

**T.C.**  
**SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**KÜRESEL İNOVASYON ENDEKSİ İLE SEÇİLMİŞ**  
**MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLERİN NEDENSELLİK**  
**İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ: G7 VE TÜRKİYE ÖRNEĞİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tenzile KARACA**

**Enstitü Anabilim Dalı** : **ULUSLARARASI TİCARET VE**  
**LOJİSTİK**  
**Tez Danışmanı** : **Dr. Öğr. Üyesi Nermin Ceren**  
**TÜRKMEN**

**Haziran 2023**

T.C.  
SAKARYA UYGULAMALI BİLİMLER ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

KÜRESEL İNOVASYON ENDEKSİ İLE SEÇİLMİŞ  
MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLERİN NEDENSELLİK  
İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ: G7 VE TÜRKİYE ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tenzile KARACA

Enstitü Anabilim Dalı : ULUSLARARASI TİCARET  
VE LOJİSTİK

Bu tez 19/06/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ	BAŞARI DURUMU
Jüri Başkanı: Doç. Dr. Nevran KARACA	BAŞARILI
Üye: Dr. Öğr. Üyesi Nermin Ceren TÜRKMEN	BAŞARILI
Üye: Doç. Dr. Asena BOZTAŞ	BAŞARILI

## BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel/yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Tenzile KARACA

19/06/2023

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca bilgi, tecrube ve emeklerini esirgemeyen; süreç içerisinde samimi sıcak yaklaőımıyla her zaman yol gösteren değerli danıőmanım Dr. Öğr. Üyesi Nermin Ceren TÜRKMEN' e sonsuz teşekkür ederim. Eğitim hayatımda tanıştığım ve her zaman yanımda olan arkadaőım Emre TURęUT' a teőekkürlerimi sunarım. Hayatımda her zaman en büyük yeri alan ve daima yanımda olan en büyük sevgi kaynaklarım; annem babam ve ablama...

“Yenilik yapmayan ölür.” Christopher Freeman

# İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR .....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
KISALTMALAR .....	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>BÖLÜM 1.</b>	
<b>GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>BÖLÜM 2.</b>	
<b>KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....</b>	<b>5</b>
2.1. İnovasyon Kavramı .....	5
2.1.1. İnovasyon türleri .....	7
2.1.2. İnovasyonla ilişkili kavramlar .....	13
2.2. Sanayi Devrimleri ve Endüstri 4.0 .....	19
2.2.1. Endüstri 1.0 .....	21
2.2.2. Endüstri 2.0 .....	25
2.2.3. Endüstri 3.0 .....	28
2.2.4. Endüstri 4.0 .....	31
<b>BÖLÜM 3.</b>	
<b>İNOVASYON VE MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLERİN İLİŞKİSİ .....</b>	<b>45</b>
3.1. Küresel İnovasyon Endeksi ve İnovasyon Yeteneğinin Ölçümü .....	47
3.2. Literatür Taraması .....	53
<b>BÖLÜM 4.</b>	
<b>UYGULAMA.....</b>	<b>60</b>
4.1. Amaç ve Kapsam .....	60
4.2. Metodoloji .....	60
4.2.1. Veri seti .....	60
4.2.2. Yöntem.....	63
4.2.3. Tanımlayıcı istatistikler.....	66
4.3. Bulguların Değerlendirilmesi.....	71
4.3.1. ADF birim kök analizi .....	72
4.3.2. Uygun gecikme uzunluğu (VAR) .....	73

4.3.3. Toda-Yamamoto nedensellik testi.....	73
4.3.4. ARDL testi .....	78
<b>BÖLÜM 5.</b>	
<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>84</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>89</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>101</b>



## KISALTMALAR

<b>AB:</b>	Avrupa Birliği
<b>ABD:</b>	Amerika Birleşik Devletleri
<b>AİK:</b>	Avrupa İnovasyon Karnesi
<b>AR-GE:</b>	Araştırma Geliştirme
<b>BİT:</b>	Bilgi İletişim Teknolojileri
<b>CPS:</b>	Siber-Fiziksel Sistemler
<b>EBSO:</b>	Ege Bölgesi Sanayi Odası
<b>EIU:</b>	En Yenilikçi Ekonomi Sıralaması
<b>EUROSTAT:</b>	Avrupa İstatistik Ofisi
<b>GPS:</b>	Küresel Konumlama Sistemi
<b>GSYİH:</b>	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
<b>IoT:</b>	Nesnelerin İnterneti
<b>KİE:</b>	Küresel İnovasyon Endeksi
<b>KOBİ:</b>	Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme
<b>MÜSİAD:</b>	Müstakil Sanayi ve İş Adamları Derneği
<b>NIST:</b>	Uluslararası Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü
<b>OECD:</b>	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
<b>TİA:</b>	Topluluk İnovasyon Anketi
<b>TUSİAD:</b>	Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
<b>WIPO:</b>	Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü

## TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1: OECD'ye göre AR-GE'nin kategorileri. ....	13
Tablo2.2: Akıllı fabrika ve geleneksel fabrikaların teknik özellikleri. ....	34
Tablo3.1: İnovasyon ölçüm çalışmaları. ....	46
Tablo 4.1: Kullanılan verilere ilişkin bilgiler. ....	59
Tablo 4.2: G7 grup serisi değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri. ....	65
Tablo4.3: Türkiye için değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri. ....	67
Tablo4.4: G7 serisinin ADF birim kök test sonuçları. ....	70
Tablo4.5: Türkiye ADF birim kök test sonuçları. ....	70
Tablo 4.6: G7 için VAR modeli uygun gecikme uzunluğu belirlenmesi. ....	71
Tablo 4.7: Türkiye VAR modeli uygun gecikme uzunluğu belirlenmesi. ....	71
Tablo 4.8: CB (G7) sonucu. ....	72
Tablo 4.9: EG (G7) sonucu. ....	72
Tablo 4.10: HTE (G7) sonucu. ....	72
Tablo 4.11: KIE(G7) sonucu. ....	73
Tablo 4.12: U(G7) sonucu. ....	73
Tablo 4.13: CB(TUR) sonucu. ....	74
Tablo 4.14: EG(TUR) sonucu. ....	74
Tablo 4.15: HTE(TUR) sonucu. ....	74
Tablo 4.16: KIE(TUR) sonucu. ....	75
Tablo 4.17: U(TUR) sonucu. ....	75
Tablo 4.18: ARDL (2,2,2,2) G7 model tahmin sonuçları. ....	76
Tablo 4.19: Sınır testi sonuçları. ....	77
Tablo 4.20: Kısa dönem tahmin sonuçları. ....	77
Tablo 4.21: Uzun dönem tahmin sonuçları. ....	78
Tablo 4.22: ARDL (2,2,2,2) Türkiye model tahmin sonuçları. ....	78
Tablo 4.23: Sınır testi sonuçları. ....	79
Tablo 4.24: Kısa dönem tahmin sonuçları. ....	79
Tablo 4.25: Uzun dönem tahmin sonuçları. ....	80



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: İnovasyon türleri .....	7
Şekil 2.2: Endüstri 4.0 önceki sanayi devrimlerinden ayıran özellikleri. ....	31
Şekil 2.3: Endüstri 4.0'ın unsurları. ....	32
Şekil 3.1: Ulusal inovasyon sistemlerinin ana unsurları. ....	44
Şekil 3.2: Küresel İnovasyon Endeksi bileşenleri.....	48
Şekil 3.3: KIE'nin 2007-2021 arasındaki değişimi.....	51
Şekil 4.1. G7 serisi değişken grafikleri. ....	68
Şekil 4.2: Türkiye değişken grafikleri.....	69



# KÜRESEL İNOVASYON ENDEKSİ İLE SEÇİLMİŞ MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLERİN NEDENSELLİK İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ: G7 VE TÜRKİYE ÖRNEĞİ

## ÖZET

Yeni buluşların doğması inovasyon faaliyetlerini önemseyip içselleştirebilmekten geçmektedir. Endüstri 4.0 da kendinden önceki sanayi devrimlerinden beslenerek ortaya çıkmıştır. Endüstri 4.0'ın unsurları olarak adlandırılan yeni buluşların ortaya çıkışı da hızla gelişim gösteren teknolojik gelişmelerin bir sonucudur. Teknolojik gelişmelerin yaşanması ise inovasyon ve Ar-Ge çalışmalarının bir sonucu olarak yaşanmaktadır. Hem inovasyon hem de endüstri 4.0 süreçlerini bünyesine katarak gelişim gösteren ülkelerin global pazarda rakiplerinin ötesine geçmelerinin olasılığı oldukça yüksektir. Küresel düzeyde rakiplerine üstünlük sağlayan ülkelerin ise gelişmişlik düzeyi ve refah düzeyindeki olası artışın toplum üzerindeki olumlu etkisi yadsınamaz bir gerçektir.

Bu çalışmanın amacı, inovasyonun; işsizlik, ekonomik büyüme, cari denge ve yüksek teknoloji ihracatı değişkenleri üzerindeki etkilerinin analizi vasıtası ile inovasyonun ülkelerin makroekonomik değişkenleri üzerindeki anlamlı kısa ve uzun dönem etkilerinin önemine vurgu yapmaktır. Literatürde inovasyon ile farklı makroekonomik değişkenlerin ilişkisini inceleyen çalışmalar mevcuttur. Ancak inovasyon göstergesi olarak daha çok patent başvuruları, bilgi iletişim teknolojileri gibi değişkenler kullanılmıştır. Bu çalışmada ise inovasyonu ölçmek için farklı birçok parametreyi içerisinde barındıran, inovasyon çıktısını daha anlamlı yansıtan KİE raporlarındaki ülke skorlarının kullanılan makroekonomik değişkenlerle ilişkisi G7 ülkeleri ve Türkiye üzerinden araştırılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucu literatürdeki boşluğun doldurulması hedeflenmiş ve daha sonraki yıllarda yapılacak çalışmalar için de yol gösterici bir kaynak olması amaçlanmıştır. İnovasyonun makroekonomik değişkenlerle ilişkisinin incelenmesi için serilere ilk olarak durağanlık testi uygulanarak serilerin durağanlığı tespit edilmiş, sonrasında veriler arasındaki nedensellik ilişkisini ortaya koymak amacıyla VAR modeli kurularak Toda-Yamamoto Granger nedensellik analizi ve ARDL testi kullanılmıştır. Toda-Yamamoto testine göre KİE üzerinde bütün makroekonomik değişkenlerin anlamlı bir Granger nedensellik sergilediği görülmektedir. ARDL modeline göre ise G7 ülke grubunda ekonomik büyüme ve yüksek teknoloji ihracatının kısa ve uzun dönemde inovasyon üzerinde olumlu ve anlamlı bir etkisi bulunmaktadır. İşsizlik ise kısa dönemde anlamlı iken uzun dönemde istatistiki olarak anlamlı bir etki göstermemektedir. Türkiye için ise kısa vadede ekonomik büyüme yüksek teknoloji ihracatı ve işsizlik KİE üzerinde anlamlı bir etki bulunmakla birlikte uzun vadede bu değişkenlerin bir etkisi bulunmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Endüstri 4.0, Ekonomik Büyüme, KİE

# **EXAMINING THE CAUSAL RELATIONSHIP BETWEEN THE GLOBAL INNOVATION INDEX AND SELECTED MACROECONOMIC VARIABLES: THE CASE OF G7 AND TURKEY**

## **ABSTRACT**

The birth of new inventions depends on being able to internalize and internalize innovation activities. Industry 4.0 has also emerged by feeding on the previous industrial revolutions. The emergence of new inventions, which are called the elements of Industry 4.0, is a result of rapidly developing technological developments. Technological developments are experienced as a result of innovation and R&D activities. Countries that develop by incorporating both innovation and industry 4.0 processes are highly likely to go beyond their competitors in the global market. The positive impact of the possible increase in the level of development and welfare of countries that outperform their competitors at the global level on society is an undeniable fact.

The aim of this study is to emphasize the importance of the significant short and long term effects of innovation on macroeconomic variables of countries through the analysis of the effects of innovation on unemployment, economic growth, current account balance and high technology export variables. In the literature, there are studies examining the relationship between innovation and different macroeconomic variables. However, variables such as patent applications and information communication technologies have been used as innovation indicators. In this study, the relationship between the macroeconomic variables used in the country scores in the KIE reports, which reflect the innovation output more meaningfully, which includes many different parameters to measure innovation, is investigated over G7 countries and Turkey. As a result of this study, it is aimed to fill the gap in the literature and to be a guiding source for future studies. In order to examine the relationship between innovation and macroeconomic variables, the stationarity of the series was first determined by applying the stationarity test to the series, then the VAR model was established to reveal the causality relationship between the data, and Toda-Yamamoto Granger causality analysis and ARDL test were used. According to the Toda-Yamamoto test, all macroeconomic variables exhibit a significant Granger causality on KIE. According to the ARDL model, economic growth and high technology exports have a positive and significant effect on innovation in the short and long run in the G7 country group. Unemployment, on the other hand, is significant in the short run but does not show a statistically significant effect in the long run. For Turkey, economic growth, high technology exports and unemployment have a significant effect on KIE in the short run, but these variables have no effect in the long run.

**Keywords:** Innovation, Industry 4.0, Economic Growth, KIE

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Ülkeler yüzyıllardır birbirine entegre şekilde yaşamaktadırlar. Bu durum insanların birbirine ihtiyaç duyması gibi ülkelerin de birbiri ile arasındaki iletişim, mecburi bir ihtiyaçtır. Ülkelerin kendi içerisindeki kültürel yapıları büyük önem arz etmekle birlikte yöneticilerin ve mevcut ekonominin de bir ülkenin gelişip sağlam temeller üzerinde büyüme göstermesinde önemli bir rolü bulunmaktadır. İlk endüstri devriminin İngiltere’de yaşanmasının da en önemli gerekçelerinden biri budur. Her ülke kendi gereksinimler doğrultusunda hareket etmekte ve gelişim göstermektedir. Endüstriyel devrimlerin yaşanmasında da kitlesel olarak insan yaşamını ve ekonomileri derinden etkileyen olayların meydana gelişi yatmaktadır. Endüstriyel devrimlere uyum göstererek küresel dünya düzeninde diğer ülkeler ile rekabet edebilmek, bu vesile ile ülkenin ekonomik kalkınmasını sağlamak her ülkenin asli amaçları arasında yer almaktadır. Bunun içinde gelişen ve dönüşen dünyada endüstri devrimlerine etki eden gelişmeleri ve teknolojileri takip etmek, ve hatta yeni teknolojiler geliştirilmesine öncülük edebilmek büyük önem arz etmektedir.

Dünya tarihinde endüstri devrimlerinin yaşanmasındaki önemli olgu inovasyondur. İnovasyon, ekonomik büyüme ve kalkınmanın önemli bir itici gücü olarak görülmektedir. İnovasyonun, üretim süreçlerinin iyileştirilmesi, yeni ürünlerin/hizmetlerin geliştirilmesi ve teknolojik gelişmelerin yaygınlaşması gibi çok yönlü etkileri bulunmaktadır. Bu bağlamda, inovasyonun makroekonomik değişkenler üzerinde nasıl bir aksiyon sergilediğini anlamak, ekonomi politikalarının tasarımı ve uygulanmasında ciddi öneme sahiptir. Bu çalışma, inovasyon ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada inovasyonun; işsizlik, ekonomik büyüme, cari denge ve yüksek teknoloji ihracatı değişkenleri üzerindeki etkileri ele alınacaktır.

İnovasyon ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişki, tarihsel süreç içerisinde endüstri devrimleriyle de yakından ilgilidir. Endüstri devrimlerinin yaşanmasına,

teknolojik yenilikler ve inovasyon faaliyetlerine olan yönelim öncülük etmiştir. İlk endüstri devrimi (Endüstri 1.0) ile başlayan süreç, daha sonraki endüstri devrimleri (Endüstri 2.0, 3.0 ve 4.0) ile devam etmiştir. Bu dönemlerde yaşanan teknolojik gelişmeler ve inovasyonlar, makroekonomik değişkenler üzerinde önemli etkiler yapmış ve ülke ekonomilerinin büyümesine katkıda bulunmuştur. Küreselleşmenin de bir getirisi olarak inovasyon faaliyetlerine verilen önem gün geçtikçe artmakta ve ülkelerin inovasyona ayırdıkları yatırımlar da beraberinde büyümektedir. Bu durumda inovasyon faaliyetlerini etkin biçimde kullanabilen ülkelerde daha fazla refah artışı yaşanmakta ve ekonomik olarak büyüme daha hızlı meydana gelmektedir.

Çalışmamızın ana hipotezi, inovasyonun makroekonomik değişkenler üzerinde pozitif ve önemli etkilere sahip olduğu yönündedir. Bu bağlamda, inovasyonun, üretim ve verimlilik artışına katkı sağlayarak ekonomik büyümeyi hızlandırdığı ve istihdamın yapısal değişimine yol açarak yeni iş alanlarının ortaya çıkmasına destek verdiği, bu sayede işsizliği azalttığı düşünülmektedir. Ayrıca, inovasyonun ileri teknoloji ihracatını artırdığı, cari işlemler dengesi açıklarını ise olumlu yönde etkileyerek açıkların azalmasına yol açtığı düşünülmektedir. Bu hipotezler, ampirik literatürdeki önceki çalışmalarla da desteklenmektedir. Çalışmamızda bu hipotezleri test etmek maksadıyla, zaman serisi analizinin güvenilirliğini olumsuz etkilemeyecek genişlikte bir veri setinin ilk olarak durağanlık sınamaları yapılmış ardından veriler arasındaki nedensellik ilişkisini ortaya koymak amacıyla VAR modeli kurularak Toda-Yamamoto Granger nedensellik analizi ve ARDL sınırlama testi kullanılmıştır.

Çalışma dört ana bölümde toplanmaktadır. İlk bölümde giriş kısmı verilerek çalışmanın amacı ve ana hipotezleri açıklanmaktadır. İkinci bölümde de kavramsal çerçeve altında inovasyon, inovasyonun türleri, inovasyonla ilişkili kavramlar ve endüstri devrimleri ile endüstri 4.0'dan bahsedilmektedir. Bu bölümde ayrıca, inovasyonun tarihsel süreç içerisinde endüstri devrimleriyle olan ilişkisi ele alınarak, bu dönemlerde yaşanan teknolojik gelişmeler ve makroekonomik değişkenler üzerindeki etkileri incelenecektir.

Üçüncü bölümde, küresel inovasyon endeksiyle ilgili teorik bilgilere yer verilerek KIE ile ilgili değişkenler arasındaki ilişki açıklanmaktadır. İnovasyon ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi inceleyen ampirik çalışmalar derlenerek, literatür taraması yapılmıştır.

Dördüncü bölümde, inovasyon ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiyi analiz etmek için kullanılacak veri seti ve metodoloji hakkında bilgi verilecektir. Bu bölümde, analizde kullanılacak değişkenlerin tanımlanması, veri kaynakları ve örneklem dönemi hakkında detaylı bilgi sunulacaktır. Ayrıca, analizde uygulanacak istatistiksel ve ekonometrik yöntemler açıklanacak ve bu yöntemlerin çalışmanın amacına uygunluğu değerlendirilecektir. Bu bölümde, inovasyonun makroekonomik değişkenler üzerindeki etkilerine dair bulgular ortaya konulacak ve çalışmanın ana hipotezleri test edilecektir. Ayrıca, elde edilen sonuçların literatürdeki önceki çalışmalarla uyumlu olup olmadığı değerlendirilecek ve sonuçların politika yapıcılar ve araştırmacılar için önemi üzerinde durulacaktır. Çalışmanın sonunda, gelecekte yapılacak araştırmalar için öneriler sunulacaktır.

Çalışmanın sonuçları, inovasyon ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiye ışık tutarak, ülkelerin inovasyon politikalarının ve yatırımlarının, ekonomik performans ve kalkınma süreçlerini nasıl etkilediğine dair bilgiler sunacaktır. Bu bağlamda, inovasyonun makroekonomik değişkenler üzerindeki etkisinin boyutu ve yönü, politika yapıcıların inovasyona yönelik politika önceliklerini ve stratejilerini şekillendirmede önemli bir rol oynayabilir. Özellikle, inovasyonun istihdam, büyüme, enflasyon ve dış ticaret üzerindeki etkileri, politika yapıcılar tarafından değerlendirilerek, inovasyonu teşvik edici ve destekleyici politikaların tasarlanması ve uygulanmasına yardımcı olabilir. Bu sayede, inovasyonun ekonomik büyüme ve kalkınma süreçlerine katkısı artırılabilir ve ülkelerin rekabet gücü ve refah düzeyi yükseltilebilir.

Sonuç olarak, bu çalışma, inovasyon ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkinin analiz edilmesi ve anlaşılması sayesinde, hem akademik literatüre katkı sağlamayı amaçlamakta hem de politika yapıcıların, inovasyon ve makroekonomik değişkenler arasındaki etkileşimi dikkate alarak, ekonomik kalkınma ve büyüme süreçlerini destekleyici politikalar geliştirmelerine yardımcı olmayı hedeflemektedir. Ayrıca akademisyenler ve politika yapıcılar için inovasyonun makroekonomik değişkenler üzerindeki etkilerini daha derinlemesine inceleyebilecekleri bir başlangıç noktası sağlayacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda, gelecekte yapılacak araştırmalar, inovasyon ve makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiye yönelik daha spesifik ve detaylı analizler yaparak, bu alanda bilgi birikimini daha da zenginleştirebilir ve politika yapıcıların daha etkin kararlar almasına katkı sağlayabilir.

## BÖLÜM 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 2.1. İnovasyon Kavramı

İnovasyon kavramı ilk kez Joseph Schumpeter (1934) tarafından değerlendirilmiştir. Joseph Schumpeter, iktisadi gelişme teorisiyle ilgili yaptığı çalışmalardan hareketle yaratıcı yıkım ve girişimcilik kavramlarından yola çıkarak inovasyon kavramına ulaşmıştır. Schumpeter' e göre inovasyonun temelinde girişimci bireyler yer almaktadır (Akyürek, 2020, s. 16).

1990'lı yıllardan sonra Türkçede ilk defa teknik alanda kullanılan inovasyon kavramı zamanla sanayi, sağlık, tarım, iktisat, spor gibi farklı alanlarda hatta günlük dilde de kullanılmaya başlanmıştır. İnovasyon kavramının Türkçe de tam bir karşılığını yoktur. Dilimize İngilizceden geçen kavram, asıl olarak Latince kökenli olup innovatio kelimesinden türetilmiştir. İngilizcede “*bir deney veya çalışma sonucu ortaya çıkan yeni bir ürün veya uygulama*” şeklinde tanımlanan innovation, Türkçe-İngilizce sözlükte; “*icat, yenilik, yeni bir cihaz/fikir, yöntem, yenilik çıkarma, yenileştirme, yeni bir yöntem vb. ortaya koyma*” şeklinde tanımlanmıştır (Akalin, 2007, s. 483-484). Genel bir tanım yapılacak olursa inovasyon; hizmette, üründe veya süreçte katma değer yaratacak değişikliklerin ve yeniliklerin oluşumu şeklinde değerlendirilebilmektedir. İnovasyon kavramının iki hususu belirttiği, tanımdan yola çıkarak söylenebilir. Bunlar; sonuç/çıktı şeklinde inovasyon ve süreç şeklinde yenilik inovasyonudur. İnovasyon farklı/değişik olan herhangi bir şeyi içerisinde barındırmaktadır. Yeni fikirlerin doğmasıyla oluşan inovasyonun devamında bu fikirlerin hayata geçirilmesi ve fayda tanımını içine katmasıyla inovasyon tamamlanmaktadır (Elverdi, 2019, s. 7).

İNOVASYON  FARKLILIK+DEĞER YARATMA

Küresel rekabet koşullarında işletmelerin varlıklarını sürdürebilmeleri; hizmetlerini, ürünlerini üretim yöntemlerini yenileme değiştirme gereksinimini doğurmakta ve bu akışın süreklilik şeklinde devamını zorunlu kılmaktadır. İşletmelerin yapmış olduğu bu akış inovasyon kavramıyla tanımlanmaktadır (Tüysüz, 2020, s. 9). Yenilik yani

inovasyon; işletme içi uygulamalarda ya da dış ilişkilerde, işyeri organizasyonlarında yeni ya da yüksek düzeyde iyileştirilmiş bir ürün (hizmet/mal), süreç, yeni bir organizasyonel metot ya da yeni pazarlama metodunun ortaya çıkarılmasıdır. İnovasyonun gerçekleştirilmesindeki asgari koşul süreç, ürün, organizasyonel yöntem veya pazarlama yönteminin işletme için yeni ya da yüksek düzeyde iyileştirilmiş olmasıdır. Yenilik faaliyetleri, inovasyonun doğmasına yol açabilecek tüm bilimsel, finansal, teknolojik ve ticari organizasyonel alanda oluşabilecekleri kapsamaktadır. İnovasyonun oluşabilmesinde yeniliğin doğması ya da var olan ürün/hizmet üzerinde önemli derecede iyileştirmelerin oluşabilmesinde Ar-Ge önemli araçlardan biridir (OECD/Eurostat, 2005, s. 50-51).

İnovasyon kavramı hem süreci yani yenilenmeyi hem de sonucu yani yeniliğin yada diğer bir ifadeyle inovasyonun ortaya çıkmasını belirtmektedir. AB ve OECD'nin yapmış olduğu tanıma göre inovasyon; *“bir fikri pazarlanabilen hizmet ya da ürüne, yeni oluşmuş ya da geliştirilmiş üretim veya dağıtım şekline ya da yeni toplumsal hizmet yöntemine dönüştürmek”* şeklinde tanımlanmıştır (Kavak, 2009, s. 618). Bununla birlikte bu dönüştürme aşaması sonucunda ortaya konan pazarlanabilir, yeni veya geliştirilmiş ürün, hizmet ya da yöntemi ifade etmektedir.

İşletmeler inovasyon faaliyeti gerçekleştirirken inovasyon sonucunda işletme açısından ne gibi sonuçlar yaratacağı da çok önemli bir etkidir. İşletme inovasyon faaliyetinde bulunurken talebi arttırmak, maliyetleri düşürmek ve işletme performansını yükseltmek istemektedir. Yenilikçi firmalar açısında yeni bir ürün/süreç geliştirmek veya mevcut ürün/süreçte yüksek düzeyde değişiklik sağlamak pazar avantajı yaratabilmektedir. İşletmeler küresel pazarlarda rekabet edebilirliği arttırmak için ürünlerde/süreçlerde inovatif çalışmalar yaparak rakiplerine karşı maliyet avantajı sağlayabilmekte veya talep esnekliğine bağlı olarak pazar payını arttırarak düşük fiyat daha fazla satış şeklinde ilerleyebilmektedir. Organizasyonel süreçlerdeki değişiklikler de işletmelerin operasyon verimliliğini ve kalitesini arttırabilmekte ve bu sayede talep artışı veya maliyetlerde düşüşü sağlayabilmektedir (OECD/Eurostat, 2005, s. 33).

Kongar (1995: 73-77)'a göre inovasyon faaliyetlerinin işletmeler açısından 3 temel amacı vardır. Bunlar:



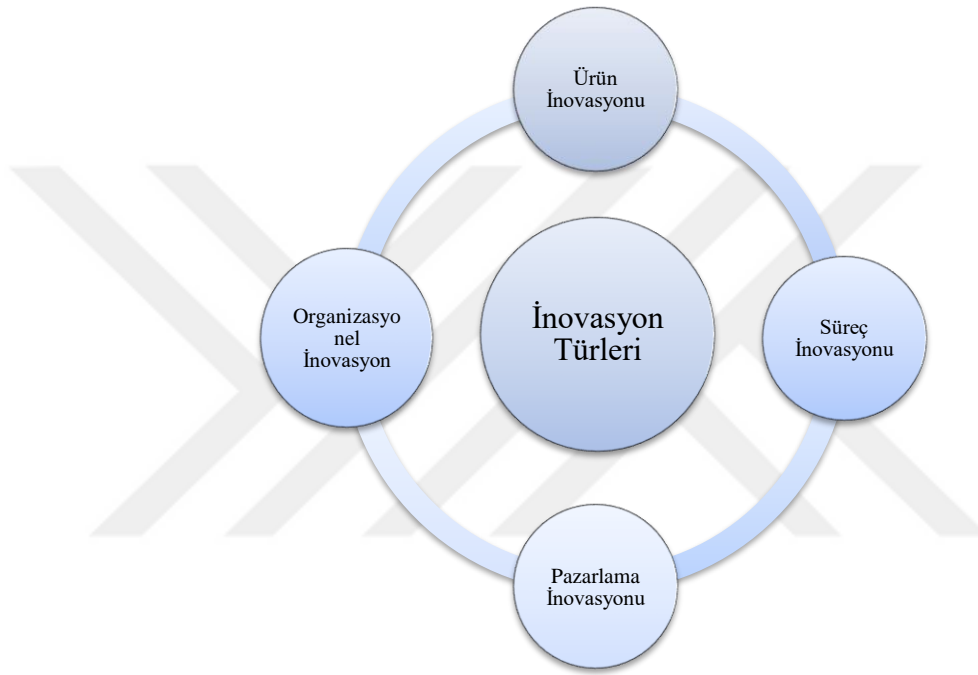
- **İşletmenin varlığını sürdürebilmesi:** İşletmelerde ürün veya hizmet çeşitliliği ile birlikte çeşitli pazarlarda rekabet etme durumu söz konusudur. Küresel pazarlarda yüksek teknolojinin gelişmesi ve kullanılmaya başlanmasıyla beraber ürünlerinde yaşam eğrisindeki süreleri kısaltmaya başlamıştır. Bu durum da işletmelerin ayakta kalması ve rekabet edebilirliğini sürdürmesi açısından yenilenmeyi ve inovasyon faaliyetlerini zorunlu kılmaktadır.
- **İşletmenin pazarda lider konuma gelmesi:** İşletme, pazar koşullarını yakından takip ederek insanların neye gereksinim duyduklarını neyi talep ettiklerini doğru algılayarak bu çerçevede teknolojik yenilikleri ve pazarın talebini karşılayabilirse bu işletmeler lider konumda olabileceklerdir. Lider konuma gelen işletme rekabet şartlarını kendi lehine kullanarak piyasayı da elinde tutma ve şekillendirme imkânı sağlayacaktır.
- **Kârın arttırılması:** İşletmelerin başarılarını gösteren unsurlardan biri de kârlılıktır. Yenilik/inovasyon uygulamaları işletmelerin başta kârlılığını azaltır gibi görünse de zamanla kârların arttığı görülecektir. İnovasyon faaliyetleri başarılı olursa; maliyetlerde azalma, üretim sürelerinde azalma, performans ve verimlilikte artışlar meydana gelecektir. Ancak inovasyon faaliyetleri hızlı sonuç odaklı değil zamana yayılan süreç içerisinde etkilerini gösteren bir uygulamadır. Uzun vadede doğrudan ve dolaylı olarak işletmeye büyük katkılar sağlayacaktır (Örücü, Kılıç, & Savaş, 2011, s. 62).

