre Prob(F-statistic) değeri anlamlıdır ve F-istatistik değeri oldukça yüksektir. Bu durum modelin bir bütün olarak anlamlı olduğunu açıklamaktadır.

Uzun dönem analiz sonuçlarına göre Ar-Ge harcamaları ve ihracat değişkeni arasında pozitif ve güçlü bir ilişki bulunmuştur. Ar-Ge harcamalarında meydana gelecek %1'lik bir değişme, ihracatı %0.82 oranında etkilemektedir. 2001 krizinin ihracat üzerinde etkisinin tespit edilmesi amacıyla modele kriz kuklası eklenmiştir. Uzun dönem analiz sonuçlarına göre kriz kuklası t istatistiği olarak anlamlıdır ve modele dahil edilmesi gerektiğini doğrulamaktadır. 2001 krizinin ihracat üzerine etkisi pozitif yönde olmuştur. Kriz dönemlerinde döviz kurunun yüksekte uçmasından dolayı ihracat teşvik edildiği için bu sonuç teorik beklentimizle uyumludur. 2008 krizi için modele dahil edilen kriz kuklasının uzun dönem analiz bulgularında istatistiki açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Anlamlı sonuç elde edilememesi ve 2001 krizinin etkisinin uzun yıllar yapısal kırılma yarattığı gerekçesiyle 2008 kriz kuklasının modelden çıkarılmasına karar verilmiştir.

Gelişmekte olan ülkelerin ekonomik performansını etkileyen önemli faktörlerden birisi mal ve hizmet ihracatıdır. Türkiye ekonomisi 1980 yılından itibaren dışa dönük sanayileşme ve liberalleşme politikalarıyla yönlendirilmeye başlanmıştır. Küreselleşmenin hız kazandığı, yapısal dönüşümlerin yaşandığı bu dönemden günümüze kadar ihracatta yaşanan artış ihraç edilen ürünlerin de niteliğinin değişmesini de beraberinde getirmiştir. Bu noktada Ar-Ge harcamalarının önemi artmaktadır. Uzun dönem analizinden elde edilen bulgular ışığında, Türkiye'de Ar-Ge harcamaları değişkeni ihracat değişkeni ile doğrusal ve anlamlı bir ilişki içerisindedir. Bu durum toplumların üretim kapasitesinin gelişmesiyle birlikte uluslararası pazarda söz sahibi olmak isteyen ülkelerin teknolojik gelişmeleri takip ederek son teknolojiye dayalı üretim yapması gerektiği yönünde olan teorik beklentimizi karşılamaktadır.

Analiz sonucunda elde edilen bulgularla birlikte uzun dönem denklem tahmini aşağıdaki gibidir.

$$\log EXP_t = 17.15004 + 0.829675 \log RD_t + 0.527584 k_t + u_t$$

Tablo: 3.7. Kısa Dönem Denklem Tahmini Analiz Sonucu

Hata Düzeltme Modeli: $\Delta \log(EXP_t) = f(\Delta \log RD_t, k, e_{t-1})$		
Değişkenler	Katsayılar	T istatistik
Sabit Terim	0.070199	1.891775
RD	0.102863	0.593746
K	0.020215	0.478359
$e_{t-1}$	-0.262059	-1.971852
R <sup>2</sup> : 0.150325		
$\bar{R}$ : 0.044116		
CRDW: 1.369036		
F-istatistik: 1.415364		

Uygulanan kısa dönem analiz sonuçları Tablo 3.7.'de gösterilmektedir. Analiz sonucuna göre Ar-Ge harcamaları ile ihracat arasında pozitif yönlü ilişki tespit edilmiştir. Ar-Ge harcamalarında meydana gelecek %1'lik bir değişim ihracatı %0.10 birim etkileyecektir.

Kısa dönem hata düzeltme modelinde yer alan en önemli değişkenin hata terimidir. Modelde yer alan hata düzeltme terimi katsayısının negatif çıkması istenilen bir durumdur. Hata teriminin kısa dönemde meydana gelen sapmalarının uzun dönem denge düzeyine ne kadar yakınsayacağını gösterdiği bir önceki analizde belirtilmişti. Analiz sonucuna göre hata düzeltme terimi katsayısının işareti teorik beklentiyle uyumlu olmakla birlikte t istatistiği açısından anlamlı ve yorumlanabilir bir değerdir. Bu durum teorik beklentiyi karşılamakta olup her dönem kısa dönem sapmalarının %26'sının ortadan kalkmakta olduğunu ifade etmektedir. Seriler arasında meydana gelecek sapmaların yaklaşık 4 dönem sonra ortadan kalkacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Analiz sonucunda elde edilen bulgularla birlikte kısa dönem denklem tahmini aşağıdaki gibidir.

$$\Delta \log EXP_t = 0.070199 + 0.102863 \Delta \log RD_t + 0.020215 k_t - 0.262059 e_{t-1} + u_t$$

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Üretimin tarıma dayalı olduğu bir dünyadan endüstri toplumuna geçişi ifade eden Sanayi Devriminden günümüze kadar bilim ve teknolojiye görülen hızlı gelişmeler doğrultusunda teknoloji ve Ar-Ge kavramı dikkatleri üzerine çekmiştir. Günümüz dünyasında ülkelerin kalkınmasında en önemli faktör bilim ve teknolojik alandaki gelişmelerdir. Ar-Ge temelli ekonomik büyüme modellerinde belirtilen, ülkelerin ekonomik büyümesinde açıklanamayan kısmın teknolojik gelişmelere ait olduğu sonucunu yapılan çalışmalar da desteklemektedir.