### 2.1.1. İnovasyon türleri

Rekabetin sınırlandırılmasının neredeyse mümkün olmadığı küresel dünyada inovasyon faaliyetleri farklı endüstrilerde çeşitli sektörlerdeki firmalar açısından önemli bir alan haline gelmiştir. Bu da inovasyonun endüstrilere ve dolaylı olarak bireylere temas ettiği alanı büyük ölçüde genişletmiştir. İşletmeler gerek ürünlerde gerekse süreçler üzerinde yapılandığı inovasyon faaliyetleriyle sektör içi rekabette bunun olumlu sonuçlarını almıştır. Yaşanan bu pozitif etkiler sonucunda inovasyon temel alanı da çeşitli alt bölümlere ayrılmıştır (Mayda, 2019, s. 7).

İnovasyon türleri konusunda literatürde ortak bir nokta belirlenmemiştir. Çoğunluğun ele aldığı inovasyon türleri ise ürün, süreç, pazarlama, organizasyonel ya da örgütsel

inovasyon olmak üzere değerlendirilmiştir. Bunların yanı sıra literatüre geçen; teknolojik inovasyon, sosyal inovasyon, açık inovasyon, radikal inovasyon vs. ayrımlarda yapılmaktadır (İmamoğlu, 2021, s. 99-100). Oslo Kılavuzu'na (2005) göre inovasyon türlerini en genel şekilde dört başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar; ürün inovasyonu, süreç inovasyonu, pazarlama inovasyonu ve organizasyonel inovasyondur (OECD/Eurostat, 2005, s. 51). Şekil 2.1.'de inovasyonun türleri gösterilmekte ve aşağıda kısa açıklamasına yer verilmektedir.



Şekil 2.1: İnovasyon türleri.

### **Ürün inovasyonu**

Oslo Kılavuzu'nda (2005) yer alan tanıma göre ürün inovasyonu; bir ürünün tamamen yeni bir biçimde ortaya çıkarılması ya da belirli bir ürün/hizmet üzerinde önemli derecede farklılıkların oluşturulmasıyla yaşanan süreci ifade etmektedir. Ürün/hizmet üzerinde oluşacak bu iyileştirmeler; teknik özellik, yazılım, kullanıcı kolaylığı, bileşenler ve malzeme gibi işlevsel özelliklerde önemli derecede farklılıkların oluşmasıdır (OECD/Eurostat, 2005, s. 52).

Ürün inovasyonunun gerçekleştirilmesi yeni bilgi ve teknolojilerin kullanımıyla ortaya çıkabileceği gibi mevcut olan bilgi ve teknolojiler için yeni kullanım alanlarının oluşturulması şeklinde de olabilmektedir. Yeni ürünlerin oluşumunda işletmelerin daha

önce üretmiş olduğu ürün üzerinde kullanım amacı açısından veya özellikleri bakımından büyük oranda değişikliklerin oluşturulmasıyla meydana gelmektedir. Yeni teknolojilerin kullanımıyla üretilmiş olan mikro işlemciler ve dijital kameralar örnek olarak verilebilir. Benzer şekilde mevcut olan ürün üzerinden çok büyük bir etkinin olmadığı küçük değişikliklerin yer aldığı kullanım alanında farklılıkların yaşanması sonucu da ürün inovasyonu olarak değerlendirilebilmektedir. Örneğin mevcut olan kimyasal bileşimi öncesinde sadece kumaş üretim aşamasında kullanılmaktayken sonrasında aynı kimyasal bileşimle deterjan da üretilebilmesidir. Ek olarak mevcut ürünlerde önemli derecedeki değişimler, bileşenlerde, malzemelerde ve performansında artış gözlenen diğer özellikler de değişimlerin yaşanmasıyla da ürün inovasyonu gerçekleştirilebilir. Bu duruma örnek olarak araçlardaki ABS frenleme sistemleri verilebilir (Elverdi, 2019, s. 24-25).

Ürün inovasyonu gerçekleştiren işletme yapmış olduğu yenilik ile piyasaya yeni bir ürün sunmakta ve bu ürün ile yerel ve küresel pazarda rekabette uzun dönemde büyük avantajlar sağlamaktadır. Gerçekleştirmiş olduğu inovasyon ile kâr, fiyat, yeni pazar, yeni ürün ile rekabet koşullarını lehine çevirme ve piyasayı şekillendirme gibi farklı birçok alanda lider konumda yer alacaktır. Ürün inovasyonuna ilk çıkan siyah-beyaz televizyonlardan sonra teknolojik gelişmelerin etkisiyle renkli televizyonların üretilmesi verilebilir. Firmalar küresel pazarlarda daha aktif olabilmek ve rekabetten geri kalmamak için inovasyon faaliyetlerine her zaman önem vermelidir (Adıyaman, 2021, s. 22-23).

Hizmet alanında yaşanan ürün inovasyonu çerçevesi ise verilen mevcut hizmetin örneğin verimlilik ve hız konularında var olan hizmetlerden farklı olarak yeni hizmetlerin sunulması veya mevcut hizmetler üzerinde yeni işlevsellikler ve özellikler eklenerek sunulması şeklindeki değişimleri içermektedir. Bu duruma internet bankacılığını kullanan müşterileri için var olandan farklı olarak kullanım kolaylığı ve daha hızlı bir hizmet sunulması örneği verilebilir (Elverdi, 2019, s. 25).

Ürün ve hizmet inovasyonları piyasayı etkileme düzeyine göre radikal ve artırımlı inovasyon olarak ayrılmaktadır. Radikal inovasyonlarda bir ürünün varlığı söz konusu olmamakta ve ürün ilk kez pazara çıkmaktadır. Yeni üretilen ve pazara sunulan ürün rekabet yapısında ve pazar koşullarında önemli farklılıklara neden olmaktadır. Artırımlı inovasyon sisteminde ise mevcut var olan ürün üzerinden sürekli iyileştirmelerin yapılmasıdır (İmamoğlu, 2021, s. 101).

## **Süreç inovasyonu**

Yeni ya da büyük oranda değişime uğramış üretim veya teslimat yönteminde yaşanan değişiklikleri ifade etmektedir. Burada yer alan inovasyon faaliyetlerinde teçhizat, yazılım veya tekniklerde yaşanan büyük değişimler söz konusudur. Süreç inovasyonunun kapsamında üretim/teslimat maliyetlerini azaltma, yeni ya da yüksek oranda iyileştirilmiş ürünler üretme veya teslim etme aşamaları, kaliteyi artırma gibi eylemler yer almaktadır (OECD/Eurostat, 2005, s. 53).

Süreç olarak değerlendirilen kavram, girdilerin çıktılara dönüştürüldüğü belli bir zaman dilimindeki faaliyetlerin bütünü şeklinde tanımlanmaktadır. İşletme süreçleri ise, pazar ve müşterilere yönelik belirli bir çıktıyı üretmek için tasarlanan faaliyetler bütünüdür. Bir ürünün ortaya konması için yürütülen bütün süreçler üzerinde uygulanan yenilikler süreç inovasyonu olarak değerlendirilmektedir. Araçlarda kullanılan petrol yakıtı yerine farklı bir yakıt kullanımı için yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesi örnek olarak gösterilebilir (Tüysüz, 2020, s. 19-20).

Süreç inovasyonunu bütünsel bir yaklaşımla değerlendirmek gerekirse, girdilerin hizmete veya ürüne dönüştürüldüğü yatay boyutlu bir süreç şeklinde de tanımlanabilir. İnovasyonun en belirgin özelliği ise uygulanan inovasyon sürecinin devamlılığıdır (Şahin, 2020, s. 55). Süreç inovasyonu sadece üretim ve dağıtım yöntemleri ile sınırlı değil, hizmetlerin oluşumu ve sunulması için gerekli olan yeni ya da büyük oranda değişerek iyileştirilmiş yöntemleri de içermektedir (Elverdi, 2019, s. 25).

## **Pazarlama inovasyonu**

Ürün tasarımı, ürün ambalajlaması, ürün promosyonu, ürün tanıtımı, ürün fiyatlandırmasında ve ürün konumlandırması önemli derecede iyileştirilmiş olan yenilikleri kapsamaktadır. Pazarlama inovasyonunun amaçları şöyle sıralanabilir: (OECD/Eurostat, 2005, s. 53)

- İşletme satışlarında artışı sağlamak
- Müşterinin isteklerini doğru algılayarak daha başarılı ve pozitif etkiler elde etmek
- Yeni pazarlar bularak etkinleşmek
- Ürünü pazarda yeni ve farklı bir şekilde konumlandırmak

Pazarlama inovasyonu yenilik çerçevesinde şekil alarak belirli bir vizyonun geliştirilmesiyle ortaya konmakta ve bu inovasyon faaliyetlerinin gerçekleşmesi değer kümesini yaratmaktadır. Değer kümesi içerisinde yer alan inovasyon kaynakları ise çeşitlilik göstermektedir. Bu kapsamda; çalışanlar, müşteriler, üniversiteler, diğer paydaşlar, araştırma kurumları ve çevreden gelebilecek her türlü bilgi yer almaktadır (Tüfekci & Tüfekçi, 2014, s. 165).

Pazarlama inovasyonu çalışmalarında keşfetme, geliştirme ve son olarak dağıtım olmak üzere üç aşama söz konusudur. İlk aşama olan keşfetme sürecinde, hedef kitle tespit edilmekte, bu kitlenin sorunları analiz edilmekte ve hedef kitlenin sorunları için öneriler belirlenmektedir. İkinci olarak geliştirme sürecinde ise, hedef kitlenin belirlenen sorunları için çözüm olabilecek araçlar geliştirilmektedir. Üçüncü ve son aşama olan dağıtım sürecinde ise, dağıtım işlerinin sürekliliği sağlanmaktadır (İmamoğlu, 2021, s. 102).

Pazarlamaya ilişkin inovasyonlar içerisinde ise fiziksel dağıtım, değişim ve işlevsel kolaylaştırmanın getirdiği pazarlama fonksiyonları yer almaktadır. Bu perspektifte yer alan inovasyonlarda satın alma süreci aşamalarının tamamında olası müşterilerle oluşacak iletişimin farklılaştırılmasına odaklanılmaktadır. Bu durum ise müşteri-satıcı ilişkilerinin geleneksel bir bakıştan sıyrılarak inovatif bir yöntemle değerlendirilmesini ifade etmektedir. Bu inovatif yaklaşımlardaki amaç ise ürünlerinin daha fazla üretilmesinden ziyade rakiplerine oranla daha fazla satış gerçekleştirerek rekabette üstün duruma gelebilmektir. İşletmeler sürdürülebilir bir rekabet avantajı yaratmak için ise inovatif pazarlama uygulamaları, potansiyel araçlar arasında önemli konumdadır (Ercan, 2019, s. 16). İnternet aracılığıyla yapılan alışverişler pazarlama inovasyonuna örnek gösterilebilmektedir. Bu sayede internet üzerinden alışverişe imkân sunan markalar, ürünlerini bu şekilde satışa sunarak pazarlama inovasyonu yapmış olurlar ve bunun yanı sıra rakiplerine karşı da rekabet avantajı sağlamış olurlar (Turan, 2018, s. 7).

### **Organizasyonel inovasyon**

Bir işletmenin ticari uygulamalarında, dış ilişkilerinde veya işyeri organizasyonlarında yeni ve farklı bir organizasyonel yöntemin uygulanmasını içerir. Bu inovasyonun diğer organizasyonel değişikliklerden ayrıştığı nokta ise işletme tarafından daha önce uygulanacak olan organizasyonel inovasyonun kullanılmamış olması ve yönetimin vermiş olduğu bir stratejik karar sonucu ortaya konmasıdır.

Organizasyonel inovasyon kapsamında; işlem maliyetleri ve idari maliyetleri düşürmek, ticari olmayan varlıklara (mesela düzenlenmemiş dış bilgiler) ulaşabilmek, işyeri memnuniyetini (beraberinde işçilik üretkenliği) iyileştirmek, malzeme maliyetlerini düşürmek ve bunlara paralel olarak işletmenin performansının artışı sağlanmak şeklinde katkılarının olabileceği değerlendirilebilir (OECD/Eurostat, 2005, s. 55).

İşletmelerin üretim, finans, pazarlama ve strateji faaliyetlerinde entegre olacak şekilde izleme sisteminin ilk kez oluşturulması, işletme içinde yer alan farklı birimlerin bilgi paylaşımı ve bilgiye daha kolay erişebilmelerinin sağlanması amacıyla ilk kez çalışma ekiplerinin kurulması, kalite kontrol standartlarının taşeronlar ve tedarikçiler için ilk kez tanıtılması organizasyonel inovasyonun örnekleri arasında yer almaktadır (Tüysüz, 2020, s. 24).

Organizasyonel inovasyon, yapılacak olan işlerin yeni yol ve araçlarla yeniden düzenlenerek işletmenin rekabet avantajını kendine çevirmesidir. Yapılan birçok çalışmada, organizasyonel inovasyon sonucu işletmelerin uzun dönemde rekabet üstünlüğü sağlayarak bunu sürdürmesindeki etkisinin çok önemli olduğu belirlenmiştir. İşletmelerin rekabet üstünlüğü sağlamanın organizasyonel inovasyonun iki özelliğinin etkili olduğu söylenebilir. İlk olarak teknik şekilde değerlendirilen ürün ve süreç inovasyonları için organizasyonel inovasyon bir kolaylaştırıcı yol olarak belirlenmektedir. Çünkü organizasyonel inovasyonu oluşturamayan bir işletmenin ürün inovasyonunu başarılı bir şekilde yürütmesi çok güç olmaktadır. İkincisi ise uzun dönemli rekabet üstünlüğünün bir aracı olarak organizasyonel inovasyonların işletmeler tarafından kullanılabilmesi ve işletmelerin kendi yeteneklerini kullanarak geliştirmesi bunun sonucudur (Burmaoğlu & Şeşen, 2011, s. 3-5). Rekabet avantajı sağlamış olan bir işletme, bu avantajı devam ettirebilmek için iş metotlarını yenilenmesi, iyileştirilmesi ve değiştirmesi gerekmektedir. Bu yapılan iyileştirmeler ise organizasyonel inovasyon kapsamında değerlendirilmektedir (Özer, 2020, s. 13). Aynı zamanda bir organizasyonel inovasyon uygulamaları yalnız ürün ve hizmetlerin ortaya konmasında değil aynı zamanda iş modelleri, yönetim stratejileri ve organizasyon yapıları gibi faaliyetleri kapsayan yönetim biçimlerini de ifade etmektedir (Jamrog, Vickers, & Bear, 2006, s. 9).

### 2.1.2. İnovasyonla ilişkili kavramlar

İnovasyon, yeni teknolojilerin sürdürülebilir bir şekilde keşfedilmesi, öğrenilmesi ve uygulanması sürecini kapsamaktadır. İşletmelerin inovasyon faaliyetlerini bünyelerine katabilmesi; eğitim, teknolojik kapasite, araştırma, sermayenin alt yapısı, işleyişi ve pazar olanakları gibi süreçlerle birlikte kümülatif olarak hareket etmesiyle doğru orantılıdır (Rao, Ahmad, Horsman, & Kaptein-Russell, 2001, s. 12). Küreselleşmenin getirdiği pazar koşullarında oluşan rekabet ortamında, işletmeler sürdürülebilir olarak pazarda etkin duruma gelmek ve rakiplerine karşı avantaj sağlamak için inovasyon faaliyetleri gerçekleştirerek gelişim göstermek zorundadırlar.

İnovasyon kavramını literatürde araştırıldığında inovasyonun performansını etkileyen, inovasyonla ilişkilendirilen ve inovasyon faaliyetlerinin gelişmesinde olumlu etkiler yaratan kavramların çalışmalarda farklı farklı ele alındığı, bu konuda ortak bir payda belirlenmeyerek farklı başlıklar altında belirtildiği görülmüştür. İnovasyonu etkileyen ve inovasyonla ilişkilendirilen kavramlardan literatür yazınında en çok yer alan kavramlar aşağıda belirtilmektedir.

**Araştırma Geliştirme (AR-GE):** Bilgi ve tecrübe birikiminin oluşmasında sistematik olarak geliştirilen çalışmalar bütünüdür. Ar-Ge genellikle *“yeni ürünler ya da yeni üretim süreçlerinin geliştirilmesi”* şeklinde sadece üretim odaklı kabul edilse de aslında; yeni pazar ve pazarlama yöntemleri bulma, yeni finansman seçenekleri bulma, insan kaynaklarının geliştirilmesi gibi farklı birçok alanda Ar-Ge faaliyetleri önemli bir konumda yer almaktadır. OECD Ar-Ge’yi *“Bilgi birikimini arttırmak için sistematik olarak yürütülen yaratıcı çalışma ve bu bilgilerin yeni uygulamalar üretmek için kullanılması”* şeklinde tanımlamıştır. OECD Ar-Ge’yi üç farklı kategori altında ele almaktadır (MÜSİAD, 2012, s. 56). Bunlar; temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirme şeklinde adlandırılmıştır.

Tablo 2.1: OECD'ye göre AR-GE'nin kategorileri: (MÜSİAD, 2012, s. 56).

<b>Temel Araştırma</b>	<b>Uygulamalı Araştırma</b>	<b>Deneyisel Geliştirme</b>
(Literatür, Pazar Araştırması vs.)	(Laboratuvar, Saha Çalışması vs.)	(Prototip Çalışmaları vs.)
Kuramsal ve deneysel çalışmalar aracılığıyla belirli bir özgün uygulama düşünülmeyen, gözlemlenen ve üzerinde çalışılan durumlar hakkında derinlemesine araştırılıp yeni bilgilerin edilmesini amaçlayan yöntemdir.	Temel araştırmaya göre daha spesifik ve özgün bilgilerin üretilerek ana hedef doğrultusunda belirli bir amaca yönelik bilgi üretilmesidir.	Pratik bir deneyimden veya araştırmanın sonucunda oluşan bilgi ele alınarak bu bilgi üzerinden yeni ürünler, materyaller, süreçler ve hizmetler gibi yeni oluşumların üretildiği ya da var olan oluşumlar üzerinde büyük ölçüde iyileştirmelerin meydana getirildiği sistem bütünüdür.

Büyüme sadece işletmeler nezdinde üzerinde durulan bir kavram değildir. Küresel tek bir parça haline gelen dünyada ülkelerde büyümek ve gelişim göstermek için farklı (makine ithalatı, inşaat) yatırım alanlarında çalışmalar yapmaktadır. Ancak statik olarak yapılan yatırımlar sonucu mali yılsonu değerlendirmeleri karşısında istenilen büyüme rakamlarına ulaşamamaktadır. Büyüme rakamlarının istenilen düzeye ulaşması için yapılan yatırımları belirli bir kategori çevresinde değil süreklilik çerçevesinde, bir süreç olarak görülmesi gerekmektedir. Yapılan yatırımların inovasyonu, inovasyonun teknolojik gelişmeleri, teknolojik gelişmelerin büyümeyi ve büyümenin ise yeni yatırımları doğurduğu zincirleme bir sürecin sonucu olarak büyüme gerçekleşmektedir. Bu sürecin gereksinimleri ise daha çok uzun vadede devlet tarafından gerçekleştirilecek; kaliteli eğitim sistemi sunmak, AR-GE odaklı üniversiteler kurmak, inovasyonu destekleyici tekno-kentler oluşturmak gibi oluşumlardır (Demir & Geyik, 2014, s. 173).

Yapılan AR-GE çalışmalarının sonucunda ise ekonomik ve toplumsal bir faydaya dönüşüp katma değer yaratması beklenmektedir. Ancak uzun süre AR-GE çalışmaları yürüten bir işletme/ülke bu yapılan çalışmaların çıktısı olarak herhangi bir sonuç elde edemezse sağlamayı düşündüğü verim ve kârı sağlayamazken yürütülen AR-GE çalışmalarının da maliyetlerine katlanmak zorundadır. Yaşanan bu olumsuz süreç ise kaynak israfına yol açmış olacaktır. Fakat yapılan birçok AR-GE projelerinin içerisinde



birinin dahi başarılı bir sonuç vermesi işletme ve ülke içerisinde olumlu getiriler sağlayacaktır (Aras, Tezcan, Kutlu Furtuna, & Aybars, 2014, s. 50).

**İcat(Buluş):** İcat kavramı yeniliği içerisinde barındıran bir fikrin, ürün veya süreç olarak ortaya konmasıdır. Bir icadın inovasyon olarak değerlendirilebilmesinin koşulu ise, başarılı bir şekilde ticarileştirilerek ekonomik ve toplumsal fayda sağlamasıyla gerçekleşmektedir (Elçi & Karataylı, 2008, s. 15). Yapılan icatlar her zaman ticari başarıyı getirmemektedir. Çünkü yapılan buluşun toplumsal ve ekonomik boyutta fayda sağlamaması inovasyon yapılmasını engellemektedir. Örneğin Elias Howe dikiş makinesi icadını gerçekleştirmiş ancak inovasyon sürecini gerçekleştirememiştir. Isaac Singer ise dikiş makinesinin patentini alarak marka haline dönüştürmüş ve Singer markalı dikiş makinesini dünyanın her yerine satışını yapmıştır (Taş, 2017, s. 101).

İcat ve inovasyon kavramının arasındaki farka literatürde değinen en güçlü iki çalışma ise Schumpeter(1961) ve Roberts(1988) aittir. Schumpeter(1961) a göre; icat ve inovasyon arasında sürecin var olduğunu ve bir fikirden yola çıkılarak meydana geldiğini savunmaktadır. Bir fikrin ortaya çıkmasının ardından icadın oluşması ve yeniliğe dönüşerek yayılımından bahsetmektedir. Roberts(1988) ise icadın; ilk olarak bilginin yaratılması ve sonrasında bu yeni bilginin ticari fikre ve girişime dönüşerek, yeni veya geliştirilmiş bir ürüne/sürece dönüştürülerek ticarileştirilmesinin inovasyonu doğurduğunu ileri sürmektedir. Yeniliklerin icatlara göre daha geniş çaplı bir alanı kapsadığı belirtilmiştir (Danışman, 2015, s. 146). Ancak bir inovasyonun gerçekleşmesinin ön koşulu olarak icat görülmemelidir. İnovasyonun gerçekleşmesinde icatların sonuçlarından yararlanmak mümkün olabilmektedir ancak icat olmadan da inovasyon gerçekleştirilebilmektedir (Elçi & Karataylı, 2008, s. 15).

**Girişimcilik:** Joseph Alois Schumpeter bundan yüzyıl önce, ekonomik kalkınmayı anlayabilmede girişimciliğin çok önemli olduğundan bahsetmiştir (Acs & Szerb, 2009, s. 342). Girişimci arz ve talebi yönlendirerek yeni pazarlar arayan kişidir. Girişimcilik ise kaynakları ekonomik bir şekilde harekete geçirme faaliyeti şeklinde değerlendirilmektedir. Girişimcilik kavramını iktisat literatürüne kazandıran kişi Fransız ekonomist Cantillon'dur. Bugün kullandığımız şekline kavuşması ise J.Babtiste Say ile olmuştur. Say'a göre girişimci olan kimse, bütün üretim faktörlerini birleştirerek değeri olan bir malı üreten ve bu üretim üzerinden kazanacağı kâr için bütün riskleri kabul eden

kişidir. Aynı zamanda girişimci; değişiklik, yenilik, yeni bir olgunun yaratıcısı konumundadır. Buna göre girişimcilik de gerekli olan emeği ve zamanı ayırarak fiziksel, mali ve sosyal riskleri göz önüne alıp kişisel tatmin, maddi kazanç ve bağımsızlık sağlayarak yeni ve farklı bir değer yaratma sürecini kapsamaktadır (Aytaç, 2006, s. 141).

Zhao, e-ticaret çalışmaları üzerinden girişimcilik ve inovasyonun önemine değindiği çalışmada; inovasyon ve girişimcilik kombinasyonunun, işletmelerin uzun dönemde sürdürülebilir bir vizyon çizebilmesindeki öneminden bahsetmektedir. Girişimcilik ve inovasyonun değerlendirildiği çalışmada Zhao şu sonuca ulaşmıştır: (Zhao, 2005, s. 59)

- Girişimcilik ve inovasyon birbiriyle ilişkilidir ve birbirinin tamamlayıcısı durumundadır.
- Yeni bir ürün veya süreç inovasyonunun gelişiminde ve ticarileştirilmesinde girişimciliğin konumu çok önemlidir. Çünkü işletmelerin sürdürülebilir bir gelişim elde etmesinde organizasyonel başarı hayati önem taşımaktadır.
- Girişimci ve yenilikçi organizasyonlarda girişimcilik ve inovasyon faaliyetleri dinamik ve bütünsel bir süreç oluşturmaktadır.

Girişimcilik; kurumlar, akademik çevre, eğitim ağının desteğiyle çevresel, örgütsel, süreç ve bireysel aşamalarının bütünüyle inovasyonun ve yeni bir oluşumun doğmasıdır (Aksel, 2010, s. 13). Uzun dönem iktisadi büyümenin dinamikleri arasında inovasyon ve girişimcilik faaliyetleri de önemli bir yer tutmaktadır. İnovatif yeni ürün ve süreçlerin ticarileşmesi konusunda girişimciler atılım göstererek ekonomide canlanmayı ve büyümeyi sağlamaktadırlar. ABD'nin yüksek düzeyde sağlamış olduğu inovasyon ve girişimcilik faaliyetlerinin ekonomik kalkınmalarına çok büyük yansımaları olmuştur. Örneğin; Cisco Systems, Oracle ve Microsoft gibi işletmeler teknolojik gelişmeleri takip edip teknolojinin yeni oluşumlarını yakalamak isteyen girişimciler tarafından kurulmuştur. Bu işletmeler yeni gelişim gösteren ürünler ve süreçlerde meydana gelen inovasyonları ticarileştirerek ekonomi üzerinde yüksek oranda katma değer yaratmışlardır (Işık, Işık, & Kılınç, 2015, s. 66).

**Yaratıcılık:** Tek bireyin ya da küçük bir grubun ortak bir çalışma sağlayarak yeni farklı ve yararlı fikirler üretmesi şeklinde ele alınmaktadır (Rank, Pace, & Frese, 2004, s. 519). Yaratıcılık, yeni bir şey üretme veya var olan bir şey üzerinden yeni bir şey oluşturma,

bir sorun üzerinde yeni bir çözüm üretme, yeni farklı bir yöntem, nesne, biçim veya fikir yaratma yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Aksel, 2010, s. 10).

Yaratıcılık ve inovasyon kavramların benzer sonuçlar doğurduğu belirtilse de içeriği farklı kavramlardır. İnovasyon sürecinin oluşabilmesinin koşulu, yaratıcı bir fikirden yola çıkarak fayda sağlaması ve ekonomik değere dönüşmesiyle gerçekleşmektedir. Ancak her yaratıcı fikrin bir inovasyon sürecine girerek fayda sağlaması beklenemez (Keleşoğlu & Kalaycı, 2017, s. 75). Yaratıcılığın temeli yeni fikirler oluşturma ile ilgili iken inovasyon ise yeni fikirlerin ticarileştirilerek mal ve hizmetlere dönüştürülmesine odaklanmaktadır (Duran & Saraçoğlu, 2009, s. 60). Amabile (1997) inovasyonun gerçekleşebilmesinin ilk adımının yaratıcılık olduğunu ve başarılı bir inovasyon sürecinin yürütülmesi için yaratıcı fikirlerin etkin bir şekilde uygulanması gerekliliğini ifade etmiştir. Yaratıcılık bireysel bir süreç iken inovasyon ise bir takım çalışması halinde başarı elde edilebilecek bir süreçtir (Keleşoğlu & Kalaycı, 2017, s. 75). Sonuç olarak yaratıcılık bireysel düzeyde, inovasyon örgütsel düzeyde oluşum sergilemektedir (Gümüslüoğlu, 2009, s. 37).

**Teknoloji:** Bilimsel ve endüstriyel yöntemleri inceleyerek elde edilen bulguların sanayide uygulanabilir şeklindeki kullanımları ile ilgilenen bilim şeklinde tanımlanmaktadır. Bununla beraber fayda sağlamak amacıyla, üretim süreçlerinde insanların kullandığı yol ve yöntemler veya insanın, çevresinde değişimlere neden olmak istediği için sahip olduğu ve yararlandığı tekniklerin tümü şeklinde de tanımlamalara yer verilmiştir (Keleş, 2007, s. 7). OECD'ye göre teknoloji; *“ürün ve hizmetlerin üretilmesinde, geliştirilmesinde veya kullanımında direkt uygulanabilen ampirik ve bilimsel bilgiyi”* ifade etmektedir. Teknolojik yenilik ise; yeni ürün ve süreçlerin satışa ilk kez çıkarılması ya da var olan ürün ve süreçler üzerindeki önemli değişiklikleri içermektedir (Ercan, 2019, s. 9).

Teknolojik yeniliklerin bireyler tarafından benimsenerek toplum içerisinde yayılması etkileyen bazı değişkenler mevcuttur. Literatürde en çok değinilen değişkenler ise; bilgi ve iletişim teknolojileri, fikir liderleri ve değişim ajanları, teknoloji politikaları ve teknoloji standartları, kişilik özellikleri, sosyal yapı ve toplumsal normlar, kültürel değişim, teknoloji kültürü ve teknolojik yatkınlıktır. Alvin Toffler (1974) teknolojik değişimleri toplumsal devrimlerin hem sonucu hem de nedeni olarak görmektedir. Değişim teknolojiden kaynaklanmaktadır ve değişim salt makinelerde olmamaktadır.