Gelişmiş ülkeler teknoloji yoğun üretim yaparak ihracatlarına önem vermektedir. Gelişmiş ülkelerle daha az gelişmiş olan ülkeler arasında ekonomik uçurum Ar-Ge ve yenilik stratejilerine bağlı olarak günden güne artmaktadır. Küresel pazarlarda Ar-Ge faaliyetlerine yönelik faaliyetler takip edilerek teknolojiye dışa bağımlılığın azaltılması ülke ekonomisinin büyümesi ve kalkınması yolunda önemli rol oynayacaktır.

Bu çalışmada Ar-Ge harcamalarının makroekonomik değişkenlerle ilişkisinin incelenmesi için Türkiye’de 1990-2018 dönemi yıllık verileri kullanılmıştır. Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme ve ihracat değişkenleriyle ilişkisi Engle-Granger eşbütünleşme analizi yardımıyla incelenmiştir. Ar-Ge harcamalarının bağımsız değişken, ekonomik büyüme ve ihracat değişkenlerinin bağımlı değişken olarak kullanıldığı iki ayrı model tahmin edilmiştir. Tekli regresyon analizleri ve ulaşılan sonuçlar şu şekilde özetlenebilir.

Analiz yapılmadan önce değişkenlerin daha kolay yorumlanabilmesi için ilk olarak kullanılan veri setlerinin logaritması alınmıştır. Logaritması alınan veri setleri  $\log GSYH_t$ ,  $\log EXP_t$ ,  $\log RD_t$  gibi olmaktadır. Eşbütünleşme analinin yapılabilmesi için düzeyde durağan olmayan serilerin birinci dereceden farkı alındığında durağan olması gerekmektedir. Bu nedenle çalışmada serilerin durağanlıkları ADF ve PP birim kök testleri yardımıyla incelenmiştir. Düzey değerde durağan olmayan serilerin birinci dereceden farkı alındığında durağan oldukları görülmüştür ve eşbütünleşme analizi yapılabilir olduğuna karar verilmiştir. Eşbütünleşme analizi uzun dönem bulgularına göre değişkenler arasında yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki, kısa dönem bulgularına göre hata düzeltme teriminin çalıştığı tespit edilmiştir.



Ar-Ge harcamalarının bağımsız değişken GSYH değişkeninin bağımlı değişken olarak tahmin edilen modelin uzun dönem analizinden elde edilen bulgular ışığında, Türkiye’de Ar-Ge harcamaları değişkeni GSYH değişkeni ile doğrusal ve anlamlı bir ilişki içerisinde. Ar-Ge harcamalarında meydana gelecek %1’lik bir değişme, ekonomik büyümeyi %0.85 oranında ve pozitif yönde etkilemektedir. Bu bulgu uzun dönemli büyümenin kaynağının teknolojik gelişmelere ait olduğunu savunan genel kanıyı desteklemekte olup Ar-Ge harcamalarının artırılmasının ekonomik büyüme üzerinde olumlu etki yaratacağı beklentimizi karşılamaktadır. Kısa dönem analiz sonucu bulgularına göre hata düzeltme terimi katsayısının işareti negatif, istatistiki olarak anlamlı ve yorumlanabilir bir değerdir. Bu durumda seriler arasında meydana gelecek sapmaların 3 dönem sonra ortadan kalkacağını söylemek mümkündür.

Ar-Ge harcamalarının bağımsız değişken ihracatın bağımlı değişken olarak ele alındığı modelin uzun dönem analiz sonuçlarına göre Ar-Ge harcamaları ve ihracat değişkeni arasında doğrusal ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Ar-Ge harcamalarında meydana gelecek %1’lik bir değişme, ihracatı %0.82 oranında pozitif yönde etkilemektedir. Bu durum toplumların üretim kapasitesinin gelişmesiyle birlikte uluslararası pazarda söz sahibi olmak isteyen ülkelerin teknolojik gelişmeleri takip ederek son teknolojiye dayalı üretim yapması gerektiği yönünde olan teorik beklentimizi karşılamaktadır. Aynı zamanda 2001 krizinin yapısal kırılma yarattığı gerekçesiyle modele kriz kuklası dahil edilmiştir. Kriz kuklasının uzun dönem analizinde anlamlı çıkması modelde yer alması gerektiğini doğrulamaktadır. Kriz dönemlerinde döviz kurunun yüksekte uçmasından dolayı ihracat teşvik edilmektedir. Bu nedenle kriz kuklasının katsayısı uzun dönemde pozitif çıkması beklenen bir durumdur. Kısa dönem analiz sonucuna göre hata düzeltme terimi katsayısının işareti teorik beklentiyle uyumlu olmakla birlikte istatistiki açıdan anlamlı ve yorumlanabilir bir değerdir. Bu durumda seriler arasında meydana gelecek sapmaların yaklaşık 4 dönem sonra ortadan kalkacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Türkiye Ar-Ge harcamalarını bir önceki yıllara göre günden güne artırmaktadır fakat Ar-Ge yoğunluğunun OECD ülkeleri ve diğer gelişmiş ülke gruplarına göre hala düşük durumda olduğu görülmektedir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme ve ihracatla arasında pozitif ilişki olduğu saptanmıştır. Bu durumda Türkiye’nin gelişmiş ülkelerin ekonomisini yakalayabilmesi için bilim ve teknoloji ağırlıklı yapılanması gerektiği açıktır. Kamu ve özel sektörde Ar-Ge, yenilik ve teknoloji üzerine planlamalar yapılmalıdır. Bu noktada bir diğer önemli konu Ar-Ge üzerine yapılan yatırımların uzun dönemli olması gerektiğidir. Uzun dönemli Ar-Ge yatırımları kısa dönemli yatırımlarının

aksine ÷lkemizi k÷resel pazarlarda rekabet edebilir olma konumuna taşıyarak ekonomik b÷yümenin de sürdürülebilir hale gelmesini sağlayacaktır.



## KAYNAKLAR

Araştırma, Geliştirme Ve Tasarım Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında 5746 Sayılı Kanun.

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5746&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>

Aghion, P., and Howitt, P. (1992). *A Model of Growth Through Creative Destruction*. *Econometrica* 60, no. 2: 323-351.

Ak, M. Z., ve Gülmez, A. (2006). *Türkiye'nin Uluslararası Yayın Performansının Analizi*. *Akademik İncelemeler Dergisi*, Sayı:1 Cilt:1 22-49

Alp, M. ve Peker, O. (2018). *Türkiye'de sağlık harcamalarının gelir üzerindeki etkisi: TR32 bölgesi örneğinde eşbütünlüşme analizi*. *The Journal of International Scientific Researches*, 3(1), 85-95

Alptekin, V., ve Kasa, H. (2018). *Tasarıf Açığı ve Ar-Ge Harcamalarının Orta Gelir Tuzağına Etkileri: Seçilmiş OECD Ülkeleri Analizi*. Birinci Baskı. Eğitim Yayınevi

Ames, E. (1961). *Research, Invention, Development and Innovation*. *The American Economic Review*, Vol. 51, No. 3, pp. 370-381

Arrow, K. J. (1962). *The Economic Implications of Learning by Doing*. *The Review of Economic Studies*, Vol. 29, No. 3 pp. 155-173

Atamtürk, B. (2007). *Büyüme teorileri ve IMF Politikaları*. Marmara Üniversitesi. İİBF dergisi. Cilt 22/ Sayı 2 89-103

Aydoğan, E. (2015). *Avrupa Birliğindeki Bölgelerde Ar-Ge Yatırımlarının İstihdam Üzerindeki Etkisi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Beykent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Barro, R. J. (1990). *Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth*. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), 103-125

Basalla, G. (2000). *Teknolojinin Evrimi*. Çeviren Cem Soydemir. Ankara: Tübitak Yayınları

Bessant, J., Lamming, R., Noke, H., and Phillips, W. (2005). *Managing innovation beyond the steady state*. *Technovation*, 25(12), 1366–1376. doi:10.1016/j.technovation.2005.04.007

Betz, F. (2004). *Technology And Corporate Governance — Lessons Learnt*. *International Journal Of Innovation And Technology Management*, 01(01), 115–126. Doi:10.1142/S0219877004000088

Betz, F. (2010). *Managing Technological Innovation: Competitive Advantage from Change*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc. Canada.

Bloom, G. F. (1946). *A Note on Hicks's Theory of Invention*. The American Economic Review, Vol. 36, No. 1, pp. 83-96 Published by: American Economic Association

Cabagnols, A., and Le Bas, C. (2002). *Differences in the Determinants of Product and Process Innovations: The French Case*. *Innovation and Firm Performance*, 112–149. doi:10.1057/9780230595880\_6

Canbay, Ş. (2016). *Ar-Ge Harcamalarının Makroekonomik Etkileri: Seçilmiş Ülke Örnekleri*, Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Canbay, Ş. (2020). *Türkiye'de Araştırma Ve Geliştirme (Ar-Ge) Harcamalarının İhracat Üzerindeki Etkileri*. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 63, 131-140.

Chatzıparadeısis, A. (2001). *The R&D Indicators in the Knowledge-Based Economy: The Research Paradox*. Ministry of Development, Greece. 1-8. [http://www.urenio.org/wp-content/The\\_Research\\_Paradox.pdf](http://www.urenio.org/wp-content/The_Research_Paradox.pdf)

Cheng, L. K., and Tao, Z. (1999). *The Impact of Public Policies on Innovation and Imitation: The Role of R&D Technology in Growth Models*. *International Economic Review*, 40(1), 187–207.