Yeni teknolojilere sahip olmak kadar üretilen yeni teknolojilere adapte olmakta önemlidir. Birey ve toplumda teknoloji kültürünün oluşturulması için; yeni teknolojilere uyum sağlayabilmek, çağdaş bilgi ve becerilerle donatılarak toplum yaşamına ayak uydurmak için gerekli eğitimler verilebilmektedir (Kılıçer, 2008, s. 212-219).

Teknoloji; araştırma, geliştirme, üretim, pazarlama, satış ve satış sonrası hizmetler şeklindeki bütün süreci kapsayan sanayi çıktılarının etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi amacıyla kullanılacak bilgi ve becerilerin bütünüdür. Özellikle dünyanın tek pazar haline gelerek küreselleşmesiyle birlikte daha çok gelişmiş ülkeler bazında ürün rekabeti, teknolojik ve bilimsel başarı rekabetine dönüşmeye başlamıştır. Teknolojiyi takip ederek uygulayabilen işletmeler ve ülkeler uluslararası rekabet üstünlüğü yakalayarak gelişmişlik düzeylerini ve ticari başarılarını arttırmaktadırlar (Zerenler, Türker, & Şahin, 2007, s. 656).

Teknolojinin ve bilimin temel taşı ise yaratıcılıktır. Yaratıcılığın oluşturduğu uygulanabilir yeni teknolojik oluşumlar rekabet gücünün artmasına, artan rekabet gücü devletin/işletmelerin karlılığının artmasına ve artan karlılık ise yeniliğin artmasına olanak sunacaktır. Rekabet gücünü elinde bulundurmaya isteyen işletmeler ya da devletler; kalifiye işgücünü geliştirmeli, küresel bir rekabet stratejisi belirlemeli, inovasyon faaliyetlerine yatırım yaparak piyasaya kıyasla müşteri istek ve taleplerine rakiplerinden önce cevap verebilmeli ve küresel düzeyde teknolojik gelişmeleri takip ederek bunları strateji planlarına katmalıdır (Zerenler, Türker, & Şahin, 2007, s. 656).

**Patent:** “Sınırlı bir süre ve yer için gerçekleştirilen buluşun üçüncü kişiler tarafından izinsiz bir şekilde üretilmesini, kullanılmasını ve satılmasını engellemek amacıyla sahibine tanınan tekel bir haktır ve sahibine sunulan bu hakkı gösteren belgenin adıdır” (Aras, Tezcan, Kutlu Furtuna, & Aybars, 2014, s. 43). Patent sistemi buluşlara dayanmaktadır. Kişi ya da işletme tarafından ortaya konan buluşlara patent verilerek koruma altına alınmasının amacı ise; kişiler tarafından buluş faaliyetlerinin özendirilerek daha fazla yenilik yaratmak, buluşlar aracılığıyla sağlanan teknik çözümlerin sanayiye aktarılması ve uygulanabilirliğini sağlamak, buluşların başka kişiler tarafından da öğrenilerek geliştirilmesine olanak sunmaktır (Işık C. , 2014, s. 73).

Patent, yoğun bir şekilde gerçekleştirilen AR-GE ve inovasyon çalışmalarının ardından ortaya konan ürün ya da hizmetlerin yasal işlemler aracılığıyla inovatörüne ya da

üreticisine kazandırılan bir hak olarak değerlendirilmektedir. Ortaya konan yenilik için patent alımı şart değildir ancak üretilen yeniliğin ticari bir değer kazanabilmesi için patent kurumu tarafından tescillenmesi gerekmektedir. Patenti alınmayan bir yeniliğin piyasada taklitlerinin üretilmesi çoğaltılması ve satışının yapılması kaçınılmaz olacaktır (Demir & Geyik, 2014, s. 181). Gerçekleştirilen bir buluşun patent alabilmesi için; yenilik içermesi gerekmekte ve sanayide veya endüstri içerisinde anlaşılabilir ve uygulanabilir bir nitelik taşıması gerekmektedir (Kavak, 2009, s. 621).

Patent sistemi sadece patenti alan kişi ya da işleme açısından değil ülkeler açısından da çok büyük öneme sahiptir. Patent sayıları bir ülkenin kalkınmışlık ve gelişmişlik düzeylerini de gösteren değişkenler arasında yer almaktadır. Dünya üzerindeki ülkelere baktığımızda patent sayıları yüksek oranlarda olan ülkeler gelişmiş ve kalkınmış ülkeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle de teknoloji ya da yüksek teknoloji ürünü üreten ve bu alana yatırım yapan ülkelerin (Amerika, Almanya, Japonya vs.) patent sayılarında ciddi oranlarda artış gözlemlenmektedir. Ancak gelişmemiş ya da gelişmekte olan ülke grupları içerisinde yer alan ülkelerin ise patent sayıları düşük oranlarda kalmaktadır. Bunun sebebi ise, AR-GE faaliyetlerinin firmalar açısından yüksek maliyetler içermesi ve firmaların bu maliyetlere katlanamamasıdır. Firmaların AR-GE'ye yeterli oranda kaynak ayırmaması ve yeni buluşlar için patent ücretlerinin yüksek olması patent başvuruları üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Evcim, 2017, s. 18).

Literatür incelendiğinde inovasyon ile patent arasında çift yönlü ilişkinin var olduğu gözlemlenmektedir. Patent verilerinin inovasyonu hangi yönde etkilediği tartışmalı bir çıktı olsa da inovasyon ile patent sayıları doğru orantılı bir sonuç sergilediği için patentler de inovasyonun bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Mercan, Göktaş, & Gömleksiz, 2011, s. 32).

## **2.2. Sanayi Devrimleri ve Endüstri 4.0**

Sanayi devrimleri, tarihsel süreçte insanlık tarihindeki önemli dönüm noktalarından doğmaktadır. Bu devrimler, yeni teknolojilerin ve inovasyonun ekonomik büyüme ve istihdam üzerinde oluşan etkilerini ortaya koyma potansiyeline sahiptir. Sanayi devrimlerinin her biri, teknolojik gelişmeler ve inovasyonlar sayesinde ekonomik büyüme ve istihdamda önemli değişikliklere yol açmıştır. İlk sanayi devrimi buhar gücü

ve tekstil endüstrisindeki inovasyonlarla başlarken, ikinci sanayi devrimi elektrifikasyon ve otomasyonun yayılmasıyla şekillenmiştir. Üçüncü sanayi devriminde ise dijital teknolojiler ve internetin gelişimiyle tanımlanmıştır. Şu anda dördüncü sanayi devrimi şeklinde anılan süreç, yapay zekâ, robotik ve nesnelerin interneti gibi alanlardaki inovasyonlarla başlamıştır.

Bu bölümde bir inovasyon pratiği olarak sanayi devrimleri ve bunlarla bağlantılı teknolojik gelişmeler özelinde bunların yayılımının yol açtığı farklı ekonomik yapılar ve sistemler arasındaki etkileşimlerin incelenmesi ve sanayi devrimlerinin küresel ekonomi ve ekonomik büyüme, istihdam vb. makroekonomik değişkenler üzerindeki etkilerinin aktarılması amaçlanmıştır.

Tarihsel süreç boyunca inovasyon ve teknolojik gelişmelerin yayılmasının sebep olduğu farklı ekonomik yapılar ve sistemler arasındaki etkileşimlere dair literatür oldukça zengindir. Öncelikle, North (1990) ve Acemoğlu ve Robinson (2012) gibi tarihçi ve ekonomistler, inovasyon ve teknolojik gelişmelerin ekonomik yapılar ve sistemler üzerinde nasıl önemli etkiler yarattığını incelemiştir. Bu çalışmalar, inovasyon ve teknolojik gelişmelerin yayılmasının, farklı ülkelerin ve bölgelerin ekonomik performansları ve kalkınma düzeyleri üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu göstermiştir.

Ayrıca, farklı ekonomik yapılar ve sistemler arasındaki etkileşimlerin artışı, küresel ekonomik entegrasyonun ve işbirliğinin gelişimine önemli ölçüde katkıda bulunmuştur. Özellikle, Rodrik (2011) ve Baldwin (2016) gibi ekonomistler, inovasyon ve teknolojik gelişmelerin yayılmasının, küresel ticaret, sermaye hareketleri ve teknoloji transferi gibi ekonomik etkileşimlerin artmasına yol açtığını belirtmişlerdir.

Sanayi devrimlerinin küresel ekonomi ve makroekonomik değişkenler üzerindeki etkisi, aynı zamanda farklı ülkelerin ve bölgelerin ekonomik yapılarının ve sistemlerinin dönüşümünde önemli bir rol oynamıştır. Örneğin, Pomeranz (2000) ve O'Rourke ve Williamson (2002) gibi tarihçi ve ekonomistler, İlk ve İkinci Sanayi Devrimlerinin Avrupa ve Amerika'daki ekonomik yapıların ve sistemlerin dönüşümünde önemli etkileri olduğunu belirtmişlerdir. Üçüncü ve Dördüncü Sanayi Devrimleri ise, özellikle Asya ekonomilerinin ekonomik yapılarının ve sistemlerinin dönüşümünde önemli bir rol oynamıştır (Baldwin, 2016; Schwab, 2017).

### 2.2.1. Endüstri 1.0

Endüstri devrimleri o zamanın koşullarında adlandırılmamış olsa da ilerleyen süreç içerisinde yeni teknolojiler ortaya çıkmaya başladıkça dünya üzerinde büyük etki yaratan teknolojilerle yeni sanayi devrimlerinin oluşumlarına gerek duyulmuştur. Bu bağlamda, Endüstri 1.0, 18. yüzyılın sonlarında İngiltere'de başlayan İlk Sanayi Devrimi'ni ifade etmektedir.

İngiltere'de yaşanan gelişmeleri sanayileşme olarak gören ilk iktisatçı olan Arnold Toynbee, sanayileşme faaliyetlerini kapsayan yılları 1760-1870 yılları aralığı endüstri 1.0 sanayi devrimi olarak kabul etmiştir. Diğer yandan, John U. Nef ve Jean Gimpel sanayi devrimlerinin daha eskilere dayandığını ileri sürmüştür. (Koç, 2020, s. 4). Buna karşın J. H. Claphan ise sanayileşme faaliyetlerinin söz konusu dönemde sadece demir ve dokuma sektörlerinde meydana geldiği ve genele yayılan bir fabrikalaşma sürecinin daha uzun bir zaman aralığında gerçekleştiği gerekçesiyle 1. sanayi devriminin daha ileri bir süreçte tamamlandığını iddia etmektedir. (Bilgin, 2018, s. 20).

Bu dönemde, buhar gücünün ve mekanik üretim teknolojilerinin yayılması, ekonomik yapıların ve sistemlerin dönüşümünde önemli bir rol oynamıştır. İngiltere'de oluşum gösteren bu yeni teknolojiler ve üretim yöntemleri, Avrupa ve Amerika'daki farklı ekonomik yapılar ve sistemler arasında etkileşimleri artırmış ve küresel ekonomik entegrasyonun başlamasına katkıda bulunmuştur (Pomeranz, 2000; O'Rourke & Williamson, 2002).

Başka ifade ile o zamana değin el işçiliği ile az miktarlarda yapılan üretim miktarında fabrikalara geçiş ile artış yaşandığı, ekonomilerin de tarımdan uzaklaşıp sanayileşme yoluna girdiği söylenebilir. İngiltere'den başlayan endüstri devrimi zamanla diğer ülkelere de entegre olup yayılmaya başlamıştır (Yalın, 2019, s. 6).

İlk Sanayi Devrimi'nin İngiltere'de başlama sebepleri arasında, İngiltere'deki doğal kaynakların ve enerji kaynaklarının (özellikle kömür) bolluğu, deniz aşırı kolonilere erişim ve bilgi birikimi yer almaktadır. Buna ilave olarak diğer sebepler ise aşağıda sıralanmıştır;

- Donanma gücünden yararlanarak diğer ülkeleri geri planda bırakıp büyük sömürge imparatorluğu kurmasıyla beraber hem pazar hem de hammadde sorununa çözüm oluşturması
- Finansal başarıya saygı duyması
- Feodal bir toplum yapısından ticari toplum yapısına geçişte başarılı olması ve İngiltere'yi yöneten kişilerin toprağa dayalı eski kuvvetler ile paraya dayanan yeni kuvvetler arasında herhangi bir çıkar çatışmasının oluşması halinde piyasadan gelen taleplere uygun davranmaları
- İcatlara önem veren, koruyan ve tespit eden milli patent sisteminin oluşturulmuş olması
- İngiltere'de olan kömür ve demir rezervlerinin etkisi
- Yüzyıl süren keşiflerin, korsanlık, esir ticareti, savaşların İngiltere'yi dünya üzerindeki en zengin ülke konumuna getirmesi
- 18. yüzyılın son iki çeyreğinde tarımsal toprağın çitlenmesi konulu yasa tasarılarının İngiliz parlamentosundan geçmesinin çokluğu
- Kıta Avrupa'sındaki insanlara nazaran İngiliz insanların daha duyarlı olması ve finansal başarıya daha fazla önem vermesi
- İngiltere'de geleneklere ve törenlere uymayanlara merkezi yönetim yolunun kapatılması ve kiliselere girişlerinin yasaklanması icatların çoğunluğunun bu kişiler tarafından İngiltere'de meydana gelmesini sağlamıştır (Küçükkalay, 1997, s. 54-57).

Teknolojik gelişmeler açısından incelendiğinde ise; İngiltere'de 1. sanayi devriminin bilimsel, felsefi, ekonomik ve teknik teorik çerçevesinin oluşması, J. Watt'ın 1765'teki buhar makinesi ile başlamaktadır (Günay, 2002, s. 12). Sanayide kullanılabilecek buhar makinesinin icadı bazı gereksinimler sonucunda oluşum göstermiştir. Bu gelişmeler şu şekilde derlenebilir.

İlk olarak, 1700-1725 yıllarında Avrupa'daki ülkeler arasında ticaret faaliyetleri artmaya başlamıştır. Ancak artan ticaretle birlikte ülkelerin ellerindeki ihraç ürünlerinin az miktarlarda olması ülkeleri zor durumda bırakmıştır. Ürünler daha çok kırsal kesimlerde yaşayanlar tarafından üretilip tüccarlar tarafından da şehre ulaştırılarak ticaret sağlanmıştır. Talep koşullarının artmasına karşın ürünlerin arzındaki yetersizlik sebebiyle



ürün fiyatlarında artışlar meydana gelmiştir. O dönemlerde ihracatta önde gelen ülke İngiltere'ydı ve ihraç ettiği malzemeler arasında tekstil ve iplik en çok rağbet edilen ürünlerdi. Bu ürünlere talep daha fazla olduğu için kırsal kesimde üretilip şehre gelen iplikler yerine, tüccarlar bu ürünleri büyük binalarda üretmeye başlamışlardır. Bu durumun sonucunda ise üretim için kullanılan basit makineler (yeni çıkırık, uçan mekik vb.) ortaya çıkmıştır (Arkan, 2018, s. 2). Bu durum, daha kısa sürede daha fazla kumaşın üretilmesini sağlamıştır.

Ancak söz konusu dokuma aletlerinin ve makinelerin üretilmesi için ana kaynak olan demir cevherinin de üretilmesi bir sorun teşkil etmekteydi. Demirin eritilmesi için gerekli olan odun kömürü zamanla ormanların azalmasına ve kömürün dağılması nedeniyle taşımada sorunların yaşanmasına neden oluyordu. Bu sorun demirin eritilmesi için kök kömürünün kullanılmaya başlanmasıyla çözülmüştür. Ancak bu durumda kömüre duyulan gereksinimi arttırmış ve daha fazla kömür çıkarılması için madenlerde daha derinlere inmeyi gerektirmiştir. Derin kömür madenlerindeki suyun çekilmesi amacıyla ilk başarılı buhar makinesini (su pompası) 1698'de patentini alan Thomas Savery yapmıştır. Ancak uzun yıllar kullanılmış olsa da eksiklikleri, ilkelliği ve hareketli parçası olmadığı için buhar makinesinden ziyade buhar pompası görevi görmüştür (Türkcan, 2009, s. 121-124). 1712 senesinde Thomas Newcomen hareketli parçalara sahip olan yeni buhar makinesi geliştirmiştir. Ancak T. Newcomen'in buhar makinesi Savery'in makinesine göre gelişmiş özelliklere sahip olsa da verimliliği düşük kalmıştır. Sonrasında Newcomen'in bozulan makinelerinden birini tamir eden James Watt yıllar içerisinde bu makineyi tekrardan tasarlayarak lazım olan güç kaynağını sağlamış ve dokuma tezgâhlarında buhar gücü, ticari amaçla kullanılmaya başlanmıştır (Türkcan, 2009, s. 125-127).

Makineli üretime geçişte sadece dokuma makinesinin gücünde değil dokuma tezgâhlarında da teknolojik gelişmeler görülmüştür. Öncesinde dokuma tezgâhlarında sadece insan kolunun uzunluğunda kumaş parçaları üretilebiliyorken 1733'te John Kay "Uçan mekik" adındaki dokuma tezgâhını bulmasıyla daha kısa zamanda daha fazla kumaşın üretimi sağlanmıştır. Öncesinde bir dokumacıya 5-6 iplikçinin getirdiği ipler yetiyorken bu durum iplik talebinde artışa neden olmuştur (Türkcan, 2009, s. 131). 1760'lı yıllarda uçan mekik 'in daha yaygın biçimde kullanılmasıyla eğricilerin dokumacılara iplik yetiştirmesi iyice zorlaşmıştır.

Dokuma tezgâhlarında meydana gelen farklı buluşlardan sonra iplik eğirme tezgâhlarında da buluşlar meydana gelmiştir. İlk olarak 1765 yılında James Hargreaves tarafından pamuğun yarı mamul bir ürüne çevrilmesini sağlayan ‘Jenny’ adını verdiği bir iplik eğirme makinesi bulmuştur. Ancak evlerde az miktarda üretimlerde fayda sağlamış olsa da Hargreaves’in icat ettiği eğirme tezgâhının birçok eksikliği de vardı. Richard Arkwright bu eksiklikleri gidermek için geliştirdiği ilk iplik eğirme makinesi olan ve atlar yardımıyla çalışan ‘Spinning frame’ adındaki makinede, farklı sağlamlık ve incelik oranlarına sahip çok sayıda ipliği aynı anda eğiren ayırıştırıcı ve saran makaralar kullanmıştır. Arkwright 1769 yılında su gücüyle çalışan ‘Water frame’ ismini verdiği farklı bir iplik eğirme tezgâhı icat etmiş, daha dayanıklı ve sert iplik eğirmeyi başararak daha hızlı biçimde üretim gerçekleştirmiştir. İplik enstitüsünün gelişmesiyle Jenny ve Water frame iplik eğirme tezgâhlarını birleştiren Samuel Crompton 1779 yılında ‘Katır’ adında daha gelişmiş bir iplik eğirme tezgâhı icat etmiştir (Freeman & Soete, 2003, s. 56-58).

İplik eğirme tezgâhlarında yaşanan bu denli gelişmeler çok fazla iplik üretimi sağlamış ancak bu durumda dokumacıların iplik üretimine yetişememesine sebep olmuştur. 1785 yılında Edmund Cartwright’ın dokuma makinesini icat edilmesiyle aradaki işlem hızı farkı kapanmıştır. Cartwright’ın icat ettiği bu makinenin önemi ise James Watt’ın buluşunu gerçekleştirdiği buhar makinesi ilk defa dokumacılık sektöründe kullanılmıştır. İleriki yıllarda bu makinenin geliştirilmesi ile ilk olarak iplik eğirme sonrasında da dokumacılık fabrikalarda yapılmaya başlanmıştır (Türkcan, 2009, s. 139).

İngiltere’de yaşanan gelişmeler incelendiğinde 1803 yılında Jean-Baptiste Say’ın geliştirdiği Say Yasası olarak da adlandırılan teoremler paralellik gösterdiği söylenebilir. Say’ın teoremi “*Her arz kendi talebini yaratır*” şeklindeki bir bakış açısıyla açıklanmaktadır. Schumpeter Say Yasası’nı şu şekilde açıklamaktadır: 1810’lu yıllarda İngiltere’nin ihracat rakamlarının düşüş göstermesi; İngiltere’deki aşırı üretimden kaynaklanmadığı, bu malları almak isteyen ülkelerin yoksulluğundan ya da malları almak için kendi üretim eksikliklerinden kaynaklandığını belirtmiştir. Say Yasası, üretilen ürünlerin fazla üretilmesinden kaynaklanan bir sorun olmadığını ancak üretilen ürünlere karşılık başka ürünlerin eksik üretildiğini savunmaktadır (Aydın, 2012, s. 3).

Tüm bu gelişmeler ekonomik olarak incelendiğinde ise; teknolojik gelişmelerin yeni yatırım alanlarının oluşmasına katkı sağladığı, yeni yatırım alanlarıyla kar marjlarında

artışlar yaşandığı gözlemlenmiştir. Kar oranlarında artışlar yaşanırken fiyatlarda ise düşüşler yaşanmaya başlanmıştır. Bu durum sonucunda sağlanan karlar yatırımcıyı yeni teknoloji girişimlerine ve yeni alanlara yöneltmiştir. Diğer yandan, fiyatlarda yaşanan düşüşler nedeniyle üretilen malların talebi artmış bu da üretim artışını kamçılamıştır. Üretim artışı ise işgücü, talebini tetikleyerek istihdamda artışa yol açmıştır. (Başer, 2011, s. 162).

Özetle, bu devrim, İngiltere'de ve daha sonra diğer Avrupa ülkelerinde büyük ölçekli sanayi üretiminin başlamasına yol açarak, ekonomik büyüme oranlarını artırmış ve yeni istihdam olanakları yaratmıştır.

### 2.2.2. Endüstri 2.0

İkinci endüstri devrimi 1850'li yıllara kadar dayandırılrsa da yeniliklerin çoğunlukta olduğu, 1870-1914 tarihleri ikinci endüstri devrimi olarak kabul edilmiştir (Mokyr, 1998, s. 1). 18. yüzyılın sonlarında ısı enerjisinin harekete dönüşmesiyle demir üretiminde İngiltere'de başlayan birinci sanayi devriminden yaklaşık 100 yıl sonra ikinci endüstri devriminin odağı ABD olmuştur (Bilgin, 2018, s. 32). İkinci Sanayi Devrimi'nin başlama sebepleri arasında, yeni enerji kaynaklarına yönelik talep, bilimsel ve teknolojik ilerlemeler ve yeni pazarların ortaya çıkması sayılabilir.

1. endüstri devriminin doğuşu bilime dayalı teknolojiyle değil, ustalık geleneğine dayalı bir oluşumdur. Ancak ikinci endüstri devriminde bu durum değişmiş ve teknolojinin bilime dayandırılarak gelişimi deneyimlenmiştir. 1820-1830 yılları aralığında İngiliz fizikçi Faraday ve Danimarkalı bilim insanı H.C. Oersted bazı bilimsel çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Amerikalı fizikçi B. Joseph Henry, bu bilimsel çalışmalardan yola çıkarak 1831 yılında elektrik motorunun buluşunu gerçekleştirmiştir. Bu buluş, teknolojinin bilimsel bilgiye dayandırılarak ortaya çıkmaya başlamasına ilk örnek olarak gösterilebilir (Günay, 2002, s. 12).

Geliştirilen teknolojiler ve 2. Endüstri devriminin ekonomik hayatta çığır açan etkileri tarihsel gelişmeler açısından şu şekilde toparlanabilir;

- *Üretimde kullanılan hammaddeler ile enerji kaynaklarında değişimler:* İkinci endüstri devriminde dönüm noktası olarak buhar makinesi ve kömürün yerini içten

yanmalı motorlar ve petrol enerjisinin almış olması gösterilebilir. Enerji kaynağı olarak buhar makinelerinde kömürün kullanılması, üretim süreçlerinde enerji kaybının fazla olmasından dolayı fabrikalar için daha fazla kömürün tedarik edilmesi anlamına gelmekteydi. Bu durum da daha maliyetli, zor ve stoklama alanlarında da sıkıntılar oluşmasına sebebiyet vermiştir (Abdullayev, 2021, s. 5). Buna karşın petrol enerjisi ise kömüre göre daha avantajlı bir enerji kaynağı olduğu görülmeye başlanmıştır. Hem taşıma koşullarında daha fazla kolaylık sağlamakta hem de maliyetlerde azalmalar yaşanmıştır. 1859 yılında Drake ilk ham petrolü çıkarmış ve ardından kısa sürede farklı petrol çıkarma ve arama şirketleri de kurulmuştur. Petrolün enerji kaynağı olarak kullanımı da farklı endüstrilerde artış göstermiştir. 1892’de Alman mühendis Rudolf Diesel (1858-1913) tarafından içten yanmalı bir motorun keşfi sonucu birçok fabrika ve ulaşım alanlarında petrol enerjisiyle çalışan motorlar kullanılmaya başlanmıştır (Görçün, 2017, s. 51-54).

- ***Yeni ürünlerin ve bağlantılı sanayilerin gelişimi:*** Hammaddesi kömür olan farklı yeni ürün türlerinin laboratuvar ortamlarında geliştirilmesiyle kimya endüstrisinde de gelişmeler yaşanmıştır. Sentetik boyaların oluşturulması laboratuvar ortamlarına taşınca üretim kapasitesinde artışlar yaşanmış bu durum da doğal boya üretimini azaltırken laboratuvarlarda üretilen boya miktarlarını artmıştır. Sentetik madde üretimi boyayla sınırlı kalmamış, suni gübre gibi farklı birçok ürün de bu dönem oluşmuştur (Arkan, 2018, s. 6). İçten yanmalı motor, elektrik motoru, telsiz, elektrik ampülü, telefon, telgraf gibi birçok buluşla sanayide ve ekonomide ülkeler endüstrilerinde farklı konumlara erişmişlerdir (Günay, 2002, s. 13).
- ***Taşımacılık ve ulaşımda gelişmeler:*** Özellikle çelik cevherinin kullanılmasıyla demiryolu taşıma gelişmiş ve ulaşım ağı da artmıştır (Arkan, 2018, s. 4). Bununla beraber dönemin önemli ulaşım ağı demiryolu olsa da denizyolu taşımacılığı ve karayolu taşımacılığında da önemli gelişmeler yaşanmıştır. Karayolu ulaşımı hem ticari faaliyetlerde taşıma aracı olarak kullanılırken hem de bireysel olarak kullanılmaya başlanmıştır (Abdullayev, 2021, s. 7).
- ***Haberleşmede gelişmeler:*** 1875 yılında uluslararası posta ağı oluşturulmuş, 1837’de telli telgraf icat edilmiş ve Avrupa’da yayılmasının ardından 1866 yılında Atlantik Denizi’ne telgraf hattı çekilmiştir. 1895 yılında telsiz telgrafı Guglielmo

Marconi radyo dalgaları sayesinde bulunmuştur. 1876 yılında da Graham Bell telefonun patentini almış ve iletişimde hızlı ilerlemeler yaşanmıştır (Bulut, s. 12).

- **Fordizm ve seri üretim:** Henry Ford öncülüğünde otomobil endüstrisinde yaşanan yeni üretim tarzı zamanla gelişmiştir. Bu oluşumla birlikte kitlesel üretim başlamıştır (Alçın, 2016, s. 20-21). Fordist üretim mantığında bir bant üzerinde yer alan parçaların belirlenen kişiler tarafından montajlanması yatmaktadır. Böylelikle bir bant üzerinde aynı üründen birden fazla üretilmesi sağlanmıştır. Bu durum üretimde artışa maliyetlerde ise azalmaya olanak sunmuştur (Koç, 2020, s. 8). Bu üretim sistemiyle yaratılan artık değer ticarete konu edildiğinden yeni pazarların bulunması, ya da mevcut pazarların paylaşımı üzerine çatışmaların başlaması da gündeme gelmiştir.
- **Finansal piyasalardaki değişimler:** Cleveland Borsasında büyük ölçekli işletmeler ve girişimciler kaydolmuş ve bunların bonolarının halka arz edilmesi sonucu yeni buluşların kaynak ihtiyacı buradan sağlanmıştır. Buda imalat sanayi ile finansal sektörün birbirine paralel şekilde gelişim göstermesini sağlamıştır. (Koç, 2020, s. 10).

Bu dönemde, elektrik, kimyasal süreçler ve içten yanmalı motorların yayılması, ekonomik yapıları ve sistemleri önemli ölçüde dönüştürmüştür. Bu devrim, makroekonomik etkiler açısından büyük ölçekli üretimin yayılmasına, ekonomik büyüme oranlarının daha da artmasına ve istihdamın çeşitlenmesine katkıda bulunmuştur.

Bütün bu gelişim odaklı icatlar ve buluşlar, üretim maliyetlerini azaltırken verimliliği arttırmıştır. Bunun böyle artarak devam etmesiyle tüketim toplumları ortaya çıkmaya başlamıştır. İkinci Sanayi Devrimi, özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Almanya gibi ülkelerde başlamış ve bu ülkelerin ekonomik yapılarına ve sistemlerine önemli etkilerde bulunmuştur (Mokyr, 1990; Crafts, 1995).

Birinci endüstri devriminde Adam Smith tarafından piyasaların 'görünmez el' ile düzenlenmesi şeklinde ortaya atılan teorisi 1929 ekonomik buhranı ile darbe almıştır. Bu dönemde ise Smith'in aksine gerekli durumlar oluştuğunda devletin piyasaları denetlemesi hatta düzenlemesi gerektiğini ileri süren Keynesyen Teori ortaya atılmıştır. Burada çalışma koşullarının iyileştirilmesi, iş güvencesi, emeklilik ve yaşlılık maaşı, sağlık sigortası gibi kavramlarla sosyal devlet yapısı oluşmaya başlamıştır. Bu yapı

sayesinde Avrupa, ekonomik krizlerin ve doğusundaki komünist hareketlerin etkilerini azaltmıştır (Sarıkulak, 2018, s. 25).