Chu, Angus C, Kou, Zonglai and Wang, Xilin (2020) *Effects of patents on the transition from stagnation to growth*. *Journal of Population Economics*, 33 (2). 395 – 411

Clark, J., Freeman, C., and Soete, L. (1981). *Long waves, inventions, and innovations*. *Futures*, 13(4), 308–322. doi:10.1016/0016-3287(81)90146-4

Coombs, R., Saviotti, P., and Walsh, V. (1987) *Economics and Technological Change*. Rowman & Littlefield, *Business & Economics* - 296 pages.

Çetin, C., A. (1997). *Teknolojide Yeni Bir Ufuk: Teknoparklar*. Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 2, 209-217

Çetinkaya, M. (2004). *Türkiye Ekonomisinde Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlarının Sektörel Dağılımının Önemi*. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, S.11, ss.239-260

Danışman, A. (2015). *Yenilik (Innovation) ve İcat (Invention) Kavramları Arasındaki İlişki: Metaforlarla Keşfedici Bir Araştırma*. *Siyaset, Ekonomi ve Araştırmaları Dergisi*. Yıl:3 Cilt:3 Sayı:2

Danneels, E. (2002). *The dynamics of product innovation and firm competences*. *Strategic Management Journal*, 23(12), 1095–1121. doi:10.1002/smj.275

Dereli, D., ve Salğar, U., (2019). *Ar-Ge Harcamaları İle Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme*. *Journal of Life Economics*. Cilt6 / Sayı3 345-360

Donaldson, S. I., Christie, C., and Mark, M. (Editors), (2009). *What Counts as Credible Evidence in Applied Research and Evaluation Practice?* Sage Publications, America.

Dougherty D. (1992). *A practice-centered model of organizational renewal through product innovation*. Strategic Management Journal, Summer Special Issue 13: 77–92

Drucker, P. F. (1984). *Innovation And Entrepreneurship Practice and Principles*. Perfect Bound. New York: Harper& Row.

Engle, R., Granger, C. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276. doi:10.2307/1913236

Erdoğan, S ve Canbay, Ş. (2016). *İktisadi Büyüme ve Araştırma & Geliştirme (Ar-Ge) Harcamaları İlişkisi Üzerine Teorik Bir İnceleme*. Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. Cilt4 Sayı: 2 30-44

Ewijk, C. V. (1982). *A Spectral Analysis Of The Kondratieff-Cycle*. *Kyklos*, 35(3), 468–499. doi:10.1111/j.1467-6435.1982.tb01226.x

Fagerberg, J. (1994). *Technology and International Differences in Growth Rates*. *Journal of Economic Literature*, Vol. 32, No. 3, pp. 1147-1175.

Feder, G. (1983). *On exports and economic growth*. *Journal of Development Economics*, 12(1-2), 59–73. doi:10.1016/0304-3878(83)90031-7

Freeman, C. and Soete, L. (1997). *The Economics Of Industrial Innovation*. Routledge , London And Newyork. Third Edition. pp.19. MIT Press.

Ganotakis, P., and Love, J. H. (2010). *R&D, product innovation, and exporting: evidence from UK new technology based firms*. *Oxford Economic Papers*, 63(2), 279–306

Gopalakrishnan, S., and Damanpour, F. (1997). *A review of innovation research in economics, sociology and technology management*. *Omega*, 25(1), 15–28. doi:10.1016/s0305-0483(96)00043-6

Göçer, İ. (2013). *Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı, Dış Ticaret Dengesi ve Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkileri*. *Maliye Dergisi*, Sayı 165, 215-240.

Görür, A. (2006). *Ar-Ge Yönetimi ve KOBİ'lerde Ar-Ge Faaliyetleri*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gebze Sosyal Bilimler İleri Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli.

Graham, A. K. (1980). *Stalemate in Technology: Innovations overcome the depression*. *Technological Forecasting and Social Change*, 18(2), 178–180.

Grossman, G. M., and Helpman, E. (1991). *Trade, knowledge spillovers, and growth*. *European Economic Review*, 35(2-3), 517–526

Grossman, G. M., and Helpman, E. (1990). *Trade, Innovation, and Growth*. *American Economic Review* 80(2), 86-91

Gujarati, D.N. (2004). *Basic Econometric*. The McGraw–Hill Companies, 4. Edition.

Gülmez, A., ve Akpolat, A. G. (2014). *Ar-Ge & İnovasyon Ve Ekonomik Büyüme: Türkiye Ve Ab Örneği İçin Dinamik Panel Veri Analizi*. AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:14, Sayı:2, 14: 1-17

Gülmez, A., ve Yardımcıoğlu, F. (2012). *OECD Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Eşbütünlük ve Panel Nedensellik Analizi (1990-2010)*. Maliye Dergisi. Sayı 163

Hagedoorn, J., and Cloudt, M. (2003). *Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators?* Research Policy, 32(8), 1365–1379. doi:10.1016/s0048-7333(02)00137-3

Hall, B. H. (2004). *Innovation And Diffusion*. National Bureau Of Economic Research, Nber Working Paper Series, NBER / Working Paper No. 10212. 1-34

Hobikoğlu, E. H. ( 2009). *Yeni Ekonomide İnovasyon ve Sürdürülebilir Rekabetin Yarattığı Katma Değerin Bilgi Toplumuna Etkisi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Hughes, T.P., 1987. *The evolution of large technological systems*. In: Bijker, W.E., Hughes, T.P., Pinch, T. (Eds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. MIT Press, Cambridge, MA, pp. 51–82.

Inekwe, J.N. (2015). *The Contribution of R&D Expenditure to Economic Growth in Developing Economies*. Soc Indic Res 124, 727–745

Jaffe, A. B., Lerner, J. and Stern, S. (2000). *Innovation Policy and the Economy*. National Bureau of Economic Research. Number 1. The MIT Press, Cambridge. ISSN: 1531-3468

Jones, C. (2001). *Introduction to Economic Growth*. Second Edition. Publisher: W. W. Norton & Company. ISBN-10: 0393977455

Kaya, A. A. (1997). *Kalkınmada Teknoloji Geliştirmenin Önemi Ve , Türkiye'nin Ar-Ge Politikası*. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 13(1), 381-392

Kaya, U., ve Uğurlu, S. (2013). *Ar-Ge Harcamaları İle İhracat Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği, 1990-2011*. Ekev Akademi Dergisi Yıl: 17 Sayı: 57. 269-282.

Kayalidere, G. (2014). *Türkiye'nin Teknoloji Politikalarında Teknoparkların Önemi ve Teknoparklara Yönelik Vergi Avantajları*. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 1(1), 77-96.

Kaymakçı, O., Avcı, N., ve Şen, R. (2007). *Uluslararası Ticarete Giriş* (Birinci Baskı). Ankara: Nobel Yayınları.

Keller, W. (2001). *International Technology Diffusion*. Working Paper 8573. National Bureau Of Economic Research. Cambridge.

Kılıç, C., Bayar, Y., ve Özekicioğlu, H. (2014). *Araştırma Geliştirme Harcamalarının Yüksek Teknoloji Ürün İhracatı Üzerindeki Etkisi: G-8 Ülkeleri İçin Bir Panel Veri Analizi*. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 44, 115-130

Kleinknecht, A. (1990). *Are there Schumpeterian waves of innovations?* Cambridge Journal of Economics, 14(1), 81–92. doi:10.1093/oxfordjournals.cje.a03512

Konak, A. (2018). *Yüksek Teknoloji İçeren Ürün İhracatının İhracat Hacmi ve Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi; Seçilmiş OECD Ülkeleri ve Türkiye Örneği*. Yönetim, Ekonomi, Edebiyat, İslami ve Politik Bilimler Dergisi,3(2): 56-80

Kondratieff, N. D., (1979). *The Long Waves in Economic Life*. Review (Fernand Braudel Center), Vol. 2, No. 4, pp. 519-562

Korkmaz, (2010). *Türkiye’de Ar-Ge Yatırımları Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Var Modeli İle Analizi*. Journal of Yasar University 20(5) 3320-3330

Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.G., Feld, T., and Hoffmann, M. (2014). *Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242.

Lefebvre, E., Lefebvre, L. A., and Bourgault, M. (1998). *R&D-Related Capabilities as Determinants of Export Performance*. Small Business Economics, Vol. 10, No. 4. 365-377.

León-Ledesma, M. (2000). *"R&D Spillovers and Export Performance: Evidence from the OECD Countries."* Studies in Economics 0014, Department of Economics, University of Kent. <https://ssrn.com/abstract=256630>

Lichtenberg, F. R. (1987). *The Effect of Government Funding on Private Industrial Research and Development: A Re-Assessment*. The Journal of Industrial Economics, 36(1), 97-104 doi:10.2307/2098599

Lucas, Robert E. (1988). *On the Mechanics of Economic Development*. Journal of Monetary Economics , 22, 3-42. North-Holland.

Mankiw, N. G. (2009). *Macroeconomics. (Seventh Edition)*. New York: Worth Publishers.

Manual, F. (2002). *Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development* (Altıncı Baskı). Paris: OECD Yayınları.

Marks, K. (2003). *Kapital*. Çeviren: Alaaddin Bilgi. Eriş Yayınları 3. Baskı.

Mensch, G., & Schnopp, R. (1980). Stalemate in Technology, 1925-1935: The Interplay of Stagnation and Innovation. In W. H. Schröder, & R. Spree (Eds.), *Historische Konjunkturforschung* (pp. 60-74). Stuttgart: Klett-Cotta. <https://nbnresolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-340157>

Meo, S. A., Al Masri, A. A., Usmani, A. M., Memon, A. N., And Zaidi, S. Z. (2013). *Impact of GDP, Spending on R&D, Number of Universities and Scientific Journals on Research Publications among Asian Countries*. PLoS ONE, 8(6), e66449.