İkinci sanayi devrimi içerisinde Henri Fayol önderliğinde oluşum gösteren ve Fayolizm doktrini şeklinde de adlandırılan bir yönetim yapısı gelişmiştir. Amerika sisteminde uygulanan “yönetici düşünür işçi yapar” yapısı Avrupa’da olumlu tepkiler almamış birçok grev yaşanmıştır. Fayol ise bunun tam tersini savunarak yönetici ve işçi ayrımını arttırmamış bunun yerine işletmeyi bir örgüt gibi görerek en üst düzeydeki yöneticiden işçiye kadar tüm çalışanların yönetim sürecinin bir parçası olarak görmüştür. Fayol doktrini üretim, finans, satış gibi farklı çalışma alanları bir bütün olarak değerlendirilmiştir (Berber, 2016, s. 126).

Bu dönemde 20. yüzyılın başlarında devletlerin sömürge yarışı ve hâkimiyet kurma istekleri yüzünden Birinci Dünya Savaşı yaşanmıştır. Savaş sırasında savunma sanayisinde ve teknolojik silahlarda yenilikler meydana gelmiştir. Ekonomik çıkarlar için savaş, birinci dünya savaşıyla sınırlı kalmamış ikinci dünya savaşı da yaşanmıştır. Teknolojik gelişmelerin sadece avantajları doğuracağı değil atom bombası ve teknolojik silahların büyük yıkımlara neden olmasıyla, tehlikeleri de beraberinde getireceği görülmüştür. İkinci sanayi devrimi yaşanan savaşlar nedeniyle istikrarlı bir gelişim gösterememiş, birinci sanayi devrimine göre gelişimi daha yavaş olmuştur (Bulut, 2019, s. 13).

### **2.2.3. Endüstri 3.0**

Bu dönemde, dijital teknolojilerin ve bilgisayarların yayılması, ekonomik yapılar ve sistemler üzerinde önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Üçüncü endüstri devriminin yenilikleri ilk olarak ABD’de yaşamaya başlanmıştır. Üçüncü Sanayi Devrimi'nin başlama sebepleri olarak; yeni bilgi ve iletişim teknolojilerine yönelik talep, elektronik devrelerin ve mikroçiplerin gelişimi ve bilgisayarların kullanımının yayılması bulunmaktadır. Bu dönemde 1960’lı yıllarda ana bilgisayarlar, 1970’li yıllarda kişisel bilgisayarlar ile 1990’lı yıllarda da internetin kullanılmaya başlanmasıyla dönemin önemli odak noktası bilgisayarlar ve internet olmuştur. Bunun sonucu olarak yaşanan dönem, bilgisayar devrimi/dijital devrim gibi adlarla da anılmıştır (Schwab, 2016, s. 11).

Bilgisayar ve internetin gelişimine paralel olarak otomasyon, dijital tasarımlar, elektronik vs. gibi alanlarda da önemli gelişmeler yaşanmıştır.

Üçüncü Sanayi Devrimine özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya gibi ülkeler öncülük etmiş ve bu ülkelerin ekonomik yapıları ve sistemleri önemli şekilde değişim göstermiştir (Brynjolfsson & McAfee, 2014; Freeman & Louçã, 2001).

Bu devrim, makroekonomik etkiler açısından otomasyonun ve verimliliğin artmasına, ekonomik büyüme oranlarının hızlanmasına ve istihdamın daha da çeşitlenmesine katkıda bulunmuştur. Bu değişimler şu şekilde derlenebilir;

- **Esnek Üretim sistemleri:** İkinci endüstri devriminde mevcut üretim şekli tek tip seri üretim iken üçüncü endüstri devriminde üretim, otomasyon sistemlerinin üretim süreçlerine katılmasıyla değişmiş ve tek yönlü üretim şeklinden sektörel üretim yapısına bürünmüştür (Tok, 2020, s. 11). Bilgisayar teknolojilerinin ve otomasyonun endüstriye dâhil edilmesi esnek üretimi de beraberinde getirmiştir. Esnek üretim sistemi hammaddenin firmaya girişinden üretim süreçlerinin gerçekleştirip fabrikadan dağıtıma çıkarılmasına kadar geçen süreçte, üretilen ürünün farklı parçalarının ve farklılık gösteren kategorilerdeki ürünlerin bantlar üzerinde insan emeğinin en az olacak şekilde kullanılmasıyla belirli bir ana bilgisayar üzerinde üretim sürecinin tamamlanmasıdır (Gökşen, 2003, s. 45).
- **Maliyet tasarrufu gereksinimi ve outsourcing:** İnsanlar artık tek tip üründen ziyade farklı kişiselleştirilmiş ürünler talep etmeye başlamışlardır. Bunu sağlamakta ise tek tip bant sistemlerinin varlığı yetersiz kalmıştır. Tüketiciler ürünlerini seçerken hem ucuz hem de kaliteli olmasına dikkat etmişlerdir. Bu durumda endüstriler, küresel rekabet şartlarında maliyetlerini en düşük düzeyde tutmaya çabalamışlardır. Önceki dönemlerde ürünün hammadde olarak gelmesinden başlayarak bütün üretim süreçlerinin tamamlanıp sevkiyatının gerçekleştirilmesine kadar geçen süreçte oluşan tüm faaliyetleri endüstriler kendi öz sermayeleri ile gerçekleştiriyorlardı. Ancak üçüncü endüstri devriminde maliyet kalemleri tek tek kontrol edildikten sonra endüstriye maliyet arttırıcı etki yapan departmanlar (depo, taşıma, gümrük vs.) dış kaynaklara yönlendirilerek maliyetleri azaltma yoluna gitmişlerdir. Meydana getirilen iş kolunda endüstriler ürünün oluşmasındaki bütün süreçleri parçalara ayırarak bütüncül iş yapısından koparak mikro düzeyde iş yapısını

benimsemişlerdir. Parçalanmış iş kollarındaki maliyetler dikkate alınarak işletmeye maliyet avantajı sağlayan kalemleri öz kaynaklardan karşılamak yerine dış kaynaklardan karşılamışlardır. İlerleyen zamanlarda üretimde de dış kaynaklardan faydalanmak için üretim süreci de iş gücünün daha ucuz olduğu ülkelere doğru kaymıştır. Üretimin her aşamasının dış kaynaklara transfer edilebilmesi sonucu tedarik zinciri daha fazla küresel boyut kazanmaya başlamıştır. Küreselleşen üretim süreciyle birlikte endüstriler de marka tanınırlığını arttırmışlardır. Üçüncü endüstri devriminin işletmelere en büyük avantajı da dış kaynak kullanımının getirdiği marka tanınırlığı ile çok daha fazla büyümeleri olmuştur (Eroğlu, 2019, s. 16-17).

- **Yalın üretim:** Endüstri devrimlerinin getirdiği makineli üretim sistemleri ilk iki endüstri devriminde kitlesel üretimi de beraberinde getirmiştir. Ancak üçüncü endüstri devriminde kitlesel üretimden daha çok yalın üretim sistemleri benimsenmeye başlanmıştır. Yalın üretimin temelinde israfı önlemek yer almaktadır. Stoklu çalışma durumunun verdiği bir güvenle malzeme ve işçilik maliyetleri zamanla daha fazla israfa yol açmaya başlamıştır. Buna çözüm olarak da stoksuz çalışmanın bu maliyet kalemleri üzerinde azaltıcı etki yapacağı düşünülmektedir. Yalın üretim anlayışını ilk olarak Toyota firması ortaya atmıştır. Amerika'da bulunan Ford firması kitlesel üretim mantığıyla çalışmakta ve üretim aşamasında herhangi bir hatanın oluşması durumunda dahi bantları durdurmamaktadır. Ancak bu durum birçok hatalı ürünün üretilmesine ve israfın artmasına sebebiyet vermektedir. Bu yapıyı inceleyen Japonya'daki Toyota firması bunu kendi vizyonlarına uygun bulmayarak üretim süreçlerinde herhangi bir hatanın oluşması durumunda üretim bantlarını durdurarak hatanın nereden kaynaklı olduğunun tespit edilemesi sonucu üretime devam etmişlerdir. Oluşturulan bu yeni vizyonist sistem ile çok büyük oranlarda verimlilik artışı sağlanmaya başlanmıştır. 1987 yılında Amerika'da faaliyet gösteren GM şirketi 31 saatte araba üretimi gerçekleştirirken Toyota da bu süre 16 saattir. GM şirketinde stok tutma süresi 2 hafta civarında iken Toyota'da 2 saat, GM' de ortalama 100 araba için hata sayısı 135 iken yine 100 araba için hata sayısı Toyota'da 45'tir. Yalın üretim sistemi 1990 yılları sonrası diğer endüstrilere de kaymasıyla 1996-2004 yılları aralığında emek verimliliğinde %2,46 artış yaşanmıştır (Sarıkulak, 2018, s. 31-32).



- ***Yeni ürünlerin ve bağlantılı sanayilerin gelişimi:*** Üçüncü endüstri devrimi bilgisayar ve internetin yanında mikroelektronik, lazer, fiber optik, telekomünikasyon, biotarım, nükleer, biyogenetik gibi teknolojiler de gelişmeye başlamıştır. Endüstrilerin ve ekonomilerin hızla küreselleşmeye başlamasıyla üretimdeki artışlar ve tüketici toplumları da artmaya başlamıştır. Bu durum dünyadaki kaynakların hızla tükenebileceğini ortaya koymuş ve sürdürülebilirlik kavramı da gündeme getirmiştir. Birinci sanayi devrimindeki önemli enerji kaynakları su, buhar gücü ve kömür iken ikinci sanayi devriminde ise elektrik ve petrol gibi kaynaklar ön plana çıkmıştır. Ancak üçüncü sanayi devrimine gelindiğinde ise bu kaynakların tükenebileceği endişesi ve yenilenemez enerji kaynaklarının çevre üzerinde oluşturduğu tahribat göz önünde bulundurularak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım alanlarının artırılması gerekliliği ortaya konmuştur (Kent, 2016).

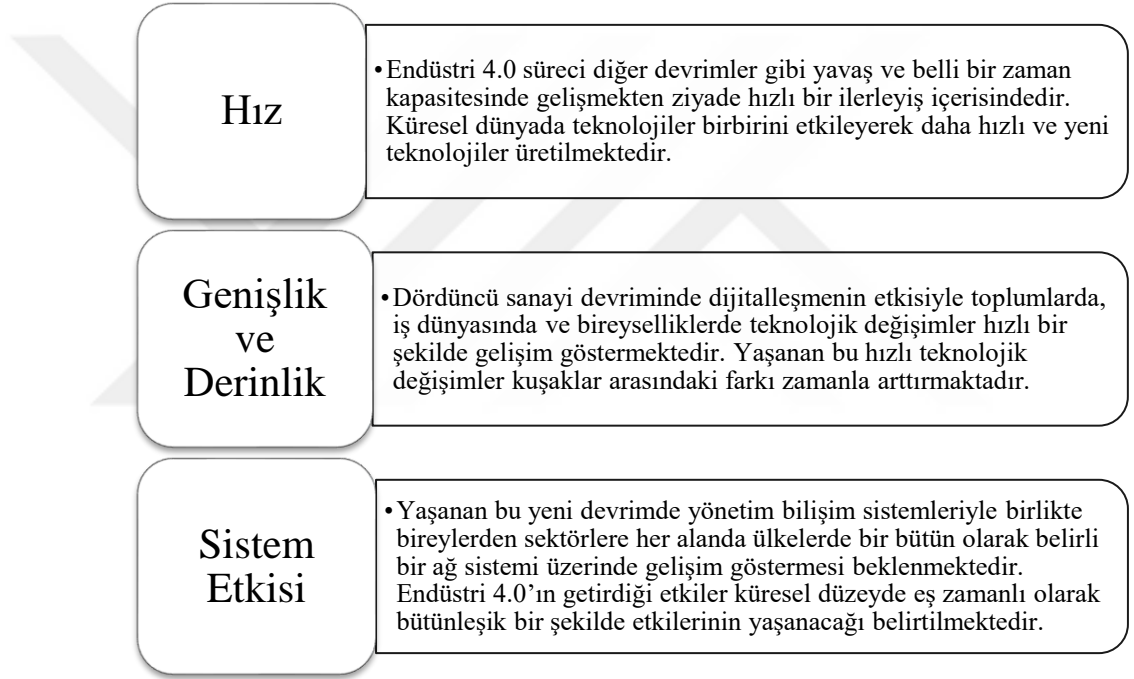
#### **2.2.4. Endüstri 4.0**

Endüstri 4.0 kavramı, literatürde ilk defa 2011 yılında Almanya’da düzenlenen Hannover Fuarında, Almanya’nın “*Yüksek Teknoloji Stratejisi 2020 Eylem Planı*” çerçevesinde gündeme gelmiştir. Yayınlandıktan sonra küresel çapta büyük ilgi gören kavram, üretimde dijitalleşme ve otomasyona yönelik yaklaşımları benimseyerek üretim süreçlerinde nitelikli işgücünün önemini vurgulamaktadır. Üretim süreçlerinde niteliksiz işgücüne duyulan ihtiyaç büyük oranda azalmış, kas gücüyle yapılan birçok işin makineler tarafından gerçekleştirilmesiyle hem zamandan tasarruf sağlanırken hem de maliyet kalemlerinde azalmaların yaşandığı görülmüştür. Maliyetlerde yaşanan azalmalar neticesinde tasarruf edilen ek kazançlarla yeni teknolojilerin doğması hız kazanmıştır. Yaşanan bu yeni endüstri devrimi sadece üretim süreçlerine hakim olmamış beraberinde sektörlerin/kullanılan alanın başına akıllı kelimesinin getirilmesiyle her alana entegre edilmeye çalışılmıştır(akıllı bina, akıllı ulaşım, akıllı fabrika, akıllı robot vs.) (İnci, 2020, s. 8).

Hiçbir sanayi devriminin birbirinden bağımsız olmadığı gibi endüstri 4.0’ın meydana gelmesi de kendinden önceki sanayi devriminin ortaya koyduğu yeniliklerin gelişimine paralel olarak yaşanmıştır. Üçüncü sanayi devriminde yaşanan bilgisayar, internet ve dijitalleşmeyle birlikte siber fiziksel sistemlerin oluşumu birbirine entegre olarak

meydana gelmiştir (Aydemir, 2021). Dördüncü sanayi devriminin diğer getirileri ise; nesnelerin internetiyle birbiriyle etkileşim kurabilen cihazların oluşması, akıllı fabrikalar ile karanlıkta üretimin sağlanmasıyla daha az enerji kullanılması, yapay zekâ ile istenilen bilgiye doğrudan ulaşılması ve aracılığı en aza indirmesi, 3D yazıcıların geliştirilmesi, akıllı evler, akıllı robotlar, büyük veri gibi birçok teknolojik yenilik gündeme gelmiştir (Bulut, 2019, s. 42).

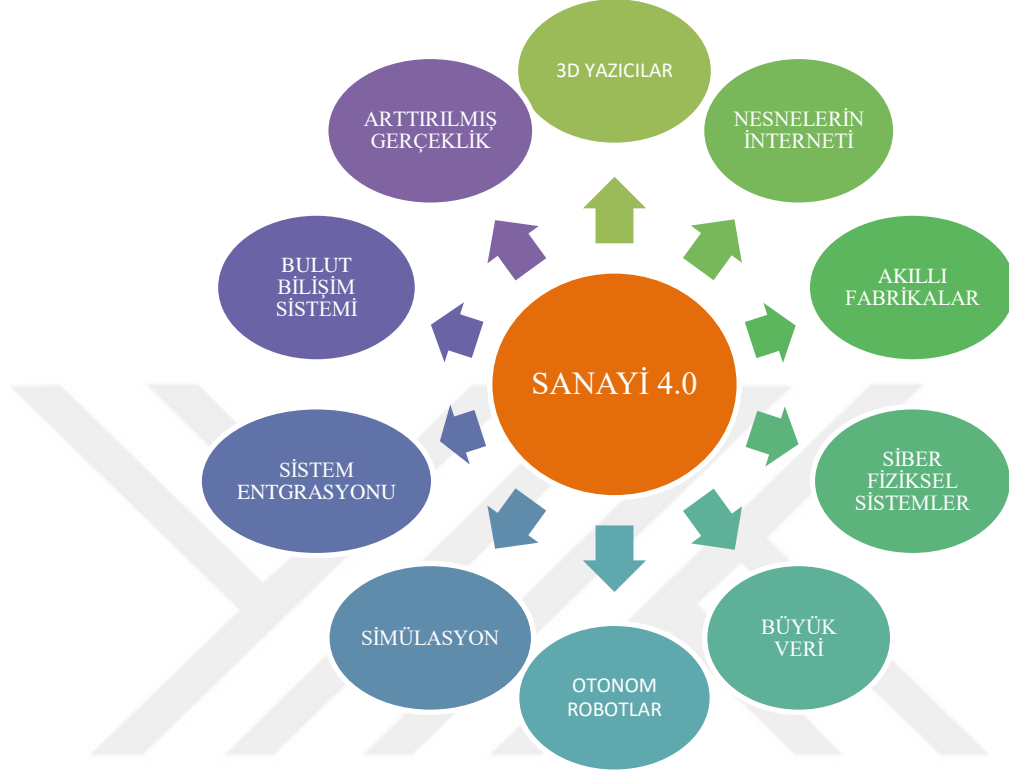
Dördüncü sanayi devrimini kendinden önceki devrimden ayıran üç farklı özellik ortaya konmuştur. Bunlar; hız, genişlik ve derinlik, sistem etkisi şeklinde başlıklar altında toplanmıştır. Aşağıdaki şekilde bu başlıklar kabaca açıklanmıştır.



Şekil.2.2: Endüstri 4.0 önceki sanayi devrimlerinden ayıran özellikleri(Fırat & Fırat, 2017, s. 213).

Endüstri 4.0 hem küresel olarak hem de bireysellikte birlikte her alanda hayatımıza girmeye başlamıştır. Teknolojik olarak yaşanan bu denli değişimlere karşı bireysel ve toplumsal olarak karşı koymak imkânsızlaşmıştır. Evlerimize giren küçük aletlerden akıllı fabrikalara kadar her alanda yaşanan bu denli değişime ayak uydurmak, küresellikten geri kalmayıp ekonomik olarak güçlü bir pozisyonda görünebilmek ve diğer ülkelerle rekabet edebilir konumda olmak için yeni teknolojiler ve gelişmelerden faydalanılmalıdır.

Endüstri 4.0'ın meydana gelmesi beraberinde birçok farklı kavramında hayatımıza girmesine neden olmuştur. Literatürde yer alan endüstri 4.0 ile ilgili unsurlara aşağıdaki şekilde yer verilmiştir.



Şekil 2.3: Endüstri 4.0'ın unsurları (Aslan, 2020).

**Nesnelerin İnterneti (IoT):** Kavram hakkında birçok farklı tanım yapılmasıyla beraber sık kullanılan tanım; bazı nesnelerin internete bağlanması ve bu bağlantı sayesinde izlenmesi, kontrollerinin sağlanması olarak değerlendirilebilir. Ancak bu tanımın genişletilmesi ve daha net anlaşılabilmesi için farklı tanımlarda yapılmaktadır. Programlanabilen ve kontrol edilebilen akıllı ve görünmez bir ağ yapısının meydana getirilmesinin sonucu olarak nesneler arasında dolaylı veya doğrudan bir iletişimin sağlanmasının mümkün hale gelmesine olanak sunan yapıya Nesnelerin İnterneti (IoT) adı verilmiştir (Chase, 2013, s. 1). Kısaca nesnelerin aralarında iletişim kurmasına imkân sağlayan yapıya Nesnelerin İnterneti (IoT) denilmektedir (Alçın, 2016, s. 25-26).

Nesnelerin İnterneti platformundan farklı birçok alanda faydalanılmaktadır. Tarım sektörü, ev ve binalarda güvenlik sistemleri, çevre olaylarının takibi, lojistik sektörü gibi farklı alanlarda ve farklı sektörlerde yayılmaya başlamıştır.

Yaşanan bunca değişim işletmeleri sürdürülebilir kılmak için adaptasyonu zorunlu hale getirmiştir. Köklü firmaların zaman içerisinde ortalama ayakta kalma süreleri kısalmaktadır. Buna karşın yeni oluşum içerisinde yer alan küçük işletmeler ise teknolojinin getirdiği avantajları kullanarak diğer firmalara rakip pozisyona gelebilmektedirler. Nesnelerin İnternetinde yaşanan bu denli değişim sadece teknolojik kökenli olarak değil bunun yanında teknolojinin getirdiği pazar koşullarının ve yeni oyuncuların dahil olmasından kaynaklanmaktadır. Tüketici beklentileri teknolojik koşullarla yeniden şekillenmektedir. İşletmelerin küresel koşullarda tutunabilmelerinin en önemli koşulu verimliliktir. Nesnelerin İnternetinin getirdiği teknolojik oluşum; ürünlerin nihai tüketiciye doğru zamanda, doğru biçimde, doğru ulaşım yöntemleriyle müşterinin talep ve istekleri doğrultusunda ulaştırılması sonucu verimliliğinin en üst düzeye çıkarılmasıdır (Doysuk & Tiftik, 2017, s. 140-141).

**Akıllı Fabrika:** Endüstri 4.0 ile gelişim gösteren akıllı fabrikalarda üretim süreçlerinde makine-insan veya makine-makine arasındaki ilişkiler giderek otomatikleşmiş ve uzaktan iletişimin sağlanabileceği boyutlara ulaşmıştır. Akıllı fabrikaların yaşanan bu süreçlere entegre olup gelişmesi endüstri 4.0'ın unsurlarından; büyük veri, siber-fiziksel sistemler, bulut bilişim gibi yeni oluşum gösteren teknolojileri de içerisinde barındırmasıyla sağlanmaktadır. Akıllı fabrikaların endüstri devrimiyle gelişimi üretim süreçlerinin otomatik, bütünlük bir yapı ve optimize edilmiş bir üretim akışının meydana gelmesini sağlamıştır (Çalış Duman & Akdemir, 2021, s. 1-2). Üretim süreçlerinde yer alan hammaddelerin fabrikaya tedarikinin yapılmasından ürünün müşteriye teslim edilip sonrasında ürün yaşam döngüsü boyunca üretim zincirinin her aşaması fabrikalarda tek bağlantıdan takip edilebilmektedir.

Geleneksel üretim sistemlerine kıyasla akıllı fabrikalarda üretim süreçleri daha hızlı, dinamik ve esnektir. Son yıllarda ağlar üzerinden veri miktarlarındaki hızlı artışla birlikte geleneksel üretimin bu verileri algılama ve kullanma olasılığı çok düşüktür. Buna karşın akıllı fabrikalarda büyük verileri karşılayabilecek ve kullanabilecek yeni ağ yapılarının oluşturulması gerekliliği duyulmaktadır. Aşağıdaki tabloda geleneksel üretim sistemi yapısıyla akıllı fabrika üretim sistem yapısının karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo2.2: Akıllı fabrika ve geleneksel fabrikaların teknik özellikleri(Wang, Wan, Li, & Zhang, 2015, s.6).

Akıllı Fabrika Üretim Sistemi	Geleneksel Üretim Sistemi
Çeşitli kaynaklar: Üretim süreçlerinde küçük parti üretimleri birden fazla türde oluşturmak için farklı türde ve daha fazla kaynak sistem içerisinde bir arada kullanılabilirlerdir.	Sınırlı ve önceden belirlenmiş kaynaklar: Oluşturulacak ürünün seri üretimi için sabit hat, gerekli olan kaynaklar dikkatlice hesaplanır planlanır ve kaynak fazlalığı en aza indirilerek üretim gerçekleştirilir.
Dinamik yönlendirme: Ürün çeşitleri arasında geçiş yaparken kaynaklar ve üretim sürecindeki aşamalar arasındaki geçişler birbirine entegre ve otomatik olarak yapılmaktadır.	Sabit yönlendirme: Üretim hattı sabittir ve üretimde geçişler manüel olarak kişiler tarafından gerçekleştirilmektedir.
Kapsamlı bağlantılar: Yüksek hızlı ağ altyapısı üzerinde makineler, ürünler, insanlar ve bilgi sistemleri birbirine bağlı ve iletişim halindedir.	Üretimde katı kontrol ağı: Üretimde her makine kendi üretimini gerçekleştirmektedir. Ancak üretim sürecinde makineler arasında iletişim ağı bulunmamaktadır.
Derin yakınsama: Akıllı fabrikalarda nesnelere interneti ve hizmeti sistemi oluşturmak için ağ yapısında tüm fiziksel sistemler birbirine entegredir.	Ayrılmış tabaka: Saha cihazları ile üst bilgi sistemleri ayrılmaktadır.
Kendi kendine organizasyon: Kontrol sistemi birçok farklı makineye dağıtılmaktadır. Akıllı makineler aralarındaki kontrol sistemini belirlemek için birbirleriyle etkileşim halindedirler.	Bağımsız kontrol: Her makine önceden belirlenen bir görevi yerine getirmek için programlanmıştır. Ancak üretim sürecinde bir makinedeki aksaklık tüm hattın durmasına sebep olmaktadır.
Büyük veri: Akıllı makineler büyük miktarda veri üretilmekte ve yüksek ağ altyapısı bunları aktararak bulut sistemi büyük verileri işleyebilmektedir.	İzole bilgi: Makine kendi işlem bilgisi kaydını oluşturabilmektedir. Ancak bu bilgi nadiren başkaları tarafından kullanılabilirlerdir.

Akıllı fabrikalarda nesnelere birbiriyle iletişimin tam sağlandığı ve teknolojik faaliyetlerin tam olarak kullanıldığı alanlarda hiçbir insanın çalışmadığı nesnelere etkileşimiyle üretimin gerçekleştiği fabrikalar “karanlık fabrikalar” olarak da adlandırılmaktadır. Karanlık fabrikanın ilk örneği olan Çin’de telefon modülü üretimi yapan fabrikada işçilerin %90 oranında azaldığı ve robotların kullanılmaya başlanmasıyla

üretim süreçlerinde hatalı ürün oranı %25'ten %5 oranlarına kadar düştüğü görülmüştür (Yıldız, 2018, s. 551).

**Siber-Fiziksel Sistemler (CPS):** Fiziksel dünyanın internetten faydalanılarak siber alan ile birbirine entegre olabilen sistemler siber-fiziksel sistemler olarak adlandırılmaktadır. Kavram ilk olarak ABD'de 2006 yılında fiziksel dünyayla bağlantılı bilgisayar sistemlerinin gün geçtikçe global olarak yayılan ve öneminin zamanla arttığını göstermek amacıyla Lee(2006) tarafından kullanılmıştır (Alçın, 2016, s. 23). Siber-fiziksel sistem yapılarının gelişmesiyle sürücüsüz araçlar, elektrikli taşıtlar, yeni gelişimler oluşturan uzay araçları, yeni nesil uçaklar ve beyin sinyalleriyle fiziksel nesnelerin kontrolünün sağlanabileceği yapılar oluşmaktadır (Baheti & Gill, 2011, s. 161).

Siber-fiziksel sistemler, endüstri 4.0'ın meydana gelmesinde başat faktörlerden biridir. 'Akıllı' olarak adlandırılan yeni oluşumların temelinde siber-fiziksel sistemler yer almaktadır. (Aydemir, 2021, s. 25). Nesnelere arasındaki hesaplamaların fiziksel süreçlerle bir bütün haline gelmesi siber-fiziksel sistemlerin temelini oluşturmaktadır. Gömülü bilgisayarlar ve ağlar, genelde fiziksel süreçlerin hesaplamaları etkilediği geri bildirim ile fiziksel süreçleri izleyerek kontrol etmektedir (Lee, 2006, s. 1).

Günümüzde teknolojik koşullara uyum sağlama ve tamamıyla benimseme de hala tam adapte olunamamış olsa da zaman geçtikçe hem bireysel olarak hem de endüstriyel bazlı endüstri 4.0 süreçlerine adaptasyon hız kazanmaktadır. Artık teknolojik değişim hayatımızın her alanında olduğu için sanal dünyayı fiziki dünyadan ayrı düşünmek imkânsızlaşmıştır. Fiziki dünya ile sanal dünya arasındaki iletişime olanak sunan gelişim ise siber-fiziksel sistemlerdir. Bu sayede makineler bilişim sistemleriyle üretim süreçleri ve değer zinciri içindeki her aşamaya dâhil edilerek makineler arasında eş zamanlı etkileşimi mümkün kılacak, daha kontrollü ve hızlı bir yapıyı oluşturacaktır. Yani endüstri 4.0 süreci ve beraberinde siber-fiziksel sistemler daha hızlı esnek inovatif çözümlerin sunulduğu, verimlilik oranlarının daha yüksek olacağı bir değişimi getirmektedir (Çevik, 2018, s. 13). Gelişen ve zamanla kullanım alanı yayılan siber-fiziksel sistemlerin bireysel ve endüstriyel olarak yansımalarını özetlemek gerekirse;

- İnovasyon, planlama ve pazarlama: Bu süreçlerin etkisiyle tüketicilerin kişisel tercihleri dahil olmak üzere her şey analiz edilebilir duruma gelecek ve bunun

sonucu üretim planlaması yapılarak tam otomasyon ile faaliyetlerini yürüten akıllı fabrikalar oluşturulacaktır.

- 7 gün 24 saat tam otomasyon çalışan fabrikalar: Planlaması elektronik ortamlarda oluşturulan makineler sayesinde daha verimli, hızlı ve kaliteli üretim sağlanmış olacaktır.
- Pazar ve nihai tüketiciler: Nesnelerin interneti uygulamalarıyla lojistik, pazar, market depo alanlarındaki raflar dâhil çoğu alanda sensörlere bağlanarak boşalan rafların otomatik sipariş oluşturması ve bu sayede tedarik zincirinin hız kazanması sağlanacaktır (Yüksekbilgili & Çevik, 2018, s. 426).