Misa, T. J., (1992). *Theories of Technological Change: Parameters and Purposes*. Science, Technology, & Human Values, Vol. 17, No. 1 pp. 3-12. Sage Publications, Inc.

Mustafa Çoruh, M. (2019). *Bilişim Teknolojileri Ekonomisi Toplumu*. Editör (Murat Ukray) 4. Baskı. İstanbul.

Narkus, S. (2012). *Kondratieff, N. and Schumpeter, Joseph A. long-waves theory Analysis of long-cycles theory*. Master thesis for the degree of Master of Philosophy in Environmental and Development Economics. UNIVERSITETET I OSLO.

Neumann, M. (1997). *The rise and fall of the wealth of nations: long waves in economics and international politics*. Edward Elgar Publishing Limited. ISBN-10: 185898548X

Niebuhr, A. (2010). *Migration and innovation: Does cultural diversity matter for regional R&D activity?* Papers in Regional Science, 89(3), 563–585.

Oluwatobi, S., Olurinola, I., Alege, P., and Ogundipe, A. (2018). *Knowledge-driven economic growth: the case of Sub-Saharan Africa*. Contemporary Social Science, 62-81

On Birinci Kalkınma Planı 2019-2023. (Temmuz , 2019). T.C. Resmi Gazete (30840, 23 Temmuz 2019).

Oslo Manual 2005, Guidelines For Collecting And Interpreting Innovation Data ( 3TH Edition). 1-166.

[https://www.tubitak.gov.tr/tubitak\\_content\\_files/BTYPD/kilavuzlar/Oslo\\_Manual\\_Third\\_Edition.pdf](https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/BTYPD/kilavuzlar/Oslo_Manual_Third_Edition.pdf)

Oslo Manual 2018, Guidelines For Collecting, Reporting And Using Data On Innovation( 4th Edition). 1-258. <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264304604-en.pdf?expires=1595418130&id=id&accname=guest&checksum=C206AC6C59892793F6D9FF1DECD785FD>

Özgüler, V. C., (2003). *Uzun Dönemli Dalgalanmalar Yenilikler Ve Yeni Ekonomi*. Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/794563>

Öztuna, B. (2017). *Endüstri 4.0 ile Çalışma Yaşamının Geleceği*. Birinci Basım. Gece Kitaplığı. Ankara.

Panda, S., Sharma, R., and Park, W. G. (2020). *Patent Protection, Technological Efforts, And Exports: An Empirical Investigation*. The Journal of Developing Areas, 54(2). 145-162. doi:10.1353/jda.2020.0021

Pappas, R. A., and Remer, D. S. (1985). *Measuring R&D Productivity*. Research Management, 28(3), 15–22

Parayil, G. (1991). Schumpeter on Invention, Innovation and Technological Change. Journal of the History of Economic Thought, 13(01), 78-89. doi:10.1017/s10538372000034



- Peng, L. (2010). *Study on Relationship between R&D Expenditure and Economic Growth of China*. Proceedings of the 7th International Conference on Innovation & Management, 1725-1728.
- Peterson, R. A., Rudelius W. and Wood, G. L. (1972). *Spread of Marketing Innovations in a Service Industry*. The Journal of Business, The University of Chicago Press. Vol. 45, No. 4. pp. 485-496.
- Porter, M. E. (1995). *Toward a New Conception of Environment-Competitiveness Relationship*, *Journal of Economic Perspectives*, Volume 9,N.4. (45)
- Ribeiro, B., and Shapira, P. (2020). *Private and public values of innovation: A patent analysis of synthetic biology*. *Research Policy*, 49(1), 1-11.
- Roberts, E. B. (1988). *What We've Learned: Managing Invention and Innovation*. *Research-Technology Management*, 31(1), 11–29.
- Romer, P. M. (1986). *Increasing Returns and Long-Run Growth*, *Journal of Political Economy*, Vol. 94, No. 5. 1002-1037. The University of Chicago Press
- Romer, P.M. (1990). *Endogenous Technological Change*, *Journal of Political Economy*. Vol:98 No: 5. 71-102. He University of Chicago Press
- Salim, R. A. and Bloch, H. (2009). *Business expenditures on R&D and trade performances in Australia: is there a link?*, *Applied Economics*, 41:3, 351-361,
- Saray, M. O. ve Hark, R. (2015). *OECD Ülkelerinin İleri-Teknoloji Ürünlerindeki Rekabet Güçlerinin Değerlendirilmesi*. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,5(1), 347-372.
- Sarno, L and Taylor, M. P. (2002). *Purchasing Power Parity and the Real Exchange Rate*. IMF Staff Papers. Volume 49 No:1, International Monetary Fund.
- Schumpeter, J. A. (1976). *Capitalism, Socialism and Democracy*. George Allen & Unwin Publishers. Taylor & Francis e-Library. ISBN 0-203-26611-0
- Shiova, Y., and Nishizawa, T. (2008). *Marshall and Schumpeter on Evolution: Economic Sociology of Capitalist Development*. Edwar Elgar Publishing/ USA
- Silverberg, G. (2003). *Breaking the waves: a Poisson regression approach to Schumpeterian clustering of basic innovations*. *Cambridge Journal of Economics*, 27(5), 671–693. doi:10.1093/cje/27.5.671
- Silverberg, G., & Lehnert, D. (1993). Long waves and “evolutionary chaos” in a simple Schumpeterian model of embodied technical change. *Structural Change and Economic Dynamics*, 4(1), 9–37.
- Smith, A. (2006). *Milletlerin Zenginliği*, Çeviren Haldun Derin. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. İstanbul.