**Büyük Veri:** İnternetin hayatımızın her alanına yayılmasıyla birçok işimiz kolaylaşmış ve hız kazanmıştır. Ancak bireylerin her alanda kullandığı internetin, faydaları olduğu kadar dezavantajları da vardır. İnternetin yaygınlaşmasıyla sosyal medya, blog yazıları, online yazışmalar, telefon operatörleri gibi birçok iletişim ağı insanlar tarafından sık kullanılan uygulamalar arasındadır. Ancak buradan yayılan bilgiler her zaman doğruyu yansıtmamaktadır. Bu bilgi yığınının içinde çok fazla manipülatif, kriminal ve yanlış bilgiler de yer almaktadır. Bunun sonucu olarak da bilginin güvenilirliği sorunu ortaya çıkmaktadır. Hızla yayılan bilgi yığınınına her saniye internet aracılığıyla yenileri de eklenmektedir. Oluşan yığının sınıflandırılması, analizi ve depolanmasının sorun haline gelmesi endüstri 4.0 unsurlarından büyük veri kavramının oluşmasına ortam hazırlamıştır. Büyük veri sayesinde oluşan bilgi yığını içerisinde bilginin doğru olanını seçme ve sınıflandırma yeteneği oluşmaktadır (Arkan, 2018, s. 28-29).

A.F. Özsoylu' ya göre, "*büyük veriler, mevcut bilgi sistemlerinin işleyemeyeceği kadar geniş ve karmaşık veri kümelerine verilen isimdir.*" Yani büyük veri kavramı, var olan yazılım araçları ve veri tabanı yönetim sistemlerinin dataları toplama, yönetme, saklama ve çözümlenebilme yeteneklerini taşıyamayacak büyüklükteki veriler için kullanılmaktadır.(Özsoylu, 2017, s. 51).

Büyük veri uygulaması birçok farklı verinin bir araya gelerek kullanılması ve bunlar içerisinde karar alınması şeklinde yürütülen bir uygulamadır. Günümüzde endüstri 4.0 süreçlerine uyum sağlayabilmiş birçok işletme için kendi veri tabanları yetersiz gelmeye başlamıştır. Bu durum da işletmeler için gün geçtikçe verilerin de çoğalmaya başlamasıyla işletme içerisinde sıkıntılar yaratmaya başlamıştır. Dış kaynaklar üzerinden

gelen verilerin analiz edilmesi ve farklı verilerin oluşması ile bu yeni bilgilerin şirket içerisinde kullanılması, farklı veri tabanı ihtiyacını yaratmıştır. Büyük veri kullanımıyla işletmeler analiz etme süreçlerinde sadece geçmiş odaklı değil güncel olarak ve geleceğe yönelik de aksiyon alabilmektedirler. Geleneksel veri tabanları günümüzün bu veri yığınına karşılamakta yetersiz kaldığı için birçok işletme büyük veri alanına ilgi göstermekte ve büyük yatırımlar yapmaktadır (Çevik, 2018, s. 17-18).

**Otonom Robotlar:** Robotlar üçüncü sanayi devrimiyle birlikte otomotiv gibi belli başlı sektörlerde kullanılmaya başlanmış olsa da kullanım alanı 1960'lardan 2010'lara kadar sınırlı kalmıştır. Ancak günümüz şartlarında bulut bilişim, yapay zekâ ve internet gibi yeni teknolojik buluşların da etkisiyle tarım, lojistik, hasta bakımı gibi farklı farklı sektörlerde de kullanım alanı oluşmuştur (Bilgin, 2018, s. 68).

Otonom robotlar dördüncü sanayi devriminin oluşmasında en önemli buluşlardan biridir. Üretim süreçlerinde insan kaynaklı hataların ve verimsizliklerin en aza indirilmesi için firmaların zamanla daha çok kullanmaya başladığı otonom robotlar; insanlarla iş birliği yapan, gerektiğinde analiz yapabilen ve mevcut verileri inceleyerek karar verebilen yapay zekâyla üretilmişlerdir (Arkan, 2018, s. 12). Yani otonom robotlar; bilgisayarlar aracılığıyla programlanarak birçok işi otomatik olarak yapan ve çeşitli yazılımlarla geliştirilip dış dünya ile bağlantı kurarak iletişim sağlayabilen makinelerdir. Robotları aslında iki kategoride ele almak mümkündür. Operatör müdahalesiyle çalışan robotlar ve operatör müdahalesinin en asgari düzeyde olduğu otonom robotlar şeklinde kıyaslanabilmektedir. Otonom robotlar herhangi bir insan müdahalesi olmadan, kendi kararlarını alabilen ve çevre koşullarında farklılığın meydana gelmesi durumunda bu duruma adapte olabilen robotik sistemlerdir (Koç, 2020, s. 43).

Otonom robotlar insan gücüne duyulan gereksinimi asgari düzeye indirerek üretkenliği arttırmayı amaçlamaktadır. Üretimde insan gücüne duyulan ihtiyacın azalmaya başlamasıyla bireyler de yüksek öğrenim veya beceri gerektiren alanlara yönelmeye başlayacaklardır. Üretim süreçlerinin otonom robotlarla işlemeye başladığı alanlarda 24 saat aralıksız üretimin yapılacaktır. Üretimde herhangi bir sorunla karşılaşıldığında ise yöneticiyle mobil cihazlar sayesinde bilgi aktarılacak ve sorunun çözümü yönergelerle iletilmesi sağlanacaktır (Bulut, 2019, s. 25).



**Simülasyon:** Gerçek dünyada mevcut olan fiziksel sistem içerisindeki verilerin sanal ortama taşınması sonucu gerçek sistem içerisinde var olan verilerin izlenmesine olanak sunan bir modelleme tekniğidir. Süreç gelişmelerinin takibine olanak sunduğu için maliyet, zaman ve risk yönetiminde işletmelere avantajlar sağlamaktadır. Buradaki amaç, olasılıkların sanal ortamda önceden belirlenmesi ve oluşabilecek olumsuzlukların öncesinde planlamaların yapılmasını sağlamaktır. Karşılaşılan farklı durumlara öncesinde hazırlanan planlarla gerekli tepkilerin verilebileceği için imalattan işletmeciliğe, eğitim, sağlık, lojistik gibi farklı sektörlerde kullanım imkânı oluşmuştur (Çelen, 2017, s. 10).

Simülasyon yazılımlarının kullanımı işletmelerin malzeme, işçilik, zaman gibi verimlilik açısından değerlendirilen kategoriler üzerinde çok büyük avantajları vardır. Mesela, montaj hattı kurulumu için öncesinde risk ve ihtiyaç analizi yapılarak kurulum öncesi projelendirme yapılmalıdır. Yapılan simülasyon yazılımları sayesinde montaj hattı kurulum aşaması boyunca en az hata oranıyla çalışma yapılması planlanmaktadır. İmalat öncesi yapılan simülasyon modelleri, tasarım aşamasında olan projelerin gerçekte nasıl olabileceği hakkında bilgi vererek fiziksel sistemin kurulmadan önce eksiklerini görmeye imkân sağlar ve gerekli düzenlemelerin yapılması için ortam oluşturulur. Böylece işçilik zaman ve malzeme gibi etkilerde kurulum aşamasında en az hata oranıyla karşılaşılacaktır (Tuğlu, 2017, s. 16-17). Endüstriyel üretimde tedarik zincirinin her aşamasında simülasyon uygulamalarından faydalanılabilmektedir. (İnci, 2020, s. 16). Sanal gerçeklik eğlence alanlarıyla gündeme gelmiş olsa da askeri, sağlık, eğitim, mimari, turizm, endüstri ve satış-pazarlama gibi farklı sektörlerde de kullanıma imkân sağlamaktadır.

**Sistem Entegrasyonu:** Mevcut olan birçok sistemin koordineli olarak tek bir sistemde toplanması “*sistem entegrasyonu*” olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemler arası bağlanma “*uçtan uca bağlanma/entegrasyon*” şeklinde de belirtilmektedir (İnci, 2020, s. 16). Sistem entegratörleri; kurumsal uygulama entegrasyonu, bilgisayar ağ sistemleri, iş süreç yönetimi gibi çeşitli tekniklerin kullanımıyla birlikte, ayrı olan sistemleri bir araya getirmektedir. Sistemlerin işlevselliğinin artırılabilmesinin en önemli koşulu ise sistemler arasındaki entegrasyondur (Gültekin, 2019, s. 64).

Şirketlerin oluşum amaçları karlıklarını maksimize etmektir. Şirketler her zaman piyasa değerlerini artırma, büyüme hızını yükseltme, risklerini azaltarak varlıklarını koruma

amacı gütmektedirler. Şirketlerin bu temeller doğrultusunda bazı birleşme kararları alarak yatay entegrasyon, dikey entegrasyon ve uçtan uca entegrasyon kavramlarını ortaya çıkarmışlardır.

Yatay entegrasyondaki amaç türdeş alanlarda faaliyet gösteren farklı işletmelerin aynı müşteri kitlesine hitap etmesinden dolayı pazar payını arttırmak isteyen işletmelerin aralarındaki birleşme veya satın alma durumudur. Bu entegrasyon modelini şirketler hızlı tüketim alışkanlıklarının getirdiği moda ve fazla ürün çeşitliğinden kaynaklanan rekabet koşullarında ayakta kalabilmek için tercih etmektedir. Yatay entegrasyon tekelleşme sorununu da içinde barındırmaktadır. Ancak şirketler yatay entegrasyon sistemiyle tekelleşmeye gitmekten ziyade; ucuz hammaddeye ulaşmak, pazar paylarını arttırmak, ulusal ve uluslararası piyasalarda rekabet üstünlüğü sağlamak gibi avantajları kullanabilmek için yatay entegrasyonu tercih etmektedir (Bayrak, 2018, s. 47-48). Örneğin, Facebook Şirketi kendiyile aynı sektörde yer alan Instagram Şirketini satın almasıyla daha fazla kullanıcıya ulaşma, pazar payını artırma ve rakiplerine karşı avantaj sağlama gibi fırsatları yakalamıştır. (Barutçu, 2019, s. 20).

Aynı sektör içerisinde yer alan tedarikçi veya müşteri konumunda hizmet veren farklı bir firmayı kendi bünyesine alarak genişleyip büyüyen sistem ise dikey entegrasyon olarak değerlendirilmektedir. Dikey entegrasyon; tedarik zincirinin güçlenmesi, maliyetlerin azalması ve kârın dengelenmesi açısından firmalara büyük avantajlar sağlamaktadır (Yalım, 2019, s. 14). Firmanın hammadde tedariki gerçekleştirdiği firmayı kendi bünyesi içerisine katmasıyla geriye dönük dikey entegrasyon; ürünlerinin son tüketiciye taşınması ve pazarlanması sırasında iletişimde olduğu dağıtım kanallarını kendine katmasıyla ise ileri dikey entegrasyon gerçekleştirmiş olmaktadır (Bayrak, 2018, s. 48-49).

Uçtan uca entegrasyon ise; firma bünyesinde var olan sistemlerin ve süreçlerin aynı ara yüzler kullanılarak dijital mühendislik sistemleriyle bütünleştirilmesi ve müşteriler de dâhil olmak üzere firma dışında yer alan tüm süreçlerin bir arada olduğu bir sistem bütünüdür (Gültekin, 2019, s. 66). Burada firmaların hem girdi kaynaklarıyla hem de pazarlama alanlarıyla bir entegrasyonu söz konusudur. Ancak yatay ve dikey entegrasyona göre uçtan uca entegrasyon birleşmeleri daha az görülmektedir (Arkan, 2018, s. 17).

Endüstri 4.0'ın getirileri arasında yer alan yatay/dikey entegrasyon aracılığıyla; üretim süreçlerinde yaşanan sorunlara ve değişikliklere anında cevap verilebilmekte, kaynak verimliliği artmakta, kişiselleştirilmiş müşteriye özel üretim kolaylaşmakta, işletmelerde esnekleşme sağlamak ve değişiklik gerekliliğinde kolay ara yüz güncellemeleriyle işlemler hızla yapılabilmektedir (Abdullayev, 2021, s. 27)

**Bulut Bilişim Sistemi:** Cloud Computing olarak bilinen kavram Türkiye’de bulut bilişim şeklinde adlandırılmaktadır. Bulut bilişim teknolojisi; tüm verilerin, belgelerin, bilgilerin, uygulamaların, yazılımların internette bulunan sanal depoda depolanmasını ve sonrasında internet aracılığıyla ulaşılmasını sağlayan bir sistem şeklinde tanımlanmaktadır. Başka bir tanımda ise; kullanıcıların sunucu kaynaklarını ortak kullanımını sağlayan, yönetilmesinin daha basit olduğu düşünülen yeni bir teknolojidir (Çelik, 2021, s. 438). *“Uluslararası Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü” (NIST) bulut bilişimi “yaygın, kullanışlı, istenildiğinde paylaşılan bir havuzda bulunan bilgi işleme kaynaklarına erişimi sağlayabilecek; hızlı tanımlanabilecek ve en az yönetim gayreti ve hizmet–tedarikçi ilişkisi içerecek bir modeldir”* şeklinde tanımlamaktadır (Tayaksi, Ada, & Kazançoğlu, 2016, s. 72).

Bulut bilişim, yazılım ve donanımdan oluşan veri merkezini işletmelerin kendi altyapılarına internet aracılığıyla erişilmesini sağlayan bir servis sistemidir. Öncesinde yapılmış olan prosedür ve anlaşmalara bağlı olarak herhangi bir mekân ve zaman kısıtlamasına tabii olmadan, daha az yönetim gücüne gerek duyulan, ücretlendirmelerin hızlı yapılabildiği, serbest ve anlık ağ erişimi mevcut bir sistem bütünüdür. Bulut bilişim teknolojisinin yazılım ve donanım maliyetleri daha düşük, güncellemeler anlık olarak yapılabilmekte ve sonsuz depolama alanına sahip internet bir teknolojidir (Çelik, 2021, s. 438).

Bulut bilişim teknolojisinin temelleri 1950’li yıllarda altmıştır. Amazon şirketinin 2006 yılında veri merkezlerini geliştirmeye başlamasıyla ‘Amazon S3’ adıyla ilk bulut bilişim sistemini oluşturmuştur. Bulut bilişimin gelişmesiyle birlikte bilgi teknolojileri sektöründe tedarikçiler ile kullanıcılar arasındaki iletişimin farklılaşacağı öngörülmektedir. 2008 yılından itibaren dünyada ve Türkiye’de yaygınlaşmaya başlamıştır. Bulut bilişim bilgisayar, tablet, telefon gibi teknolojik aletlerdeki yazılımlara gerek duyulmadan web tarayıcısıyla hizmet sağlayabilmektedir. Yeni bir donanım veya

yazılama ihtiyaç duyulmadığı için yeni oluşum içerisinde olan işletmeler ve KOBİ'ler de eğitim, kurulum gibi bazı giderlerinde azalmalar olacağından dolayı maliyet avantajı da sağlamış olacaktırlar (Koç, 2020, s. 23-24). Bulut bilişim sistemi, işletme içerisindeki bilişim hizmetlerinde rahatlatma ve maliyetlerde azalma sağlamak amacıyla dışarıdan alınabilen bir hizmet olarak değerlendirilmektedir.

Bulut bilişim sistemi işletmeler ve kişiler için çok büyük kolaylıklar sağlamasına rağmen bazı dezavantajları da mevcuttur. Kişiler bulut bilişimin en çok veri gizliliğinin sağlanamaması sorunundan dolayı şüphe duymaktadır. Ancak gelişen teknolojiyle birlikte bulut bilişim de gelişmekte ve güvenilirlik alanında yeni oluşumlar sergilemektedir (Tayaksi, Ada, & Kazançoğlu, 2016, s. 72). Dezavantajlarına rağmen avantajlarının daha elverişli olduğu bulut bilişim sistemi; gelişen bilişim teknolojileri, yazılım ve donanım alanında gelişmeler, iş ortamlarındaki değişim, web hizmetlerinin hızla gelişimine paralel olarak ilerlemektedir. Bulut bilişim esnek yapısına ve ihtiyaçlar ve gereksinimlere hızlı olarak sağlayabildiği için yakın gelecekte teknolojik olarak işletmeler ve bireyler için en etkin kullanım alanlarının başında geleceği düşünülmektedir (Çelik, 2021, s. 438).

**Arttırılmış Gerçeklik:** Gerçek dünya içerisinde yer alan çevrenin ve içerisindekilerin bilgisayarlar aracılığıyla üretilen görüntü, grafik, GPS ve ses verileriyle zenginleştirilerek oluşturulan canlı, doğrudan ya da dolaylı fiziksel görünümüdür. Yani kısaca gerçekliğin bilgisayarlar aracılığıyla değiştirilmesi ve arttırılmasıdır. Kullanıcı, teknolojinin de gelişmesiyle arttırılmış gerçeklik uygulamaları sayesinde etrafında yer alan bilgi ile etkileşime girebilmektedir. Burada yer alan bilgi sayısaldır ve işlenmeye elverişlidir (EBSO, 2015, s. 21).

Arttırılmış gerçeklik alanında yapılan ilk çalışmalar askeri yapılarda kullanılmaya başlanmıştır. Savaş pilotlarının kullanımı için tasarlanan uygulamayla başlayan arttırılmış gerçeklik zamanla farklı birçok alanda da kullanım imkânı bulmuştur. Eğitim ve insan bilimi, sanat, reklam, pazarlama, mühendislik, doğal afet, güvenlik, GPS, eğlence, sağlık, müzecilik ve nükleer kazalardan korunma gibi alanlarda gelişim göstermiştir (İçten & Bal, 2017, s. 113). Zamanla daha fazla gelişim gösteren arttırılmış gerçekliğin şirketlerin operasyon ve karar verme süreçlerinde daha etkin hale geleceği ve çalışanların gerçek zamanlı bilgiye erişiminde önemli olacağı görülmektedir.

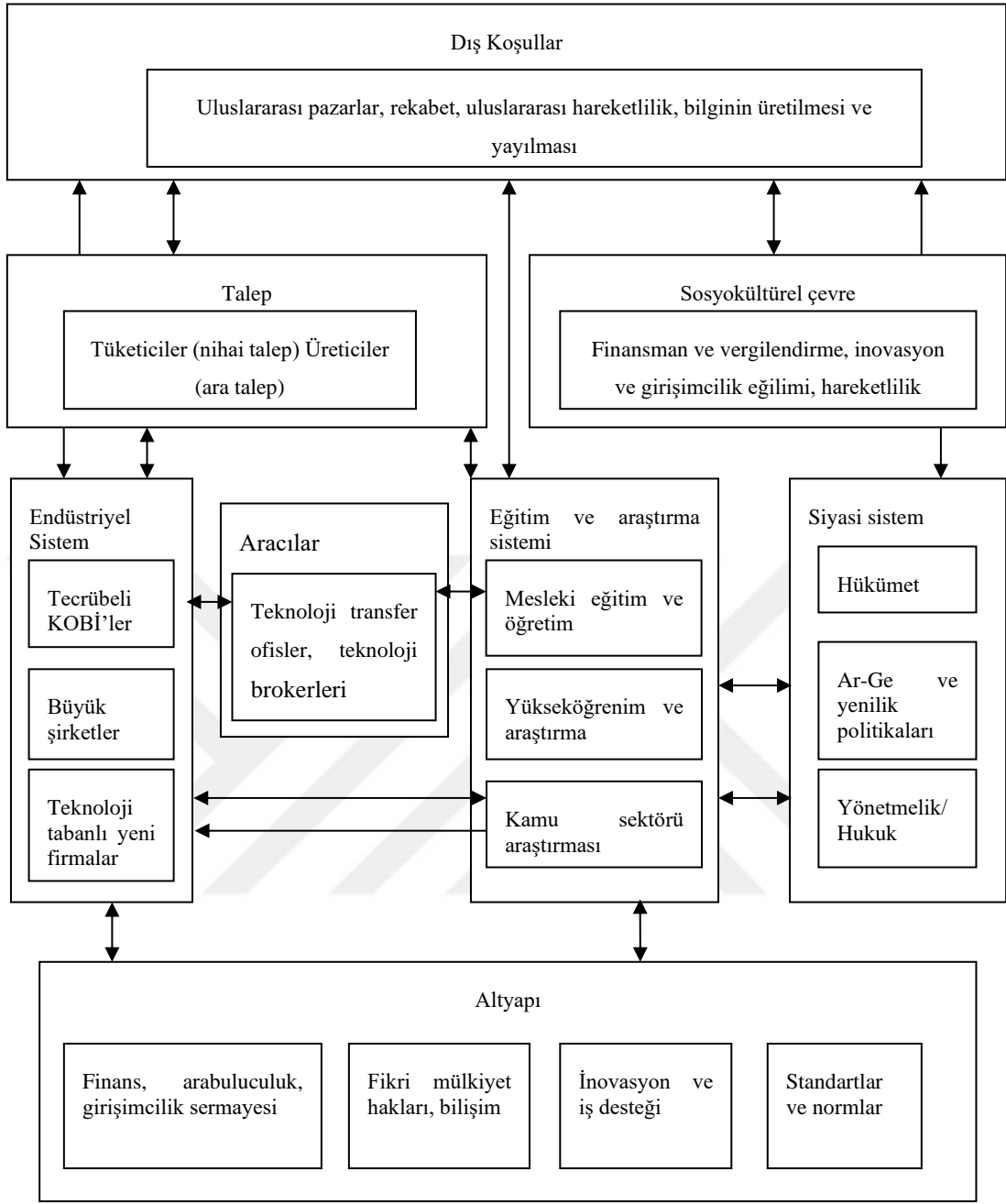
**3D Yazıcılar:** Katmanlı üretim şeklinde de adlandırılan bu teknoloji; bir yazıcı kullanılarak bilgisayar destekli yazılım programı aracılığıyla tasarlanan herhangi bir elektronik datayı kalıp ve modele gereksinim duymadan 3D verisini makineye yönlendirerek kat kat malzeme eklenmesiyle oluşturulan 3 boyutlu üretim sistemidir. Yani 3D üretim sisteminde yapılacak olan ürünün hammaddesini işleyerek malın üretim öncesi modelinin veya şeklinin oluşturulmasıyla yapılan işlemlerdir. Kullanılan bu yeni teknoloji sayesinde talebe göre kısa zamanda ürün üretilebilmekte ve fazladan maliyete gereksinim duyulmadan dizayn değişikliği uygulanabilmektedir (Yüksekbilgili & Çevik, 2018, s. 427).

1984 yılında Chuck Hull tarafından ilk 3D yazıcı üretilmiştir. Geleneksel üretim yöntemlerinden farklılaşan 3D yazıcılar, 2005 yılından sonra başlayan RepRap “(*Replicating Rapid-Prototyper*)” projesi ile iyice yaygınlaşmaya başlamıştır (Bilgin, 2018, s. 74). Geleneksel üretim süreçlerinde daha çok çıkarmalı üretim yani ürün için gerekli olan hammadde üzerinde kesme, biçme ve sonrasında birbirine ekleme yapılarak nihai ürün elde edilmektedir. Ancak bu süreçte, hammadde üzerinde uygulanan işlemler neticesinde çok fazla atık meydana gelmekte ve sonrası elde edilen nihai ürün üzerinde kalan atıklar kullanılamamaktadır. 3D yazıcılar sayesinde ise bu atık miktarları sıfıra inmektedir. 3 boyutlu yazıcılar ile üretim yapılırken yazılım, erimiş haldeki malzemeyi üst üste ekleyerek üretimi katmanlar şeklinde tamamlamakta ve tek parça ürün olarak çıkmaktadır. Böylelikle kullanılacak olan hammaddenin sadece onda birini kullanarak 3D yazıcı ile üretimde verimlilik, üretkenlik ve maliyet avantajları sağlanmıştır (Bulut & Akçacı, 2017, s. 54). İlk gelişim göstermeye başladığı yıllarda 3D yazıcılar daha çok prototip üretimi için kullanılırken zamanla ateşli silahtan ayakkabıya kadar farklı birçok sektörde kullanılmaya başlanmıştır (Bilgin, 2018, s. 75). Özellikle hafif ve karmaşık tasarımlı ürünlerin üretilmesinde bu yöntemin kullanılması firmalar için verimlilik artışı sağlayacaktır. Günümüzde daha çok havacılık firmaları, titanyum benzeri hammadde tedarikinde harcamalarını azaltmak ve hava aracının ağırlığını düşürmek için yaptıkları projelerde 3D üretim sistemlerinden yararlanmaktadır (TÜSİAD, 2016, s. 29).

## BÖLÜM 3. İNOVASYON VE MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLERİN İLİŞKİSİ

Ülkeler küreselleşmeyle birlikte iç ticaretten ziyade uluslararası ticarete önem vermeye başlamışlardır. İleri teknoloji uygulamalarını kullanarak yüksek katma değerli ürünler üreterek bunları küresel düzeyde pazarlayan ülkeler, görece rekabet ettiği ülkelere üstün konuma gelmektedir. Bu yeni ekonomi kavramının temelini bilgi oluşturmaktadır. Bilginin yanında sürekli değişim, Ar-Ge, finans, bilgi-iletişim, rekabet ve ticari bağımlılıklar da yer almaktadır. Yeni ekonomide teknolojinin ve teknolojiyle gelişim gösteren her yeni oluşumun anlaşılması ve sürdürülebilirliği ülkede aktif konumda olan kamu kurumları, firmalar ve bireyler aracılığıyla gelişim göstermektedir. Ülke kapsamı içinde ekonomik ve toplumsal olarak birbiriyle bağlantılı olan kurum kuruluş ve birey ilişkilerinin doğru tespiti inovasyon sistemleri dinamiklerinin de doğru bir şekilde anlaşılmasında önemlidir(Mızırak & Karabulut, 2017, s. 210).

Şekil 3.1’de verilen ulusal inovasyon sistemleri şeması çeşitli öğelerin birlikteliğinden oluşmaktadır. İnovasyon sistemleri farklı birçok kategorik alandan ve bunların geri bildirim sağlamasından meydana gelmiştir. Oluşturulan bu sistem bölgesel, ulusal, endüstriyel gibi alanlarda kendi oluşumlarına uyarlanarak kullanılabilen ve sistem içerisinde yer alan öğeler uygun alanlara dâhil edilmektedir(Mızırak & Karabulut, 2017, s. 211).



Şekil 3.1: Ulusal inovasyon sistemlerinin ana unsurları. (Legler, Rammer, & Schmoch, 2006)

### 3.1. Küresel İnovasyon Endeksi ve İnovasyon Yeteneğinin Ölçümü

İnovasyon hem ülkeler hem de işletmeler için makro ve mikro boyutta önemle üzerinde durulan; anlaşılması, geliştirilmesi ve özümsemesi gereken küresel bir kavramı ifade etmektedir. Ülkeler kendi inovatif çalışmalarını üretmezse bu durum o ülkenin üretim yapamadığı her yeni teknoloji için ithalatı mecbur kılacak ve bu da cari bütçe açığının her geçen yıl artışına sebep olacaktır (Oralhan & Büyüktürk, 2019, s. 472). Literatürde

inovasyon kavramının anlaşılması ve ölçülmesi üzerinde yapılan geleneksel çalışmalarda daha çok inovasyonu açıklamak için; patent, araştırmacı sayıları, Ar-Ge harcamaları gibi veriler kullanılmaktadır. Ancak inovasyonu tek bir veriyle açıklamak bütün süreci anlamlandırmada eksik ve farklı sonuçların doğmasına neden olmaktadır. Buna karşın inovasyonun oluşturduğu yeniliği anlayabilmek için bazı kurumlar çeşitli bileşenleri kullanarak farklı endeksler hesaplamışlardır (Süt & Çetin, 2018, s. 299). Bu endeksler aracılığıyla ortaya konan veriler ile ülkelerin inovasyon performansları arasında karşılaştırma ve sıralama yapılabilmektedir.

İnovasyon alanıyla ilgili ilk çalışma 1950'li yıllarda yapılmıştır. İlerleyen yıllarda ise farklı ülkeler anket çalışmalarıyla inovasyon alanında projeler yürütmüşlerdir. Eurostat ve OECD'nin birlikte yürütmüş olduğu ortak bir çalışma ile ülkelerin bireysel olarak yapmış oldukları anket çalışmaları standardize edilerek Oslo Kılavuzu adını verdikleri çalışma ile bütünleştirilmiştir. Oslo Kılavuzunun ilk basımı 1992 yılında, ikincisi 1996 yılında ve üçüncüsü ise 2005 yılında yayınlanmıştır(Karaata, 2012, s. 4).

Dünyada inovasyon performansının değerlendirilebilmesi için ülkeler veya ülke gruplarında farklı birçok çalışma yapılmaktadır. Aşağıdaki tabloda bazı kurum/kuruluş ya da ülkelerin yapmış oldukları inovasyon ölçüm ve değerlendirme anketi/çalışmaları yer almaktadır.



Tablo3.1: İnovasyon ölçüm çalışmaları:(Karaata, 2012, s. 8-13).

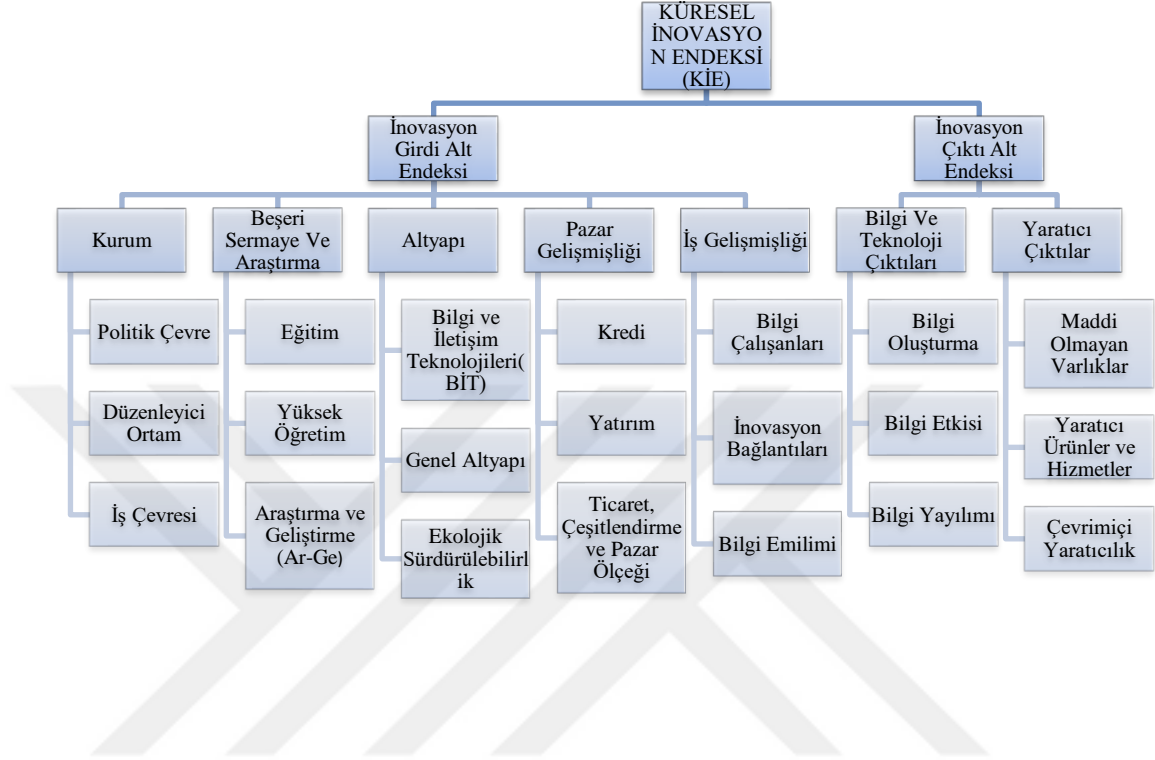
Topluluk İnovasyon Anketi (TİA)	“Topluluk İnovasyon Anketleri (TİA)” dört yıllık aralıklarla farklı sektörleri içine alarak tüm AB üye ülkelerinde uygulanan ve Avrupa’nın inovasyondaki konumunu ortaya koyan bir çalışmadır.
Avrupa İnovasyon Karnesi (AİK)	AİK, 32 Avrupa ülkesi ve Japonya, ABD, BRİC dâhil ülkeler üzerinden 25 farklı parametre ile ülkelerin inovasyon faaliyetlerini değerlendirmektedir.
En Yenilikçi Ekonomi Sıralaması (EIU)	İnovasyon girdileri ile inovasyon çıktıları üzerinden bir farklılaştırma yoluna giderek ülkeler arasında sıralama oluşturmaktadır. Veriler dört yıllık dönemler olarak ortalamalandırılır.
Küresel İnovasyon Endeksi	KİE, ilk olarak INSEAD adındaki yükseköğrenim kurumu aracılığıyla 2007 yılında ortaya çıkmıştır. Oluşturulan kriterler üzerinden GSYH’nin %98’ini oluşturan 125 ülkenin inovasyon performansı ölçülerek sıralanmaktadır. KİE raporları yıllık olarak yayınlanmaktadır.
Dünya Bankası Bilgi Ekonomisi Endeksi	Yazılım üzerinden ülkeler arasında karşılaştırma olanağı sunmaktadır. Bölgesel ya da ülke olarak değerlendirilen alanda, bilgiye dayalı ekonomik sisteme ne derece hazır olduğunu farklı parametreler üzerinden ortaya koymaktadır.

Yukarıda kısaca bahsedilen endekslerin yanı sıra “Küresel Rekabet Endeksi”, “Avrupa İnovasyon Puan Tablosu”, “Teknolojik Hazır Olma Endeksi”, “Dijital Ekonomi ve Toplum Endeksi” gibi farklı birçok kuruluş tarafından küresel ya da bölgesel şekilde çalışmalar yürütülmektedir. Yapılan çalışmalar arasında Küresel İnovasyon Endeksi en kapsamlı raporlardan biridir. Analiz kısmında inovasyon verisi olarak KİE’nin dâhil edilmesi de verilerin daha geniş kapsamlı olarak değerlendirilmesi ve inovasyonu tek bir datadan ziyade farklı birçok etken üzerinden değerlendirerek bir sonuç/sıralama ortaya

koymasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanı sıra KİE verisinin kesintisiz olarak her yıl hesaplanması, erişiminin kolay olması, uzun bir periyotta verinin olması ve farklı birçok ülkenin dâhil edilmesi gibi diğer endekslerden pozitif ayrılanları olması dolayısıyla tercih edilmiştir.

Küresel inovasyon endeksinin ilk raporu 2007 yılında “*Avrupa İşletme Yönetimi Enstitüsü*” (INSEAD) aracılığıyla geliştirilerek yayınlanmıştır. INSEAD tarafından yayınlanan bu rapora 2011 yılında “*Dünya Fikri Mülkiyetler Örgütü*” (WIPO) de katılmıştır. 2013 yılında ise KİE çalışma raporlarına Cornell Üniversitesi dâhil olmuştur (Ay Türkmen & Aynaolu, 2017, s. 261). Bu yayınlanan endeks içerisinde kurumlar, altyapı, insan sermayesi ve araştırma, piyasalar gibi farklı birçok değişkenlerin matematiksel şekilde yansımaları verilmektedir. Endekste yer alan değişkenler sayesinde inovasyonu etkileyen veriler kullanılarak ülkelerin inovasyon düzeyleri ölçülmekte ve belirli standartlara göre sıralamaları yapılmaktadır. KİE'nin hesaplanmasına dâhil edilen değişkenler her yıl farklılık gösterebilmekte yeni yıllarda hesaplanacak olan endeks verileri için yeni değişkenler eklenebilmektedir. Hızla değişen teknoloji sayesinde endeks yeni değişkenler ile bütünleşebilmektedir (Gürtuna & Polat, 2020, s. 553). Bu zamana kadar on beş KİE raporu yayınlanmıştır.

KİE'nin amacı, ülkelerin uygulamış oldukları inovasyon faaliyetlerinin ölçüm yollarının geliştirilmesiyle birlikte inovasyon kavramını anlamlandırmaktır. Bunun yanı sıra ülkelerin inovasyon performansını arttırmasına olanak sunan uygulamalarla birlikte hedeflenen politikalar üzerinde de faaliyet göstermektedir. Küresel inovasyon endeksi inovasyonun mevcut unsurlarını sürekli olarak değerlendirdiği gelişimi için aktif bir şekilde çalışmalarını yürütmektedir. Her yıl yayınlanan KİE raporu, 141 ekonomiyi değerlendirmekte ve detaylı olarak sayılar veriler aracılığıyla ülke sıralamalarını vermektedir (Hancıoğlu, 2017, s. 354).



Şekil 3.2: Küresel İnovasyon Endeksi bileşenleri: (WIPO, Global Innovation Index 2021, 2021, s. 39)

Yukarıdaki şekilde gösterilen inovasyon girdi alt endeks, ülkelerin ulusal ekonomilerinin faktörlerini barındıran ve inovasyon faaliyetlerine imkân sunan olanaklar başlıklar altında toplanmıştır. İnovasyon çıktı alt endeksi ise ülkelerin ekonomilerindeki inovasyon uygulamalarının sonucunda ortaya koymuş oldukları çıktıları içermektedir. Ülkelerin genel KİE puan sıralaması ise girdi ve çıktı alt endeks bileşenlerinin ortalamalarının alınmasıyla oluşturulmaktadır. İnovasyon çıktı endeks değeri ile inovasyon girdi endeks değerinin birbirine oranlanması inovasyon etkililik oranını vermektedir. Bir ülkenin etkililik oranı inovasyon girdi uygulamalarından daha fazla inovasyon çıktısı elde edebilmesinin yolunu göstermektedir (Hancıoğlu, 2016, s. 139).

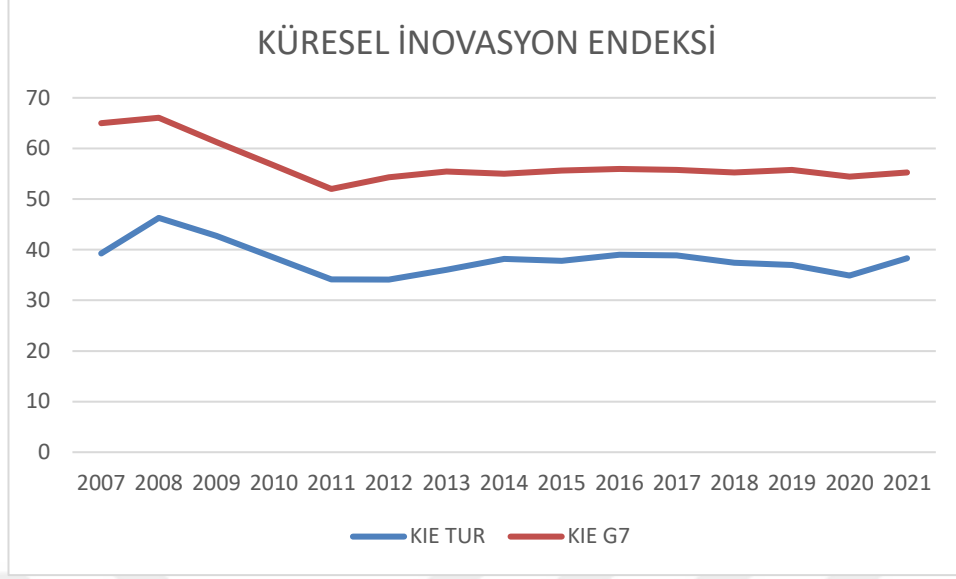
Şekil 4.2’de gösterilen tablo da inovasyon girdi alt endeksi beş başlık altında toplanmıştır. Bunlar; kurum, beşerî sermaye ve araştırma, altyapı, pazar gelişmişliği ve iş gelişmişliğidir. Verilen beş başlıkta içerdiği konular ve içerik olarak ayrıştırılarak

gruplandırılmıştır. İnovasyon çıktı alt endeksi ise; bilgi ve teknoloji çıktıları, yaratıcı çıktılar olarak iki başlıkta toplanmış ve belirli alt başlıklara ayrılmıştır.

- Kurum: Ülkelerin yenilik performansının gelişiminde en ayrıştırıcı unsurların başında kurumlar gelmektedir. Kurumlar tarafından ortaya konan kurallar özellikle gelişmekte olan ekonomiler açısından son derece önemlidir. Uluslararası politikalarda etkin bir konumda yer alabilmenin ön koşulu ise KİE raporunda; “*iyi yenilik politikaları iyi yenilikle başlar*” şeklinde ifade edilmiştir (WIPO, 2015, s. 10). İnovasyon süreçlerin yürütülmesinde rol alan etkenlerin arasındaki ilişkilerin sağlam bir zeminde ilerlemesinde kurumlar önemli bir yer tutmaktadır. Kurumların etkin olarak işlediği bir sistemde demokrasi, fikri mülkiyet haklarının önemi, şeffaf bürokrasi, bilginin açıkça ifade edilebilmesinde bazı kurallar kurumların işleyişinde ve yapısında önemlidir. Kurumlar ülkelerin izledikleri kalkınma ve gelişim politikalarında başarıya ulaşabilmesinde etkindir (Yılmaz, 2022, s. 72). Kurumlar başlığı ise politik çevre, düzenleyici ortam ve iş çevresi olmak üzere üç bileşene ayrılmıştır.
- Beşerî sermaye ve araştırma: Yeni fikirlerin doğmasında ve geliştirilmesinde ülkede oluşmuş beşerî sermaye etkindir. Ülkedeki beşerî sermayenin ise nitelikli bir yapıda oluşabilmesi için eğitim alanına önem verilerek yükseköğretim ve Ar-Ge merkezlerine yatırım yapılmalıdır. Eğitim de önemli olan bilgiyi hatırlamaktan çok bilgiyi inovatif süreçler içerisinde kullanmak ve gelişen teknolojiyle birlikte ortaya uzmanlaşmış bir beşerî sermaye koyabilmektir. Eğitim alanına yapılan yatırımlar uzun dönemde ülke içerisindeki beşerî sermayeyi geliştirmekte bu durumda inovasyonu olumlu etkilemektedir. Beşerî sermaye inovasyonla doğru orantılı hareket etmektedir (Hancıoğlu, 2016, s. 140-141). Beşerî sermaye ve araştırma; “eğitim, yükseköğretim ve Ar-Ge” olarak üç alt başlıkta ele alınmıştır.
- Altyapı: Ülkelerin gelişim göstermesinde altyapı faktörleri de önemli yer tutmaktadır. Hem kamu sektörü hem özel sektörde altyapı belirleyici bir gösterge olmakta ve bu alana yapılan yatırımlar her geçen sene artış göstermektedir. Son yıllarda hızlı gelişim gösteren teknolojiyle birlikte bilgi ve iletişim teknolojilerine yapılan yatırımlarda da artışlar meydana gelmekte bu durum da ülke ekonomilerinin bir dönüşüm içerisine girerek bilgi tabanlı ekonomiyi benimsemelerini sağlamaktadır (Yılmaz, 2022, s. 74). İletişim olanaklarının

genişliği ve verimli enerji kaynaklarının sağlanması sonucu ülkelerin yüksek katma değer oluşturarak küresel düzeyde de etkinliğinin artışı sağlanabilmektedir (Ay Türkmen & Aynaoglu, 2017, s. 272). Altyapı başlığı da “bilgi ve iletişim teknolojileri, genel altyapı, ekolojik sürdürülebilirlik” bileşenleriyle oluşturulmuştur.

- Pazar gelişmişliği: Burada inovatif çalışmaların yürütülebilmesi için destekleyici piyasaların ekonomi içerisindeki rolü belirli faktörler aracılığıyla ölçülmektedir. Ülkelerdeki etkin piyasa olanakları, sermaye bilgi sistemi ve süreklilik kazanmış doğrudan yabancı yatırımlar sayesinde kurumsal ve bireysel girişimcilere kredi kolaylığı sağlanmaktadır. İnovasyon süreçlerin gelişmesi için böyle bir ortamın oluşması zorunluluktur. (Hancıoğlu, 2016, s. 142). Kredi, yatırım, ticaret, çeşitlendirme ve pazar ölçeği bileşenleri pazar gelişmişliği başlığı altında toplanmıştır.
- İş gelişmişliği: Buradaki amaç firmaların ürünleri, uygulamaları ve hizmetlerindeki yeni oluşturulan teknolojileri geliştirme ve uygulamada uzmanlaşma yoluna değinilmektedir. Bununla beraber yerel hizmet ve ürünlerin genel kalitesini ve pazardaki firmaların ne derece esnek olduğunu da aktarmaktadır (Taş, 2017, s. 114). İş gelişmişliği; “bilgi çalışanları, inovasyon bağlantıları ve bilgi emilimi” alt başlıklarıyla oluşmaktadır.
- Bilgi ve teknoloji çıktıları: Bu başlık bir ülkenin ne derece gelişebileceğini yansıtmaktadır. Ülkedeki ürünler ve hizmet üzerinde katma değer oluşturan etkenlerin artırılması için bilginin ne kadar uygulama alanına dâhil edildiğini göstermektedir (INSEAD, 2009, s. 35). Bilgi ve teknoloji çıktıları bileşeni; “bilgi oluşturma, bilgi etkisi, bilgi yayılımı” olmak üzere üç alt başlıktan oluşmuştur.
- Yaratıcı çıktılar: İnovatif faaliyetlerin oluşturulabilmenin bir koşulu da yaratıcılıktır. KIE raporlarında inovasyon faaliyetlerinin ölçümü için yaratıcılığında ölçümünün yer alması gerektiği vurgulanmaktadır. Yaratıcı çıktıların önemine politika yapımcılar ve inovasyon ölçümünde gerekli değer verilmemektedir (Hancıoğlu, 2016, s. 143). “Maddi olmayan varlıklar, yaratıcı ürünler ve hizmetler, çevrimiçi yaratıcılık” olmak üzere yaratıcı çıktılar üç alt başlıktan oluşmuştur.



Şekil 3.3: KIE' nin 2007-2021 arasındaki değişimi (Dünya Bankası'ndan temin edilen verilerle yazar tarafından oluşturulmuştur).

Yukarıdaki grafik küresel inovasyon endeksi raporunun genel sıralamalar skorlarından derlenerek oluşturulmuştur. G7 ülkelerinin aritmetik ortalaması alınarak oluşturulmuş bir serinin ve gelişmekte olan ülkeler içerisinde yer alan Türkiye'nin değerleri yer almaktadır. Grafikten anlaşılacağı üzere G7 ülkelerinin yer aldığı serinin değerleri 100 üzerinden değerlendirildiğinde 50 ile 70 bandında hareket etmektedir. 2008 yılında en yüksek değere sahip olan seride sonraki üç yıl boyunca düşüş gözlenmekte ve 2011-2021 yılları aralığı ise 50-60 bandında seyretmektedir. Türkiye'nin ise daha düşük bir düzlemde hareket ettiği gözlemlenmektedir. 2008 yılında en yüksek orana sahip olan değer, sonrasında 2011 yılına kadar düşüş yaşamıştır. 2011 sonrası ise 30-40 puan aralığında seyretmiştir. Her iki seride de 2008-2011 yılları arasında düşüş yaşanmasının sebebi ise 2008 küresel krizinin yarattığı daralmadan kaynaklıdır.

### 3.2. Literatür Taraması

İnovasyonun ölçümünde ve hesaplanmasında yerel yada bölgesel bazı çalışmalar yürütülmektedir. Topluluk inovasyon anketi, Avrupa inovasyon karnesi, Küresel inovasyon endeksi vb. yayınlar inovasyonla ilişkili bileşenlerin bir araya gelerek ülkelerin inovasyon performansı hakkında bilgi vermektedir. Bunların literatürde inovasyon için kullanılan değişkenler olmasının yanı sıra literatürde inovasyon göstergesi olarak patent, Ar-Ge harcamaları, BİT gibi farklı değişkenlerin de kullanıldığı görülmektedir.

Literatür detaylı olarak idelendiğinde inovasyon ile makroekonomik değişkenlerin arasındaki ilişkiye dair farklı ülke grupları ve farklı değişkenler üzerinden çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Işık ve kılınç(2016), Dam ve Yıldız(2016), Yıldız(2018), Risso ve Carrera(2019), Özer ve Ünlü(2020), Altıntaş(2020), Pradhan vd.(2020) ve Elverdi ve Atik(2021) yapmış oldukları çalışmalarda inovasyonun makroekonomik faktörler ile anlamlı bir ilişki içerisinde olduğundan bahsetmektedir. Samimi ve Alerasaul(2009), Tanga(2016), Börü ve Çelik(2019), İmamoğlu(2021) de inovasyonun makroekonomik değişkenlerle ilişkisini inceledikleri çalışmalarında, inovasyonun makroekonik değişkenler ile arasındaki ilişkinin minimum düzeyde seyrettiğini ortaya koymuştur.

Literatür taramasına dair detaylı tablolara anlatımı bölmemesi açısından ekler kısmında (EK C) detaylı olarak yer verilmiştir.

### **KİE ve ekonomik büyüme ilişkisi**

İnovasyon çalışmaları, ülke ekonomilerinin küreselleşmesine paralel olarak ülkelerin sürdürülebilir bir büyüme ve rakiplerine göre rekabette üstün bir konuma gelebilmeleri için vazgeçilemez etken haline gelmiştir. Bu bağlamda KİE ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğru şekilde anlaşılması, ülkelerin inovasyonu destekleyen politikalar geliştirerek ve işletmelerin inovasyon süreçlerini yöneterek daha yüksek ve sürdürülebilir büyüme oranlarına ulaşmasına ve rakiplerinden pozitif ayrışmasına yardımcı olacaktır.

Ülkelerin sahip oldukları teknolojik olgunluğa erişim seviyesinin yüksek olması, inovasyon ve rekabette de ülkelerin gelişmiş olduklarını göstermektedir. Fiyat odaklı rekabetçilikte görülen statik yaklaşımın tersine inovasyon odaklı rekabetçilikte dinamik bir yapı mevcuttur. İnovasyon, iktisadi kalkınma ve büyümenin ana gücünü oluşturmaktadır. İnovasyonu benimsemiş ülkeler; adalet, beşeri, ekonomik ve refah seviyesi yüksek gelişmiş ekonomilerdir (Oğuztürk, Özbay, & Pehlivan, 2017, s. 1211). İnovasyon ve GSYİH arasındaki ilişki yadsınamaz düzeydedir. Gelir seviyesi yüksek ülkelerin inovasyonu teşvik edecek finansmanının olması veya olan bir inovasyonu satın alarak kendine katmasından dolayı ülkelerin GSYİH düzeyleri inovasyonun önemli belirleyicisidir (Tüylüoğlu & Saraç, 2012, s. 43).

Fagerberg ve Srholec (2008) ile Archibugi ve Coco (2005) tarafından yapılan çalışmalar, inovasyonun ekonomik büyümeye katkısının önemini vurgulamaktadır. Her iki çalışma

da inovasyonun artan küresel rekabetin bir sonucu olarak ekonomik büyüme üzerinde önemli seviyede katkıda bulunduğunu belirtmektedir.

KİE ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, Dutta ve Lanvin (2015) ve Chaminade ve Plechero (2015) tarafından daha ayrıntılı olarak incelenmiştir. Her iki çalışma da KİE'nin yüksek olduğu ülkelerin ekonomik büyüme oranlarının da genellikle daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu, inovasyonun üretkenlik artışları ve yeni fikirlerin ticarileştirilmesi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu düşündürmektedir.

Bununla birlikte, bazı çalışmalar, KİE ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin lineer olmayabileceğine işaret etmektedir. Örneğin, Castellacci (2013) ve Vinding (2006), KİE ile ekonomik büyüme arasında U şeklinde bir ilişkinin varlığından bahsetmektedir. Bu, düşük ve yüksek inovasyon düzeylerinde büyümenin daha hızlı olduğunu, ancak orta düzeylerde yavaşladığını göstermektedir.

KİE ve ekonomik büyüme üzerine yapılan diğer önemli çalışmalar arasında Crescenzi ve Gagliardi (2014) ve Furman et al. (2002) bulunmaktadır. Bu çalışmalar, KİE ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin, aynı zamanda, ülkelerin coğrafi konumu, endüstriyel yapı ve politika ortamı gibi faktörlerle de şekillendiğini göstermektedir.

Özetle, mevcut literatür, KİE ve ekonomik büyüme arasında önemli ve karmaşık bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bu ilişki, inovasyonun, küresel rekabette önemli bir faktör olduğunu ve ekonomik büyüme üzerinde ciddi ölçülerde katkısı olduğunu göstermektedir. Ancak, ilişkinin doğası ve gücü, ülkelerin özel koşullarına ve faktörlerine bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle, KİE ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için, gelecekteki araştırmaların, bu faktörlerin etkilerini daha ayrıntılı olarak incelemesi ve çeşitli ülkeler ve bölgeler arasındaki farklılıkları değerlendirmesi önem taşımaktadır.

Ayrıca, literatür yazınında inovasyon ile ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisini daha iyi anlamak için yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin, Aghion et al. (2009) ve Acemoglu et al. (2016), endojen büyüme teorileri çerçevesinde inovasyonun ekonomik büyüme üzerindeki etkileşimini araştırmalarına konu almışlardır. Bu çalışmalar, inovasyonun, ekonomik büyüme üzerinde sadece kısa vadeli etkilerini değil, uzun vadeli etkileri olduğunu göstermektedir.



## **KİE ve İşsizlik**

İnovasyon faaliyetleriyle gerçekleşen yüksek teknoloji içeren ürün ya da üretim süreçlerinin her biri üretkenliği ve yeni iş çeşitliliğini sağlamakta bu durum da istihdama olumlu bir katkı sunmaktadır. Sanayi devriminin getirdiği yenilikçi yaklaşımlar yüksek teknoloji ticaretini de arttırmıştır. Yüksek teknoloji içeren ürünler üreten ve ihraç eden ülkelerin hızla büyüdüğü ve yüksek bir refah artışı gösterdiği açıktır. Ancak bu istihdam artışının tersi de olasıdır. Teknolojinin oluşturduğu değişimlerin istihdam üzerindeki yansımaları, geleneksel ticaretin oluşturmuş olduğu yansılardan farklı olabilmektedir. Geleneksel ticarete ihracat artışı istihdamı da artırırken yüksek teknoloji içeren ürünlerin ihracat artışında ise emek yoğun ülkelerde bile istihdamda düşüşe neden olabilmektedir. Bunun nedeni ise yüksek teknolojinin hâkim olduğu alanlarda makine kullanımının artmasıyla beraber insan gücüne duyulan ihtiyacın azalmasıdır (Utlı Koçdemir & Özyıldız, 2022, s. 1058).

Küresel İnovasyon Endeksi (KİE) ile işsizlik oranı arasındaki ilişki, ekonomi literatüründe dikkate değer bir konu olup, farklı çalışmalar bu ilişkiyi incelemiştir. Audretsch ve Keilbach (2004) ve Aghion ve Howitt (2005), inovasyonun, işsizliği azaltmada önemli bir rol oynayabileceğini belirtmektedir. Frey ve Osborne (2017) gibi diğer çalışmalar, teknolojik gelişmelerin ve inovasyonun, yeni iş imkânları yaratarak ve mevcut işleri dönüştürerek işsizlik oranını azaltabileceğini savunmaktadır. Bununla birlikte, inovasyonun işsizlik üzerindeki etkisi, sektörel ve bölgesel farklılıklar nedeniyle değişkenlik gösterebilmektedir (Vivarelli, 2014).

Diğer taraftan, inovasyonun teknolojik işsizlik yaratma potansiyeli olduğuna dair bazı endişelerin dile getirildiği çalışmalar da mevcuttur (Bessen, 2019). Bu durum, çoğunlukla teknolojik gelişmelerin bazı işlerin otomasyonuna ve dolayısıyla iş kaybına yol açabileceğine dayandırılmaktadır (Autor et al. 2015). Ancak, inovasyon ve işsizlik arasındaki ilişkiyi inceleyen literatür, eğitim ve beceri düzeylerinin/ ya da beşerî sermaye stokunun öneme vurgu yapmaktadır. Arntz et al. (2016), yüksek beceri düzeyine sahip bireylerin, inovasyon nedeniyle oluşan yeni iş imkânlarından daha fazla yararlanabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle, eğitim ve beceri geliştirme politikalarının, inovasyonun işsizlik üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletebileceği düşünülmektedir (OECD, 2016).

İnovasyonun türü, pazar yapısı ve kurumsal yapılar ülkedeki istihdamda artış sağlayabileceği gibi istihdam üzerinde olumsuz bir etki de gösterebilmektedir. Süreç içerikli inovasyon, ekonomide sermaye/emek tasarrufu ve fiyatların azalması sonucunda verimlilik üzerinde pozitif etki sağlayabilmektedir. Bu durum da inovasyonun istihdamda belirli azalmaya ve üretkenliğin de artmasına sebebiyet vermesi beklenmektedir. Ancak fiyatların düşmesi ve kalitenin artış göstermesi talepte de bir artış yaratacak ve bu da istihdamda artışın oluşabileceği beklentisi yaratmaktadır (Utlı Koçdemir & Özyıldız, 2022, s. 1058).

Sonuç olarak, literatürdeki çalışmalardan da anlaşılacağı üzere, inovasyonun işsizlik üzerindeki etkileri, sektörel ve bölgesel farklılıklar, eğitim ve beceri düzeyleri gibi faktörlerle bağlantılı olduğu gözlemlenmektedir. İşsizlik sorununun, beşeri sermaye ile inovasyon çalışmalarına daha fazla yatırım yapılarak çözüm bulunabileceği de savunulmaktadır. İnovasyon sürecinin çıktısı olan yeni bilgilerin başarıyla ortaya konması ve uygulanması sonucu verimlilik artışı sağlanmaktadır. İnovasyonun toplumlar üzerinde olumlu bir etki yaratmasının koşulu da istihdamda yaşanacak pozitif etkilerden geçmektedir (İğdeli & Sever, 2020, s. 772).

### **KİE ve Cari İşlemler Dengesi**

Cari işlemler dengesi ödemeler bilançosunun en önemli kalemlerindendir. Cari işlemler dengesi tanımsal olarak; yurt dışı müteahhitlik hizmetleri, dış ticaret dengesi, kâr transferleri, faiz ödemeleri, turizm dengesi ve yurt dışından işçi dövizleri kalemlerinden oluşmaktadır. Bu nedenle cari işlemler dengesi aslında üretim faktörlerinin döviz cinsi gelir ve giderleri ile reel kesimin mal ticareti dengesini ortaya koymaktadır. Bu bağlamda cari işlemler dengesi bir taraftan ülke içindeki yetersiz tasarrufun öbür taraftan ise uluslararası anlamda rekabet edebilme gücünün bir neticesidir. Küresel anlamda rekabet gücündeki bir azalış ve yurt içindeki tasarruf açığında bir artış olması cari işlemler dengesi açığında bir artış meydana getirecektir(Oktar ve Dalyancı, 2011, s.3).

Üretim alanlarına Ar-Ge ve inovasyonu katarak sanayi yapısını geliştiren ve inovasyona dayalı sanayi yapısını benimseyen ülkeler cari fazla verirken; düşük/orta bir teknoloji ile çalışan ve bu alanlarda üretim yapan geleneksel yapıyı benimsemiş ülkeler ise cari açık sorunu yaşamaktadır (Özmen, Gerçeker, & Mucuk, 2019, s. 465). Bu sorunun çözümü de ancak ülkelerin yüksek teknoloji içeren ürünleri ihraç etmesiyle ülkeye giren döviz

arttırarak ve rekabet ortamında yerini koruyarak mümkün olmaktadır. Bu rekabetçiliği ise inovasyon ve verimlilik alanlarına yönelerek elde edeceklerdir (Erdoğan & Aydınbaş, 2020, s. 1706). Gelişmekte olan ülke grupları, gelişmiş ülkelerin sağladıkları teknolojik yenilikler, yüksek büyüme oranları ve refah artışı seviyesine ulaşabilmek için teknoloji alanlarına daha fazla önem vermeleri gerekmektedir. Bu teknolojiyi üretmek ve ihraç edebilir bir duruma gelebilmek için de teknolojinin vazgeçilmez kaynağı olan inovasyon faaliyetlerini gerçekleştirmeleri gerekmektedir.