Snowdon, B., ve Vane, H.R. (2005). *Modern Macroeconomics: its Origins, Development and Current State*. USA: Edward Elgar.

Soete, L. L. G., Verspagen, B., and Ziesemer, T. H. W. (2019). *The productivity effect of public R&D in the Netherlands*. *Economics of Innovation and New Technology*, 29(1). 31-47.

Sokolov-Mladenović, S., Cvetanović, S. and Mladenović, I. (2016) R&D expenditure and economic growth: EU28 evidence for the period 2002–2012, *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 29:1, 1005-1020

Solow, R. M. (1956). *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.

Solow, R. M. (1957). *Technical Change and the Aggregate Production Function*. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312-320.

Swan, T. W. (1956). *Economic Growth And Capital Accumulation*. *Economic Record*, 32(2), 334–361.

Todaro, M. P., Smith, S. C. (2014). *Economic Development*. Twelfth Edition, Pearson Education, Inc. ISBN 10: 0-13-340678-4. ISBN 13: 978-0-13-340678-8

TÜİK, 2020. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do> Erişim Tarihi: 14.05.2020

Türk Patent ve Marka Kurumu (2020).

<https://www.turkpatent.gov.tr/TURKPATENT/statistics/> (Erişim Tarihi 14.05.2020)

UNESCO 2019. Global Investments in R&D. Fact Sheet No. 54 June 2019 FS/2019/SCI/54

UNESCO 2019. Human Resources in R&D. Fact Sheet No. 53 June 2019 FS/2019/SCI/53

UNESCO UIS (2020), <http://data.uis.unesco.org/index.aspx?queryid=74> (Erişim Tarihi 13.05.2020)

UNESCO UIS (2020), <http://data.uis.unesco.org/index.aspx?queryid=61> (Erişim Tarihi 30.04.2020).

Utterback, J. M., and Abernathy, W. J. (1975). *A dynamic model of process and product innovation*. *Omega*, 3(6), 639–656. doi:10.1016/0305-0483(75)90068

Vaidya, S., Ambad, P., and Bhosle, S. (2018). *Industry 4.0 – A Glimpse*. *Procedia Manufacturing*, 20, 233–238.

Virasa, T., and Tang, J. C. S. (1998). *The role of technology in international trade: A conceptual model for developing countries*. *The Journal of High Technology Management Research*, 9(2), 195–205.

Wei, Y. and Liu, X. (2006). *Productivity Spillovers from R&D, Exports and FDI in China's Manufacturing Sector*. *Journal of International Business Studies*, 37( 4 ), 544-557

WIPO IP Facts and Figures 2019. Economics & Statistics Series.

WIPO, 2019 World Intellectual Property Indicators. Economics & Statistics Series.

World Bank, 2020. <https://data.worldbank.org/> Erişim Tarihi: 14.05.2020 (Türkiye)

Yaman, H., ve Sungur, O. (2019). *İleri Teknoloji İhracatı Ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine Yönelik Ekonometrik Bir Analiz*. BAİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 20, Sayı: 1 63-80.

Yang, C. H. and Chen, Y. H. (2012). *R&D, productivity, and exports: Plant-level evidence from Indonesia*. Economic Modelling, 29(2), 208-216

Yavaş, H. K. (2014). Bilgi Ekonomisi ve Türkiye. TİSK Akademi. 2, ss.49-74. Cilt 9 Sayı 18.

Zhao, H., and Li, H. (1997). *R&D and export: An empirical analysis of Chinese manufacturing firms*. The Journal of High Technology Management Research, 8(1), 89–105.