### **KİE ve Yüksek Teknoloji İhracatı**

Gelişmiş ülkelerin sürdürülebilir bir ekonomik büyüme sağlamasının ardındaki önemli etkenlerden biri teknolojik gelişmelerdir. Teknolojik gelişmelerin kaynağını ise Ar-Ge faaliyetleri oluşturmaktadır. Ülkeler sürdürülebilir bir büyüme ve refah artışı sağlamak için Ar-Ge faaliyetlerine ayırdıkları payı arttırarak bununla birlikte inovasyonu ve beraberinde yeni teknolojik gelişmeleri de sağlamış olmaktadır. Ülkelerin yapmış oldukları bu yatırımlar sayesinde uzun dönemde ülkenin ve bireylerinin yaşam standartları yükselmiş ve rekabette üstün konuma gelmiş olacaktırlar.

Dünya bankasının tanımına göre yüksek teknoloji ihracatı “*havacılık, eczacılık, bilgisayar elektrikli makineler ve bilimsel aletler gibi yüksek Ar-Ge çalışmaları içeren ürünleri kapsamaktadır*” (Başçı Nur & Almammadov, 2022, s. 28). Yani yüksek teknoloji içeren ürünler katma değer olarak yüksek işlem içeren ürünlerdir. Yüksek teknoloji ürünlerinin üretiminde nitelikli işgücüne gereksinim duyulmakta ve ülke içerisindeki yatırımlarla beraber yabancı yatırımlarda da artış sağlamaktadır. Bu durumda küreselleşmeyle artan rekabet ortamında ülkelerin gelişim katedebilmesi için ilk amaçlarını oluşturmaktadır (Sey & Aydın, 2021, s. 239).

Günümüzde yüksek teknoloji ile ilgili yapılan üretimler ve bununla beraber yüksek teknoloji içeren ürünlerin ihracatı; inovasyonu, teknoloji yoğun malların ticaretini ve bunların bir getirisi olarak ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği açıktır. İhracat içerisindeki yüksek teknoloji ürünlerin oranının artması üretim çıktı aşamasında inovasyon için önemli ölçütlerdendir. Bunun yanında Ar-Ge’ ye yapılan yatırımlar ve harcamalar da inovasyon için önemlidir. İnovasyon faaliyetleri sayesinde ihracat payı içerisinde yüksek teknoloji içeren ürünlerin oranında artış sağlanırken aynı durum yüksek

teknoloji ihracatının artış göstermesi de inovasyon çalışmalarına olumlu katkı sağlayacaktır (Akyol & Demez, 2020, s. 57-58).



## **BÖLÜM 4. UYGULAMA**

Bu bölümde ilk olarak çalışmanın amaç ve kapsamı açıklanmış; metodoloji kısmında çalışmanın veri setinden baksedilerek kullanılan yöntemler betimlenmiştir. Uygulanan analizlerin sonuçlarına da bulgular kısmında değinilmiştir.

### **4.1. Amaç ve Kapsam**

Çalışmanın amacı küreselleşmenin etkisiyle teknolojiye ve tüketim alışkanlıklarındaki hızlı değişimleri yakalayabilmek amacıyla ülkelerin benimsemeleri zorunluluk haline gelmiş olan inovasyonun etkileşim içerisinde olduğu diğer değişkenlerle ilişkisini ortaya koymaktır. Bu bağlamda inovasyon kavramını temsilen küresel inovasyon endeksi verileri bağımlı değişken olarak ele alınmaktadır. İnovasyonun cari denge, ekonomik büyüme, yüksek teknoloji ihracatı ve işsizlik üzerine yansımaları değerlendirilmektedir.

Çalışmada kullanılan veriler 2007-2030 dönemi yıllık olarak ele alınmaktadır. 2007-2021 yılları arası gerçek veriler; 2022-2030 yılları aralığı öngörü değerlerini içermektedir. Gelişmekte olan ülkeler içerisinde yer alan Türkiye ile ekonomisi en büyük ülkeler olarak adlandırılan G7 ülkelerinin arasındaki nedensellik ilişkisi incelenmektedir. G7 ülke gurubu içerisinde yer alan Almanya, ABD, İngiltere, İtalya, Fransa, Japonya ve Kanada'nın her bir değişken ve ülke için elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak konsolide edilmiş bir değer türetilmiştir. Çalışmanın sınırlılığı ise küresel inovasyon endeksi verilerinin 2007 yılı itibarıyla yayınlanmaya başlamasından kaynaklı sınırlı dönem aralığının alınabilmesidir.

### **4.2. Metodoloji**

Bu bölümde çalışmada kullanılacak olan verilere ilişkin temel istatistiki bilgilere yer verilmiş ve çalışma kapsamında kullanılacak olan yöntem betimlenmiştir.

#### 4.2.1. Veri seti

Çalışma kapsamında yapılacak analizlerde Türkiye'nin ve G7 ülkeleri için aritmetik ortalaması alınarak ortaya konan değerler 2007-2030 dönem aralığı içerisinde değerlendirilmiştir. Değişken olarak küresel inovasyon endeksi, cari denge, ekonomik büyüme, yüksek teknoloji ihracatı ve işsizlik verileri kullanılmıştır. Cari denge, ekonomik büyüme, yüksek teknoloji ihracatı ve işsizlik verileri Dünya Bankasından; küresel inovasyon endeksi verisi ise yıllık yayınlanan KİE raporlardan temin edilmiştir.

Tablo 4.1: Kullanılan verilere ilişkin bilgiler.

Değişken Kodu	Değişkenin açıklaması	Değişiklik	Kaynak
KİE	Küresel inovasyon endeksi	KİE raporlarında 2008-2010 yılları aralığı yayınlanan raporlarda 2010 yılı verisi eksik olduğu için 2009 ile 2011 yılı yayınlanan KİE raporlarının ortalaması alınarak 2010 yılı verisi tamamlanmıştır. G7 ülkelerinin her biri için temin edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak G7 grubu ülkeler için konsolide edilmiş bir değer türetilmiştir.	Küresel İnovasyon Endeksi yayınlanan raporlarından derlenmiştir. (2022-2030 öngörü değerleri eklenmiştir)
CB	Cari dengenin GSYİH'ye oranı	2007-2021 dönemi verileri eksiksiz olarak elde edilmiştir. (2022-2030 öngörü değerleri eklenmiştir) G7 ülkelerinin her biri için temin edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak G7 grubu ülkeler için konsolide edilmiş bir değer türetilmiştir.	Dünya Bankası Veri Tabanı

Tablo4.1(devam): Kullanılan verilere ilişkin bilgiler.

EG	GSYİH büyüme oranı	2007-2021 dönemi verileri eksiksiz olarak elde edilmiştir. (2022-2030 öngörü değerleri eklenmiştir) G7 ülkelerinin her biri için temin edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak G7 grubu ülkeler için konsolide edilmiş bir değer türetilmiştir.	Dünya Bankası Veri Tabanı
HTE	Yüksek teknoloji ürün ihracatının toplam ihracat içindeki payı	2007-2021 dönemi verileri eksiksiz olarak elde edilmiştir. (2022-2030 öngörü değerleri eklenmiştir) G7 ülkelerinin her biri için temin edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak G7 grubu ülkeler için konsolide edilmiş bir değer türetilmiştir.	Dünya Bankası Veri Tabanı
U	İşsizlik oranı	2007-2021 dönemi verileri eksiksiz olarak elde edilmiştir. (2022-2030 öngörü değerleri eklenmiştir) G7 ülkelerinin her biri için temin edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınarak G7 grubu ülkeler için konsolide edilmiş bir değer türetilmiştir.	Dünya Bankası Veri Tabanı

#### 4.2.2. Yöntem

Bu araştırma çerçevesinde inovasyon yeteneği ile makroekonomik değişkenlerin uzun dönemli ilişkilerinin tespiti ve bu sayede Türkiye ve G7 ülkeleri özelinde inovasyon teşvikleri/yatırımlarına dair ekonomik politika önerilerinde bulunulması amaçlanmıştır. Ekonometrik anlamda, bir ekonomi politikası önermesinin uzun vadede geçerli olup olmaması incelemeye konu edilen değişkenler arasında uzun dönemli gerçek (non-spurious) bir ilişkinin varlığının tespitini gerektirmektedir. Yani değişkenler arasında güvenilir bir ikili ilişkinin varlığı önsel olarak incelemeye konu edilen değişkenlerin durağan olup olmadıklarının, eğer durağan değilse fark alınarak durağan hale gelip gelmediklerinin belirlenmesi ile irdelenmeye başlanmalıdır.

Makroekonomik ya da finansal göstergelerin pek çoğunun durağan olmadığı bilindiğinden, bu veriler ile yapılacak zaman serisi analizlerinin durağan olmayan değişkenlerin aynı seviyede entegre olup olmadığına bulunması, aynı seviyede ya da farklı seviyede entegre iseler buna uygun yöntemler ile eşbütünleşik (koentegre) olup olmadığına ortaya konması ile nedenselliğin ele alınması gerektiği hususları da bu çalışmada özellikle göz önünde tutulmuştur.

Bilindiği üzere durağan seriler sabit bir ortalama ve varyansa sabitken, durağan olmayan serilerde ise varyans zamana dayalı bir fonksiyon haline gelmektedir. Durağan olmayan serilerde serinin uzun dönem ortalaması olmadığından yapılacak öngörülerin hatalı olma olasılığı çok yüksektir.

Araştırma kapsamında ele alınan serilerin durağanlığının tespiti için grafiksel analiz, korelogram analizi (ACF ve PACF değerlerinin incelenmesi) ve birim kök/durağanlık test(ler)inin uygulanması yöntemleri çapraz kontrol amacıyla eş anlı olarak kullanılacaktır

Durağanlığın tespitinin ardından veriler arasındaki nedenselliğin yönünü ortaya koyabilmek amacıyla Toda-Yamamoto nedensellik testi kullanılacak VAR modeli kurularak ARDL sınır testi uygulanacaktır.

#### **Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) testi**

Zaman serisi analizlerinde seriler arasında ekonometrik bir anlamlı ilişki ortaya koyabilmek için analiz içerisindeki serilerin durağan olması gerekmektedir. Serilerin ise



durağan olup olmadığını belirlemek için çoğunlukla birim kök testleri uygulanmaktadır. ADF, 1979 yılında Dickey-Fuller tarafından gerçekleştirilen, hata teriminin bağımsız ve homojen dağıldığını ileri süren ve literatürde en fazla tercih edilen birim kök testidir (Ergün Bülbül & Demiral, 2016, s. 27).

ADF denklemlerinde bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin model içerisine dahil edilmesi sonucu ADF denklemleri oluşturulmaktadır. Gecikmeli değerlerin Dickey-Fuller denklemine artı terim şeklinde eklenmeleri denklemleri genişletmektedir. Bu ADF denklemleri aşağıdaki gibi gösterilmektedir (Arı & Yıldız, 2017, s. 312).

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} \varepsilon_t \quad \tau - \text{istatistiği}$$

$$\Delta Y_t = \mu + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} \varepsilon_t \quad \tau_\mu - \text{istatistiği}$$

$$\Delta Y_t = \mu + \beta t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} \varepsilon_t \quad \tau_\tau - \text{istatistiği}$$

Yukarıda belirtilen denklemde,  $\alpha_0$  sabit terimi,  $\alpha_2 t$  trendi,  $\varepsilon_t$  hata terimini ve p gecikme uzunluğunu temsil etmektedir. Bu modellerde  $H_0: \gamma = 0$  hipotezinin testi yapılmaktadır. ADF sınavasında uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi önem taşımaktadır. Buradan da Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Schwarz Kriteri (SC) ve Hannan Quin (HQ) Kriteri gibi yöntemler gecikme uzunluğunun belirlenmesi için literatürde sıklıkla kullanılmaktadır. Söz konusu kriterler içerisinde rakamsal olarak en küçük bulunan değer, uygun gecikme uzunluğu olduğu kabul edilmektedir (Yenisu & Yenice, 2018, s. 39).

$\alpha_0 + \alpha_2 t$ , uygulanan zaman serisi içerisinde tahmin edilebilen sistematik trendin var olup olmadığını belirleyen katsayılarıdır. Verilen denklemlerde  $\delta$  katsayısının istatistiki açıdan sifıra eşit olup olmadığı ADF testi ile belirlenmektedir. Buradan ADF sonuçları, %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde McKinnon kritik değerleriyle karşılaştırılabilir. ADF testinden çıkan sonuçlar McKinnon kritik değerlerinden büyük ise boş hipotez reddedilerek serilerin durağan olmadığı sonucuna varılır (Akel, 2015, s. 83).

## Toda-Yamamoto nedensellik

Granger nedenselliği araştırma doğrultusunda geliştirilen Toda-Yamamoto testi, serilere uygulanırken seviye değerleri üzerinden aksiyon alındığı için fark alma işlemlerinden doğan bilgi kaybının da önüne geçen bir yaklaşım olmuştur (Terzi & Yurtkuran, 2016, s. 16). Granger (1969) Nedensellik analizinde değişkenler arasındaki nedensellik incelenirken serilerin durağan olmasıyla beraber bir eşbütünleşme ilişkisi de aramaktadır. Ancak Toda-Yamamoto testinde serilerin durağanlığı ve eşbütünleşme ilişkisinin varlığı önem arz etmemektedir (Meçik & Koyuncu, 2020, s. 2625).

Toda-Yamamoto testi öncesinde Vektör Otoregresif (VAR) modeli oluşturulması ve gecikme uzunluğunun (p) belirlenmesi önkoşuldur. Sonrasında en yüksek bütünleşme derecesi olan dmax, gecikme uzunluğu olan p değerine eklenir. Bu iki değer bilinmesi sayesinde modelde doğru tahminler elde edilerek veri kaybı engellenmiş ve seviye düzeyinde başarılı çıktılar alınmasına olanak sunulmuştur. Model aşağıdaki gibidir (Meçik & Koyuncu, 2020, s. 2626):

$$Y_t = \varphi + \sum_{i=1}^{\rho+dmax} a_{1i}Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{\rho+dmax} a_{2i}X_{t-1} + \mu_{1t}$$

$$X_t = \varphi + \sum_{i=1}^{P+dmax} \beta_{1i}X_{t-1} + \sum_{i=1}^{P+dmax} \beta_{2i}Y_{t-1} + \mu_{1t}$$

Yukarıda verilen denklemler için kurulan hipotezler şöyledir:

$Y_t$  için;

$H_0$ : X Y'nin Granger nedeni değildir.

$H_1$ : X Y'nin Granger nedenidir.

$X_t$  için;

$H_0$ : Y X'in Granger nedeni değildir.

$H_1$ : Y X'in Granger nedenidir.

## ARDL testi

Literatürde sıklıkla yer alan Engle-Granger (1987) ve Johansen (1988) gibi eşbütünleşme testleri değişkenler üzerinden aralarındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemektedir. Ancak bu testlerin kullanılmasında değişkenlerin aynı derecede bütünleşik bir seyir izlemesi gerekmektedir. Bu durum Peseran vd. (2001) tarafından ileri sürülen ve farklı dereceden bütünleşik veriler üzerinde de ilişki analizinin yapılmasına olanak sunan ARDL modeli ile çözümlenmiştir. ARDL testi ile kullanılan değişkenlerin düzey değerinde durağan I(0) veya birinci farkının alınmasıyla durağan I(1) olmasında testin uygulanmasını engellememektedir. Testin olumlu diğer özelliği ise kısıtsız hata düzeltme kullandığı için diğer eşbütünleşme analizlerine göre daha güvenilir sonuçlar çıkabilmesidir. Değişkenler arasında oluşan kısa/uzun dönem ilişkisi hakkında sonuçlar içermektedir (Akel ve Gazel, 2014 s.30). ARDL modelinin genel biçimi aşağıdaki gibi gösterilmektedir(Uçak vd.2018, s.150).

$$\Delta y_t = \phi \Delta y_{t-1} + \beta x_{t-1} \sum_{j=1}^p \lambda_j \Delta y_{t-j} + \sum_{j=1}^q \delta_j \Delta x_{t-j} + \varepsilon_t$$

ARDL modelindeki F istatistik değeri Peseran (2001)'nin ortaya atmış olduğu anlamlılık seviyelerinde alt ve üst sınırlar ile karşılaştırması yapılmaktadır. F sonucu, üst kritik değerden büyük çıkması halinde "*H<sub>0</sub>: Seriler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi yoktur*" şeklindeki hipotez reddedilir. "*H<sub>1</sub>: Seriler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi vardır*" şeklindeki hipotez kabul görmektedir. Bunun tersi F değerinin, alt kritik değerden küçük çıkması halinde "*H<sub>0</sub>: Seriler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi yoktur*" hipotez kabul edilerek "*H<sub>1</sub>: Seriler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi vardır*" şeklindeki hipotez reddedilir(Sarıtaş ve Bayram, 2021, s.68-69).

### 4.2.3. Tanımlayıcı istatistikler

Aşağıdaki tabloda çalışmada kullanılacak değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerine yer verilmiştir. G7 ülkelerinin ortalamasının değerlendirildiği tabloda KIE' nin maksimum 66.06122 minimum 52.00143 değerleri arasında olduğu gözlemlenmiştir. Ortalaması 56.10342, medyan değeri 55.09601, standart sapma 3.287019, toplam 1346.482 ve kareler toplamı da 248.5033 olarak bulunmuştur. CB serisi maksimum 1.814780,

minimum -0.584895, ortalaması 0.619134, medyan 0.736653, standart sapması 0.782309, olasılık 0.412010, toplam 14.85922 ve kareler toplamı ise 14.07617 şeklinde hesaplanmıştır. EG verisi maksimum 5.113719 minimum -6.266496 değerleri aralığında; HTE 18.88595 ile 17.10006 ve U verisi ise maksimum 13.97362 minimum 5.274286 olarak hesaplanmıştır.

Normal dağılımdan sapma derecesini belirten çarpıklık değeri, KIE verisinde 2.149995 olarak bulunmuş ve sola çarpık bir durum gözlemlenmiştir. Benzer şekilde HTE ve U verileri de sola çarpık, CB verisi ile EG verisi ise sağa çarpıktır. Normal dağılım eğrisinin tepe ucunun basıklığını ortaya koyan basıklık (kurtosis) değeri KIE' de 6.646023, CB verisinde 1.731122, EG' de 7.712186, HTE' de 1.833095 ve U verisinde 1.401885 olarak hesaplanmış ve sivri bir dağılım göstermektedir.

Jarque- Bera değerleri göz önüne alındığında KIE, CB, EG, HTE ve U serileri için  $Prob=0.000 < 0.05$  olarak değerlendirildiğinden hataların normal dağılım gösterdiğini belirten  $H_0$  hipotezi reddedilmektedir. Bu durumda da ele alınan seriler normal dağılım göstermemektedir (Türkmen, 2017, s. 162).

Tablo 4.2: G7 grup serisi değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri.

<b>Değişken</b>	<b>KIE(G7)</b>	<b>CB</b>	<b>EG</b>	<b>HTE</b>	<b>U</b>
Ortalama	56.10342	0.619134	0.962134	17.88565	9.108773
Medyan	55.09601	0.736653	1.062313	17.67605	7.595000
En Büyük Değer	66.06122	1.814780	5.113719	18.88595	13.97362
En Küçük Değer	52.00143	-0.584895	-6.266496	17.10006	5.274286
Standart Sapma	3.287019	0.782309	2.168601	0.574561	3.232255
Çarpıklık	2.149995	-0.202091	-1.859827	0.403865	0.428668
Basıklık	6.646023	1.731122	7.712186	1.833095	1.401885
Jarque-Bera Sınaması	31.78340	1.773415	36.04053	2.014094	3.288999

Tablo 4.2(devam): G7 grup serisi değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri.

Olasılık	0.000000	0.412010	0.000000	0.365296	0.193109
Toplam	1346.482	14.85922	23.09121	429.2555	218.6106
Toplam Kareler					
Toplamı	248.5033	14.07617	108.1651	7.592756	240.2919
Gözlemler	24	24	24	24	24

Temel istatistik değerlerinin yer aldığı aşığıdaki tabloda Türkiye üzerinden değişkenlerin istatistiksel değerleri verilmektedir. KIE serisi maksimum 46.28571 minimum 34.10000 değerleri arasındadır. Verinin ortalaması 37.53936, medyan değeri

37.22410, standart sapması 2.639291, olasılık değeri 0.000008, toplam 900.9447 ve kareler toplamı da 160.2148 bulunmuştur. Sapma derecesini belirten çarpıklık değeri 1.670152 olarak hesaplanmış veri hafif sola çarpıktır. Tepe basıklığını belirten basıklık değeri de 6.515235 olup sivri bir dağılım göstermektedir.

CB serisi maksimum 0.696842 minimum 0.696842 değerleri aralığında; EG 11.20011 ile -4.823154, HTE 4.436316 ile 1.837563 ve U ise 13.67000 ile 5.335653 aralığında olduğu hesaplanmıştır. Çarpıklık CB' de -0.501836, EG serisinde -1.139805 HTE' de ise -0.240149 şeklindedir ve sağa çarpık bir görünüm mevcuttur. U serisinde ise 0.137816 ile sola çarpık bir eğim istatistiği vardır. Normal dağılımın tepesinin basıklığını beliren basıklık değeri CB serisinde 2.460723, EG' de 4.537699, HTE serisinde 1.867220 ve U serisinde ise 1.696820 olarak hesaplanmış ve dağılımın sivri olduğu ortaya konmuştur.

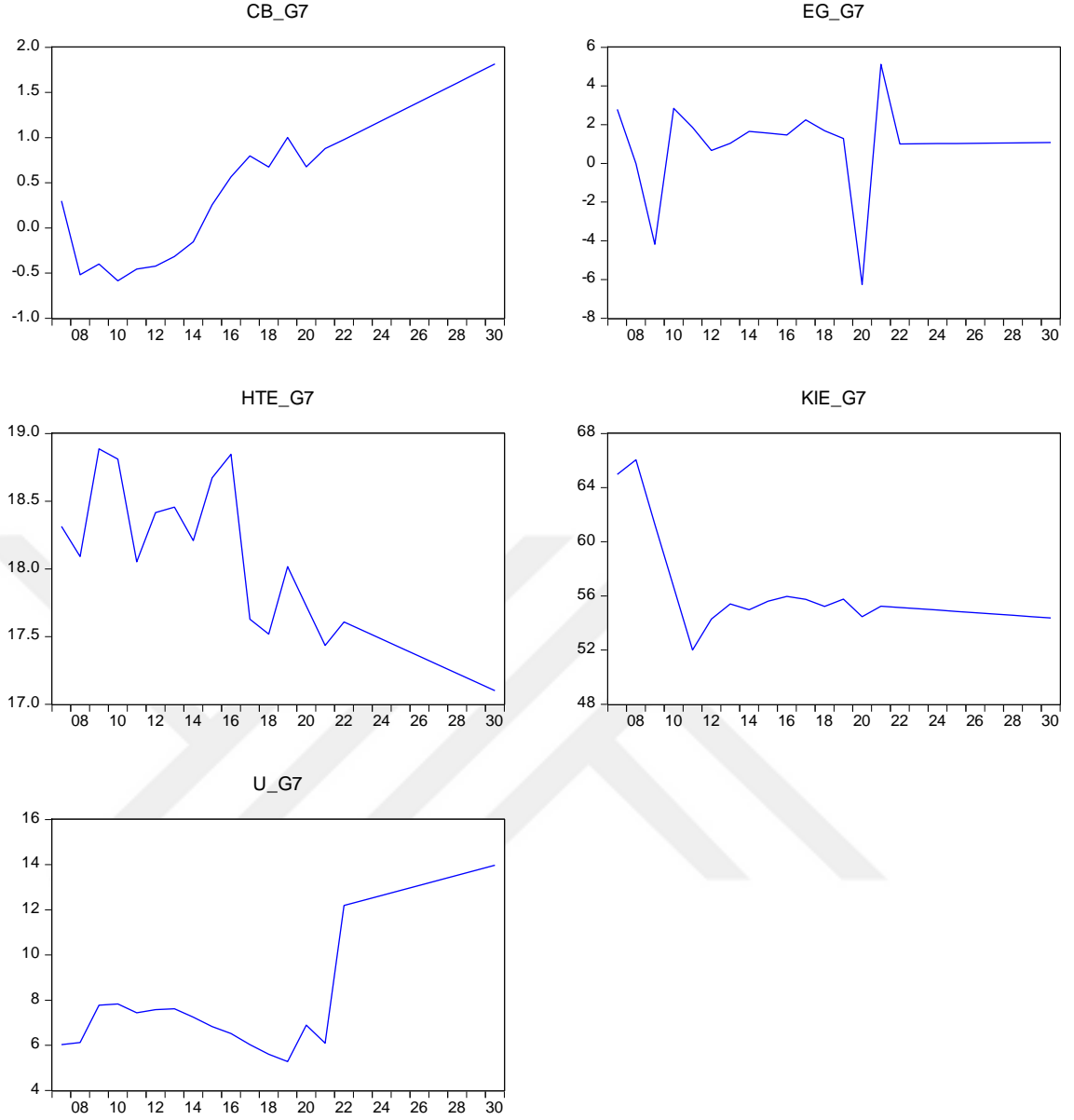
Jarque- Bera istatistikleri değerlendirilecek olursa KIE, CB, EG, HTE ve U serileri için  $Prob=0 < 0.05$  olduğundan  $H_0$  hipotezi hataların normal dağılım gösterdiğini belirttiği için reddedilmektedir. Bu da değerlendirilen serilerin normal dağılıma sahip olmadığına işaret etmektedir(Türkmen, 2017, s. 140).

Tablo4.3: Türkiye için değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri.

Değişken	KİE(TR)	CB	EG	HTE	U
Ortalama	37.53936	-2.849912	5.784488	3.214145	8.747011
Medyan	37.22410	-2.271150	7.080374	3.258127	8.835000
En Büyük Değer	46.28571	0.696842	11.20011	4.436316	13.67000
En Küçük Değer	34.10000	-8.870446	-4.823154	1.837563	5.335653
Standart Sapma	2.639291	2.485267	3.554900	0.808889	2.761923
Çarpıklık	1.670152	-0.501836	-1.139805	-0.240149	0.137816
Basıklık	6.515235	2.460723	4.537699	1.867220	1.696820
Jarque-Bera Sınaması	23.51451	1.298176	7.561141	1.513878	1.774251
Olasılık	0.000008	0.522522	0.022810	0.469100	0.411838
Toplam	900.9447	-68.39790	138.8277	77.13948	209.9283
Toplam Kareler Toplamı	160.2148	142.0607	290.6583	15.04893	175.4490
Gözlemler	24	24	24	24	24

Aşağıdaki şekil 4.1’ de verilen grafiklerde G7 serisi için kullanılan değişkenlerin zaman içerisindeki hareketlerini gösteren grafikler verilmiştir. Grafiklerden serilerin durağan bir seyir içerisinde olmadığı görülmektedir.

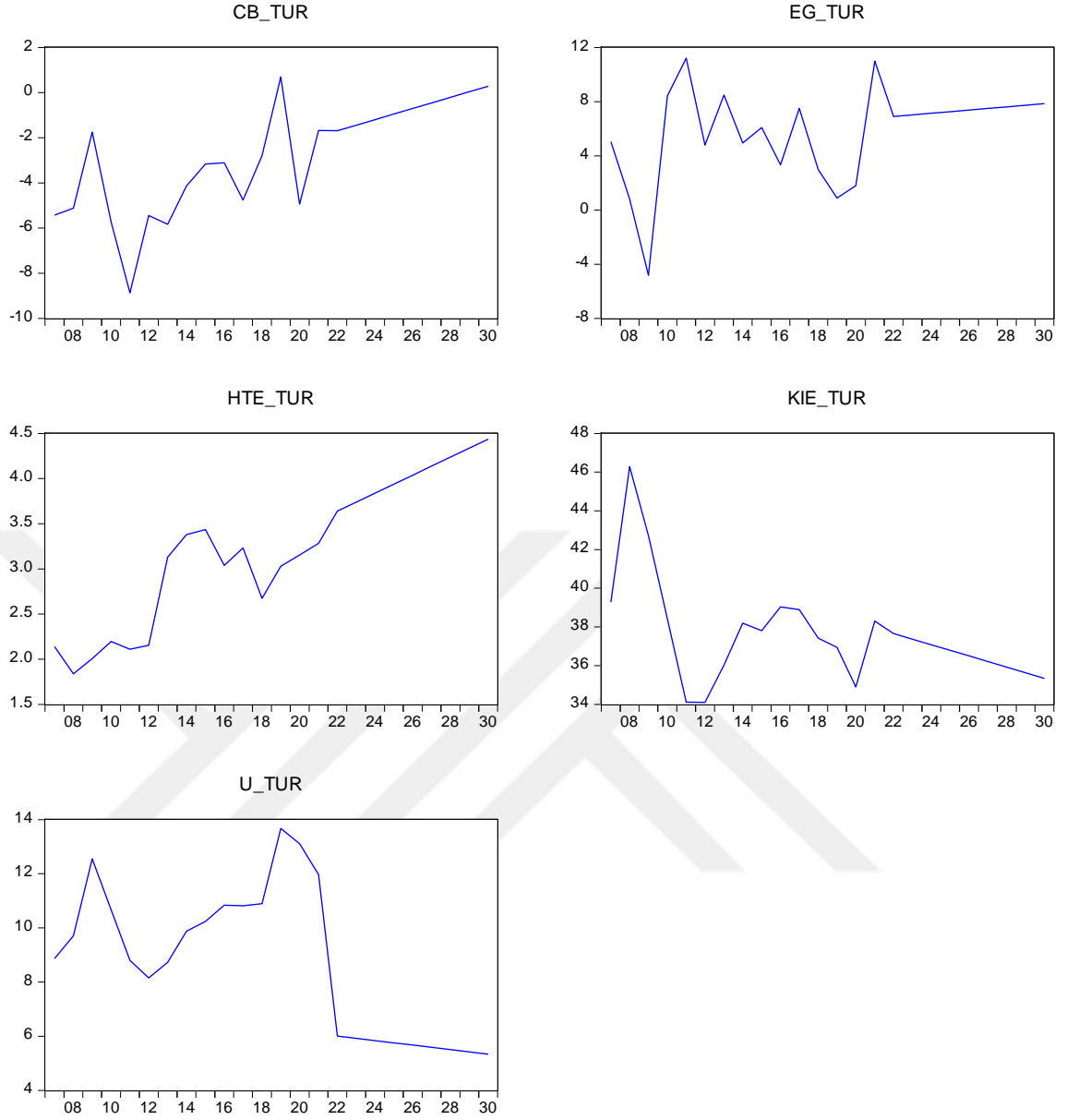
Cari denge (CB) grafiğinin zaman içerisinde sürekli bir artış içerisinde seyrettiği; ekonomik büyüme (EG) ve yüksek teknoloji ihracatı (HTE)’nin ise dalgalı hareketleri gözlemlenmektedir. Küresel inovasyon endeksi (KİE)’nin sert bir düşüşten sonra yatay seyrettiği; işsizliğin (U) ise yatay sayılabilecek bir seyirden sonra artacağı işaret edilmektedir.