## EKLER

**Ek 1.: Ar-Ge Harcamaları (R&D) ve Ekonomik Büyüme (GDP), İhracat (EXP) Serileri**

Yıllar	R&D	GDP	EXP
1990	1587	150.676.000.000	12.959.287.612
1991	2609	150.028.000.000	13.593.462.021
1992	2563	158.459.000.000	14.714.628.825
1993	2503	180.170.000.000	15.345.066.893
1994	1833	130.690.000.000	18.105.872.075
1995	2178	169.486.000.000	21.637.040.881
1996	2768	181.476.000.000	23.224.464.973
1997	3241	189.835.000.000	26.261.071.548
1998	3388	275.769.000.000	26.973.951.738
1999	4125	255.884.000.000	26.587.224.962
2000	4508	272.979.000.000	27.774.906.045
2001	4770	200.252.000.000	31.334.216.356
2002	4947	238.428.000.000	36.059.089.029
2003	4782	311.823.000.000	47.252.836.302
2004	5608	404.787.000.000	63.167.152.820
2005	6931	501.416.000.000	73.476.408.143
2006	7270	552.487.000.000	85.534.675.518
2007	9475	675.770.000.000	107.271.749.904
2008	9570	764.336.000.000	132.027.195.626
2009	10653	644.640.000.000	102.142.612.603
2010	11408	771.902.000.000	113.883.219.184
2011	12691	832.524.000.000	134.906.868.830
2012	13835	873.982.000.000	152.461.736.556
2013	14758	950.579.000.000	151.802.637.087
2014	16328	934.186.000.000	157.610.157.690
2015	17739	859.797.000.000	143.838.871.428
2016	19615	863.722.000.000	142.529.583.808
2017	21418	852.677.000.000	156.992.940.414
2018	19266	771.350.000.000	167.920.613.455

## Ek 2.: Ar-Ge Harcamaları ve Ekonomik Büyüme Kısa ve Uzun Dönem Analiz Sonuçları

### Uzun Dönem Analizi

Dependent Variable: LGDP  
Method: Least Squares  
Date: 06/09/20 Time: 14:42  
Sample: 1990 2018  
Included observations: 29

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LRD	0.858909	0.045107	19.04142	0.0000
C	19.17790	0.395934	48.43709	0.0000
R-squared	0.930694	Mean dependent var		26.68686
Adjusted R-squared	0.928127	S.D. dependent var		0.711034
S.E. of regression	0.190622	Akaike info criterion		-0.410575
Sum squared resid	0.981094	Schwarz criterion		-0.316279
Log likelihood	7.953340	Hannan-Quinn criter.		-0.381043
F-statistic	362.5759	Durbin-Watson stat		0.848918
Prob(F-statistic)	0.000000			

### Kısa Dönem Analizi

Dependent Variable: D(LGDP)  
Method: Least Squares  
Date: 06/09/20 Time: 14:44  
Sample (adjusted): 1991 2018  
Included observations: 28 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LRD)	0.506814	0.240212	2.109861	0.0451
RESID01(-1)	-0.323369	0.182095	-1.775828	0.0879
C	0.016374	0.035750	0.458023	0.6509
R-squared	0.175278	Mean dependent var		0.058322
Adjusted R-squared	0.109300	S.D. dependent var		0.163568
S.E. of regression	0.154370	Akaike info criterion		-0.797972
Sum squared resid	0.595753	Schwarz criterion		-0.655235
Log likelihood	14.17160	Hannan-Quinn criter.		-0.754336
F-statistic	2.656614	Durbin-Watson stat		1.805963
Prob(F-statistic)	0.089918			

### Ek 3.: Ar-Ge Harcamaları ve İhracat Kısa ve Uzun Dönem Analiz Sonuçları

#### Uzun Dönem Analizi

Dependent Variable: LEXP  
Method: Least Squares  
Date: 07/06/20 Time: 02:54  
Sample: 1990 2018  
Included observations: 29

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LRD	0.829675	0.080792	10.26931	0.0000
K	0.527584	0.128729	4.098413	0.0004
C	17.15004	0.644852	26.59532	0.0000
R-squared	0.962608	Mean dependent var		24.71270
Adjusted R-squared	0.959731	S.D. dependent var		0.914208
S.E. of regression	0.183455	Akaike info criterion		-0.455997
Sum squared resid	0.875050	Schwarz criterion		-0.314552
Log likelihood	9.611954	Hannan-Quinn criter.		-0.411698
F-statistic	334.6635	Durbin-Watson stat		1.049051
Prob(F-statistic)	0.000000			

#### Kısa Dönem Analizi

Dependent Variable: D(LEXP)  
Method: Least Squares  
Date: 07/06/20 Time: 02:57  
Sample (adjusted): 1991 2018  
Included observations: 28 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LRD)	0.102863	0.173244	0.593746	0.5582
K	0.020215	0.042258	0.478359	0.6367
RESID01(-1)	-0.262059	0.132900	-1.971852	0.0603
C	0.070199	0.037107	1.891775	0.0706
R-squared	0.150325	Mean dependent var		0.091489
Adjusted R-squared	0.044116	S.D. dependent var		0.111402
S.E. of regression	0.108917	Akaike info criterion		-1.464894
Sum squared resid	0.284711	Schwarz criterion		-1.274579
Log likelihood	24.50851	Hannan-Quinn criter.		-1.406713
F-statistic	1.415364	Durbin-Watson stat		1.369036
Prob(F-statistic)	0.262699			

# ÖZGEÇMİŞ

## Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Sıla ERDOĞAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Afyonkarahisar / 10.02.1994

## Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi / İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi  
/İktisat Bölümü

Lisansüstü Öğrenimi: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü  
/İktisat ABD / Yüksek Lisans

## İş Deneyimi:

2018-2019 / Pazarlama Alan Öğretmeni

## İletişim:

E-posta Adresi: silaerdogann03@gmail.com

Tarih: 29.07.2020