Şekil 4.1. G7 serisi değişken grafikleri.

Aşağıdaki şekil 4.2’ de verilen grafiklerde Türkiye için kullanılan değişkenlerin zaman içerisindeki hareketlerini gösteren grafikler verilmiştir. Grafiklerden serilerin durağan bir seyir içerisinde olmadığı görülmektedir.

Verilen bütün değişen grafiklerinin (CB, EG, HTE, KIE, U) dalgalı hareketler sergilediği görülmektedir.



Şekil 4.2: Türkiye değişken grafikleri.

### 4.3. Bulguların Değerlendirilmesi

Bu bölümde ilk olarak G7 serisi ve Türkiye serisine ADF birim kök testleri yapılmıştır. Serilerin uygun gecikme uzunluklarının belirlenmesi için VAR modeli oluşturulmuş ve Toda-Yamamoto nedensellik analizleri yapılarak tablolar yorumlanmıştır. Son olarak değişkenlerin kısa ve uzun dönem ilişkisini ortaya koymak için ARDL testi uygulanmıştır.



### 4.3.1. ADF birim kök analizi

Tablo4.4: G7 serisinin ADF birim kök test sonuçları.

	Düzyey	1.Fark
Değişkenler	Sabitli	Sabitli
KIE	0.0000	0.0001
CB	0.6760	0.0278
EG	0.0000	0.0006
HTE	0.9373	0.0137
U	0.8374	0.0003

Yukarıdaki 4.4.'teki tablo, G7 serisi için kullanılan değişkenlerin durağanlığının belirlenmesi için uygulanan ADF birim kök testinin olasılık değerlerini vermektedir. Düzyey sabitli değerlerinde CB, HTE ve U değişkenlerinin durağan olmadığı ancak birinci sıra farkları alındığında ( $P < 0.05$ ) yer alan bütün değişkenlerin durağan seyrettiği ortaya çıkmıştır.

Tablo4.5: Türkiye ADF birim kök test sonuçları.

	Düzyey	1.Fark
Değişkenler	Sabitli	Sabitli
KIE	0.0002	0.0005
CB	0.8932	0.0000
EG	0.0124	0.0000
HTE	0.8307	0.0189
U	0.6631	0.0070

Tablo 4.5' te verilen Türkiye için ADF birim kök test sonuçlarına göre düzyey sabitli değerlerde durağan olmayan CB, HTE ve U değişkenlerinin birinci sıra farkları alındığında ( $P < 0.05$ ) bütün değişkenlerin durağan olduğu sonucu doğmuştur.

### 4.3.2. Uygun gecikme uzunluğu (VAR)

VAR modelinin kurulmasında en uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Yıldız simgeleri ise uygun gecikme uzunluğunun hangi gecikme değerinde en iyide olduğunu ifade etmektedir. Aşağıdaki tablo 4.6. ve 4.7.’de görüldüğü gibi LR, FPE, AIC, SC ve HQ ‘de uygun gecikme uzunluğunun 2. gecikme olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.6: G7 için VAR modeli uygun gecikme uzunluğu belirlenmesi.

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-162.9423	NA	2.940004	15.26748	15.51545	15.32590
1	-81.51118	118.4453	0.018663	10.13738	11.62517	10.48786
2	21.99487	<b>103.5061*</b>	<b>2.26e-05*</b>	<b>3.000466*</b>	<b>5.728072*</b>	<b>3.643008*</b>

Tablo 4.7: Türkiye VAR modeli uygun gecikme uzunluğu belirlenmesi.

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-203.7866	NA	120.4849	18.98060	19.22856	19.03901
1	-130.5590	106.5128	1.612353	14.59627	16.08406	14.94675
2	-55.20642	<b>75.35259*</b>	<b>0.025285*</b>	<b>10.01877*</b>	<b>12.74637*</b>	<b>10.66131*</b>

### 4.3.3. Toda-Yamamoto nedensellik testi

Burada değişkenlerin tek tek bağımlı değişken konumuna gelerek diğer kullanılan değişkenlerle olan nedensellik ilişkisi ortaya konmaktadır. Aşağıdaki ilk beş tablo G7 ülkeleri için kullanılan değişkenlerin nedensellik ilişkilerini ortaya koymaktadır. Sonrasındaki tablolarda ise Türkiye için kullanılan değişkenlerin nedensellik ilişkisini gösteren tablolara yer verilmiştir.

G7 ülkelerinin için kurulan nedensellik ilişkisi tablo ve yorumları aşağıdaki gibidir:

Tablo 4.8: CB (G7) sonucu.

Excluded	Chi-sq	df	Olasılık
EG_G7	1339.814	2	0.0000
HTE_G7	1267.104	2	0.0000
KIE_G7	802.1877	2	0.0000
U_G7	721.9818	2	0.0000

Yukarıdaki tablo 4.8’de görüldüğü gibi CB\_G7 (Cari İşlemler Dengesi, % of GDP) üzerinde, EG\_G7 (Ekonomik Büyüme), HTE\_G7 (Yüksek Teknoloji İhracatı), KIE\_G7 (Küresel İnovasyon Endeksi) ve U\_G7 (İşsizlik) değişkenlerinin her biri anlamlı bir Granger nedensellik etkisi gösteriyor ( $p < 0.05$ ). Bu, değişkenlerin mevcut hesap dengesi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu gösterir.

Tablo 4.9: EG (G7) sonucu.

Excluded	Chi-sq	df	Olasılık
CB_G7	49.57015	2	0.0000
HTE_G7	15.84891	2	0.0004
KIE_G7	3.635616	2	0.1624
U_G7	197.1127	2	0.0000

Tablo 4.9’de görüldüğü üzere EG\_G7 (Ekonomik Büyüme) üzerinde, CB\_G7 (Cari İşlemler Dengesi), HTE\_G7 (Yüksek Teknoloji İhracatı) ve U\_G7 (İşsizlik) değişkenleri anlamlı bir Granger nedensellik etkisi gösteriyor ( $p < 0.05$ ). Ancak, KIE\_G7 (Küresel İnovasyon Endeksi) ekonomik büyüme üzerinde anlamlı bir Granger nedensellik etkisi göstermemektedir ( $p > 0.05$ ).

Tablo 4.10: HTE (G7) sonucu.

Excluded	Chi-sq	df	Olasılık
CB_G7	43.52174	2	0.0000
EG_G7	147.2239	2	0.0000
KIE_G7	194.0747	2	0.0000

Tablo 4.10(devam): HTE (G7) sonucu.

U_G7	5.310511	2	0.0703
------	----------	---	--------

Yukarıdaki tablo 4.10’da görüldüğü gibi HTE\_G7 (Yüksek Teknoloji İhracatı) üzerinde, CB\_G7 (Cari İşlemler Dengesi), EG\_G7 (Ekonomik Büyüme) ve KIE\_G7 (Küresel İnovasyon Endeksi) değişkenlerinin her biri anlamlı bir Granger nedensellik etkisi gösteriyor ( $p < 0.05$ ). Ancak, U\_G7 (İşsizlik) yüksek teknoloji ihracatı üzerinde anlamlı bir Granger nedensellik etkisi göstermiyor ( $p > 0.05$ ).

Tablo 4.11: KIE(G7) sonucu.

Excluded	Chi-sq	df	Olasılık
CB_G7	6.742887	2	0.0343
EG_G7	26.55729	2	0.0000
HTE_G7	12.79579	2	0.0017
U_G7	27.71320	2	0.0000

Yukarıdaki tablo 4.11’de görüldüğü gibi KIE\_G7 (Küresel İnovasyon Endeksi) üzerinde, CB\_G7 (Cari İşlemler Dengesi), EG\_G7 (Ekonomik Büyüme), HTE\_G7 (Yüksek Teknoloji İhracatı) ve U\_G7 (İşsizlik) değişkenlerinin her biri anlamlı bir Granger nedensellik etkisi gösteriyor ( $p < 0.05$ ).

Tablo 4.12: U(G7) sonucu.

Excluded	Chi-sq	df	Olasılık
CB_G7	55.50516	2	0.0000
EG_G7	13.80662	2	0.0010
HTE_G7	3.218586	2	0.2000
KIE_G7	42.07289	2	0.0000

Yukarıdaki tablo 4.12’de görüldüğü üzere U\_G7 (İşsizlik) üzerinde, CB\_G7 (Cari İşlemler Dengesi), EG\_G7 (Ekonomik Büyüme) ve KIE\_G7 (Küresel İnovasyon Endeksi) değişkenlerinin her biri anlamlı bir Granger nedensellik etkisi gösteriyor ( $p <$

0.05). Ancak, HTE\_G7 (Yüksek Teknoloji İhracatı) işsizlik üzerinde anlamlı bir Granger nedensellik etkisi göstermemektedir ( $p > 0.05$ ).

Türkiye için kurulan nedensellik ilişkisi tablo ve yorumları aşağıdaki gibidir:

Tablo 4.13: CB(TUR) sonucu.

Excluded	Chi-sq	df	Olasılık
EG_TUR	92.01152	2	0.0000
HTE_TUR	107.8275	2	0.0000
KIE_TUR	98.11206	2	0.0000
U_TUR	70.86274	2	0.0000

EG\_TUR, HTE\_TUR, KIE\_TUR ve U\_TUR değişkenlerinin hepsi CB\_TUR üzerinde anlamlı Granger nedensellik göstermektedir. Bu, bu değişkenlerin herhangi bir değişikliğinin CB\_TUR (Cari İşlemler Dengesi) üzerinde bir etkisi olabileceğini düşündürmektedir.

Tablo 4.14: EG(TUR) sonucu.

Excluded	Chi-sq	df	Olasılık
CB_TUR	173.5068	2	0.0000
HTE_TUR	123.2051	2	0.0000
KIE_TUR	283.8511	2	0.0000
U_TUR	332.1904	2	0.0000

CB\_TUR, HTE\_TUR, KIE\_TUR ve U\_TUR değişkenlerinin tümünün EG\_TUR (Ekonomik büyüme oranı) üzerinde anlamlı bir Granger nedensellik etkisi vardır. Bu, bu değişkenlerin herhangi bir değişikliğinin EG\_TUR üzerinde bir etkisi olabileceğini göstermektedir.

Tablo 4.15: HTE(TUR) sonucu.

Excluded	Chi-sq	df	Olasılık
CB_TUR	162.6910	2	0.0000
EG_TUR	10.67983	2	0.0048

Tablo 4.15(devam): HTE(TUR) sonucu.

KIE_TUR	204.6055	2	0.0000
U_TUR	18.06957	2	0.0001

CB\_TUR, EG\_TUR, KIE\_TUR ve U\_TUR değişkenlerinin tümünün HTE\_TUR (Yüksek teknoloji ihracatı) üzerinde anlamlı bir Granger nedensellik etkisi vardır. Bu değişkenlerin herhangi bir değişikliği HTE\_TUR üzerinde bir etki yaratabilir.

Tablo 4.16: KIE(TUR) sonucu.

Excluded	Chi-sq	df	Olasılık
CB_TUR	3.236975	2	0.1982
EG_TUR	1.784519	2	0.4097
HTE_TUR	5.576292	2	0.0615
U_TUR	0.349763	2	0.8396

KIE\_TUR sonucu ilginç bir şekilde diğer değişkenlerle anlamlı nedensellik ilişkisi ortaya koymamaktadır. CB\_TUR, EG\_TUR, HTE\_TUR ve U\_TUR değişkenlerinin KIE\_TUR (Türkiye'nin inovasyon endeksi) üzerinde anlamlı bir Granger nedensellik etkisi yoktur. Bu durum kesin olmamakla birlikte Türkiye'nin inovasyon seviyesinin inceleme kapsamındaki değişkenlerden bağımsız olduğunu veya bu değişkenlerin inovasyon üzerindeki etkisinin henüz belirgin olmadığını gösterir.

Tablo 4.17: U(TUR) sonucu.

Excluded	Chi-sq	df	Olasılık
CB_TUR	18.94822	2	0.0001
EG_TUR	18.59262	2	0.0001
HTE_TUR	19.50708	2	0.0001
KIE_TUR	20.39699	2	0.0000

CB\_TUR, EG\_TUR, HTE\_TUR ve KIE\_TUR değişkenlerinin tümünün U\_TUR (İşsizlik oranı) üzerinde anlamlı bir Granger nedensellik etkisi vardır. Bu, bu değişkenlerin değişimlerinin işsizlik oranını etkileyebileceğini göstermektedir.

#### 4.3.4. ARDL testi

Bu ARDL modelinde bağımlı değişken olarak Küresel İnovasyon Endeksi (KIE\_G7) belirlenmiştir. Hem kısa dönemde hem de uzun dönemde Ekonomik Büyüme (EG\_G7), Yüksek Teknoloji İhracatı (HTE\_G7) ve İşsizlik Oranı (U\_G7) değişkenlerinin bu endeks üzerindeki etkileri incelenmiş sonuçlar aşağıda verilmiştir.

#### G7 için:

Tablo 4.18: ARDL (2,2,2,2) G7 model tahmin sonuçları.

Değişken	Katsayı	St. Hata	İstatistik değeri(t)	Olasılık değeri(p)*
KIE_G7(-1)	0.618195	0.040248	15.35959	0.0000
KIE_G7(-2)	-0.173018	0.037550	-4.607631	0.0010
EG_G7	0.288975	0.041423	6.976262	0.0000
EG_G7(-1)	-0.069945	0.037878	-1.846593	0.0946
EG_G7(-2)	0.535330	0.052830	10.13313	0.0000
HTE_G7	0.544908	0.169856	3.208064	0.0094
HTE_G7(-1)	-0.367605	0.200008	-1.837950	0.0959
HTE_G7(-2)	0.255917	0.206331	1.240323	0.2432
U_G7	0.641298	0.079231	8.094018	0.0000
U_G7(-1)	-0.981588	0.110735	-8.864286	0.0000
U_G7(-2)	0.344657	0.054827	6.286232	0.0001
C	21.89149	3.671566	5.962441	0.0001

Tablo 4.18' de verilen ARDL (2,2,2,2) modelinin tahmin sonuçlarına bakıldığında katsayıların istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmekte olup, uygulanan tamasal testlerin sonucuna göre ise otokorelasyon, değişen varyans ve spesifikasyon hatasının olmadığı saptanmıştır.

Tablo 4.19: Sınır testi sonuçları.

Önem derecesi	I(0)	I(1)	
10%	2.72	3.77	
5%	3.23	4.35	K=3
2.5%	3.69	4.89	F=242.7874
1%	4.29	5.61	

Tablo 4.19’da verilen F-Sınır testinde  $F=242.7874$  şeklinde hesaplanmıştır. Bu değer tabloda verilen anlamlılık seviyelerinde alt/üst sınır kritik değerlerinden ( $F>I(0)$ ,  $F>I(1)$ ) büyük çıktığı için uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo 4.20: Kısa dönem tahmin sonuçları.

Değişken	Katsayı	St. Hata	İstatistik değeri(t)	Olasılık değeri(p)*
D(KIE_G7(-1))	0.173018	0.037550	4.607631	0.0010
D(EG_G7)	0.288975	0.041423	6.976262	0.0000
D(EG_G7(-1))	-0.535330	0.052830	-10.133130	0.0000
D(HTE_G7)	0.544908	0.169856	3.208064	0.0094
D(HTE_G7(-1))	-0.255917	0.206331	-1.240323	0.2432
D(U_G7)	0.641298	0.079231	8.094018	0.0000
D(U_G7(-1))	-0.344657	0.054827	-6.286232	0.0001
CointEq(-1)	-0.554823	0.027971	-19.835465	0.0000

KIE\_G7'nin bir önceki dönem değerlerinin pozitif ve anlamlı bir etkisi bulunmaktadır. Yani bir önceki dönemin inovasyon endeksinin, mevcut dönem inovasyon endeksini artırıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. EG\_G7'nin hem mevcut dönem değerleri (pozitif) hem de bir önceki dönem değerleri (negatif) üzerinde anlamlı bir etkisi vardır. Bu durum, ekonomik büyüme ile inovasyon endeksi arasında gecikmeli bir etkileşim olduğunu göstermektedir. HTE\_G7'nin mevcut dönem değerleri pozitif etkiye sahipken, bir önceki dönem değerleri üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. U\_G7'nin hem mevcut dönem değerleri (pozitif) hem de bir önceki dönem değerleri (negatif) üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu gözlemlenmektedir.



Hata düzeltme terimi (CointEq(-1)) negatif ve anlamlıdır, bu durum değişkenler arasında uzun dönemli bir denge olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.21: Uzun dönem tahmin sonuçları.

Değişken	Katsayı	St. Hata	İstatistik değeri(t)	Olasılık değeri(p)*
EG_G7	1.359640	0.239499	5.677011	0.0002
HTE_G7	0.780825	0.381317	2.047708	0.0678
U_G7	0.007872	0.055633	0.141491	0.8903
C	39.456736	7.165269	5.506665	0.0003

EG\_G7 ve HTE\_G7 değişkenlerinin inovasyon endeksi üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Yani, ekonomik büyüme ve yüksek teknoloji ihracatı arttıkça, inovasyon endeksinde de artış yaşanmaktadır. U\_G7 değişkeni üzerindeki etki ise istatistiksel olarak anlamsızdır. Bu durum işsizlik oranının uzun dönemli inovasyon endeksi üzerinde etkili olmadığını göstermektedir.

#### Türkiye için:

Tablo 4.22: ARDL (2,2,2,2) Türkiye model tahmin sonuçları.

Değişken	Katsayı	St. Hata	İstatistik değeri(t)	Olasılık değeri(p)*
KIE_TUR(-1)	-0.158627	0.295559	-0.536701	0.6081
KIE_TUR(-2)	0.573499	0.440893	1.300766	0.2345
CB_TUR	-0.963280	0.448140	-2.149508	0.0687
CB_TUR(-1)	-2.585519	0.786334	-3.288067	0.0133
CB_TUR(-2)	-1.012912	0.315071	-3.214869	0.0148
EG_TUR	-1.503887	0.565833	-2.657826	0.0326
EG_TUR(-1)	-1.607645	0.438126	-3.669371	0.0080
EG_TUR(-2)	-1.048729	0.344630	-3.043058	0.0188
HTE_TUR	10.79002	4.878935	2.211552	0.0627
HTE_TUR(-1)	0.143662	1.359863	0.105645	0.9188
HTE_TUR(-2)	5.059106	1.775982	2.848625	0.0247
U_TUR	-1.464290	0.526756	-2.779826	0.0273
U_TUR(-1)	-0.646397	0.333331	-1.939205	0.0936

Tablo 4.22(devam): ARDL (2,2,2,2) Türkiye model tahmin sonuçları.

U_TUR(-2)	1.137093	0.337817	3.366008	0.0120
C	-11.45339	23.30348	-0.491489	0.6381

Tablo 4.22’ de verilen ARDL (2,2,2,2) modelinin tahmin sonuçlarına katsayıların istatistiki olarak anlamlı olduğu, uygulanan tanısıl testlerin sonucuna göre ise otokorelasyon, değişen varyans ve spesifikasyon hatasının olmadığı saptanmıştır.

Tablo 4.23: Sınır testi sonuçları.

Önem derecesi	I(0)	I(1)	
10%	2.45	3.52	
5%	2.86	4.01	K=4
2.5%	3.25	4.49	F=16.71253
1%	3.74	5.06	

Tablo 4.23’da verilen F-Sınır testinde  $F=16.71253$  şeklinde hesaplanmıştır. Bu değer tabloda verilen anlamlılık seviyelerinde alt/üst sınır kritik değerlerinden ( $F>I(0)$ ,  $F>I(1)$ ) büyük çıktığı için uzun dönemde eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo 4.24: Kısa dönem tahmin sonuçları.

Değişken	Katsayı	St. Hata	İstatistik değeri(t)	Olasılık değeri(p)*
D(KIE_TUR(-1))	-0.573499	0.440893	-1.300766	0.2345
D(CB_TUR)	-0.963280	0.448140	-2.149508	0.0687
D(CB_TUR(-1))	1.012912	0.315071	3.214869	0.0148
D(EG_TUR)	-1.503887	0.565833	-2.657826	0.0326
D(EG_TUR(-1))	1.048729	0.344630	3.043058	0.0188
D(HTE_TUR)	10.790018	4.878935	2.211552	0.0627
D(HTE_TUR(-1))	-5.059106	1.775982	-2.848625	0.0247
D(U_TUR)	-1.464290	0.526756	-2.779826	0.0273
D(U_TUR(-1))	-1.137093	0.337817	-3.366008	0.0120
CointEq(-1)	-0.585128	0.318673	-1.836141	0.1090

KIE\_TUR' nin bir önceki dönem değerlerinin negatif ve anlamlı olmaması, bu değişkenin mevcut dönem inovasyon endeksini etkilemediğini göstermektedir. CB\_TUR ve EG\_TUR' nin hem mevcut dönem değerleri (negatif) hem de bir önceki dönem değerleri (pozitif) üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmaktadır. Bu durum, cari dengenin ve ekonomik büyümenin inovasyon endeksi üzerinde gecikmeli bir etkileşimi olduğunu da göstermektedir. HTE\_TUR' nin mevcut dönem değerleri pozitif etkiye sahipken, bir önceki dönem değerleri negatif ve anlamlıdır. Bu, yüksek teknoloji ihracatındaki değişimlerin inovasyon endeksi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu ifade etmektedir. U\_TUR' nin hem mevcut dönem değerleri (negatif) hem de bir önceki dönem değerleri (negatif) üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmaktadır. Bu durum, işsizlik oranının inovasyon endeksini azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedir.

Hata düzeltme terimi (CointEq(-1)) negatif ve anlamlı olmaması, değişkenler arasında uzun dönemli bir denge olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.25: Uzun dönem tahmin sonuçları.

Değişken	Katsayı	St. Hata	İstatistik değeri(t)	Olasılık değeri(p)*
CB_TUR	-7.796089	5.698053	-1.368202	0.2135
EG_TUR	-7.109998	4.866250	-1.461083	0.1874
HTE_TUR	27.332108	21.041735	1.298947	0.2351
U_TUR	-1.663899	1.009477	-1.648278	0.1433
C	-19.574158	49.855103	-0.392621	0.7063

CB\_TUR ve EG\_TUR değişkenlerinin inovasyon endeksi üzerinde negatif ve anlamlı olmayan bir etkiye sahiptir. Bu, cari dengenin ve ekonomik büyümenin inovasyon endeksi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olmadığını ifade etmektedir. Bununla birlikte, HTE\_TUR değişkeninin pozitif bir katsayıya sahip olması, yüksek teknoloji ihracatının inovasyonu teşvik edebileceğini düşündürmektedir, ancak bu etki istatistiksel olarak anlamlı değildir ve bu nedenle kesin bir sonuç çıkarılamaz. U\_TUR değişkeni üzerindeki etki negatif ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu durum işsizlik oranının uzun dönemli inovasyon endeksi üzerinde etkili olmadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, bu modelin bulguları, Türkiye'nin inovasyon politikalarının, cari denge, ekonomik büyüme, yüksek teknoloji ihracatı ve işsizlik oranı gibi faktörlerden bağımsız olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Bununla birlikte, bu faktörlerin inovasyon üzerinde potansiyel bir etkisi olabileceği ve bu nedenle inovasyon politikalarının bu faktörleri dikkate alması gerekebilmektedir.



## BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Endüstri devrimleri, ortaya konan bir buluşun ticari bir kimliğe bürünerek hem ülkelerin ekonomileri hem de küreselleşmenin etkisiyle küresel ekonomi üzerinde büyük değişimlere yol açmıştır. Çığır açıcı bu değişimlerin meydana gelebilmesinin altında ise inovasyon yani ticarileştirilebilir yenilik algısı yer almaktadır. Bu açıdan irdelendiğinde, inovasyon kavramları- endüstri devrimleri- makroekonomik büyüklüklerin hepsinin birbirini tamamlayıcı bir mahiyette olduğu anlaşılmaktadır.

Üç endüstri devriminin ardından, dördüncü endüstri devrimi olarak da bilinen Endüstri 4.0, Alman hükümetinin Hannover Fuarı'nda yeni teknoloji stratejilerini ve yenilikleri açıklamasıyla evrensel bir boyut kazanmıştır. Bu süreç, devam ederken, çeşitli yeni teknolojilerin doğuşuna neden olmuş ve ulusal ekonomilerin global rekabet ve ekonomik gelişimini derinden etkilemiştir. Bu devrimin bir parçası olarak geliştirilen siber-fiziksel sistemler, otonom robotlar ve akıllı fabrikalar gibi yenilikçi teknolojiler, istihdam sektörüne önemli değişiklikler getirmiştir. Akademik literatür, bu yeni teknolojilerin istihdam üzerindeki potansiyel etkileri üzerinde farklı görüşler sunmaktadır; bazı görüşler, bu yeniliklerin istihdamı olumsuz etkileyeceği ve işsizliği artıracığı yönündedir, ancak aynı zamanda istihdamı olumlu yönde etkileyeceğini savunan görüşler de mevcuttur.

Yeni teknolojik ilerlemelerin yakından takip edilmesi ve bunların kendi yapılarına dahil edilmesi, her ülke grubunun inovasyon sürecinde etkin bir biçimde yer almasını gerektirmektedir. Ar-Ge çalışmalarının başarılı bir şekilde sürdürülmesi, inovasyonun kilit unsuru olup, bu başarıyı yakalamak, özellikle eğitim alanında önemli mali kaynakları gerektirmektedir. Küresel pazarda rekabet gücünü sürdürmek isteyen işletmeler ve devletler, bu alana yönelik yatırımlarını artırmalı ve bu sayede ülkelerin genel gelişimine ve ekonomik ilerlemesine katkıda bulunmalıdırlar. Ancak gelişmekte olan ülkelerin bu alanlara yatırım yaparak küresel pazarlardaki konumlarını güçlendirmeleri ve ekonomik gelişmişlik seviyelerini arttırmaları olası bir durumdur. Katma değer yaratan ürünlerin

üretilecek hem yurtiçi hem de yurtdışı pazarlarda değerlendirilebilmesi ülke ekonomilerini ve refah seviyelerini olumlu etkileyecektir.

Bu çalışmadaki öncelikli amaç, ekonomisi en güçlü ülkeler şeklinde adlandırılan “G7” ülke grubunun ve gelişmekte olan ülkeler içerisinde yer alan Türkiye’nin İnovasyon Endeksi üzerindeki farklı ekonomik faktörlerin etkilerini incelemektir. Çalışmada inovasyon göstergesi olarak Küresel inovasyon endeksi skorları bağımlı değişken olarak kullanılmış; ekonomik büyüme, cari denge, yüksek teknoloji ihracatı ve işsizlik ise bağımsız değişkenler olarak kabul edilmiştir. İlk olarak değişkenlerin seride durağanlıkları sınanmış, VAR modeli kurularak Granger Toda-Yamamoto nedensellik analizi yapılmıştır. Sonrasında farklı dereceden bütünleşik değişkenlerin analizine olanak sunan ARDL modeli ile değişkenlerin kısa ve uzun dönemli nedensellik ilişkileri ortaya konmuştur.

Literatürde inovasyon ile farklı makroekonomik değişkenlerin ilişkisini inceleyen çalışmalar mevcuttur. Ancak literatür detaylı olarak incelendiğinde inovasyon göstergesi olarak daha çok patent başvuruları, Ar-Ge araştırmacı sayıları gibi değişkenlerin kullanıldığı görülmektedir. Küresel inovasyon endeksi ile yapılan çalışmalar daha çok yıllık olarak ele alınarak inovasyon girdileri ile çıktılarının karşılaştırılması şeklinde gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma ile inovasyon göstergesi olarak KIE raporlarının yayınlanmış bütün yılları incelenip rapor içerisindeki ülke skorları ele alınmış ve uygun makroekonomik değişkenlerle nedensellik ilişkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Yapılan bu çalışma sonucu literatürdeki boşluğun doldurulması hedeflenmiş ve daha sonraki yıllarda yapılacak çalışmalar için de yol gösterici bir kaynak olması amaçlanmıştır. Farklı ülke grupları ve farklı değişkenlerin kullanılmasıyla daha kapsamlı çalışmalar yapılabilir ve literatüre katkı sunulabilir.

Ampirik çalışmadan elde edilen G7 ülkelerine dair bulgular şu şekilde derlenmiştir;

- G7 grup serisinin Toda-Yamamoto nedensellik analizine göre; işsizlik değişkeninin, cari denge, ekonomik büyüme ve küresel inovasyon endeksi üzerinde uzun dönemli bir etkisi bulunmaktadır. Bu durum, işsizlik oranlarının bu değişkenler üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve politika yapıcıların bu etkileşimi dikkate alarak politikalarını şekillendirmesi gerektiğine işaret etmektedir. Aynı şekilde, yüksek teknoloji ihracatının ve küresel inovasyon

endeksinin ekonomik büyüme üzerinde uzun dönemli bir etkisi olduğu görülmüştür. Bu, teknoloji odaklı ihracatın ve inovasyonun ekonomik büyümeyi teşvik edebileceğini düşündürmektedir.

- G7 ülkeleri ARDL modeli sonuçlarına göre; ekonomik büyüme ve yüksek teknoloji ihracatının hem kısa hem de uzun dönemde inovasyon endeksi üzerinde olumlu ve anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir. Bu sonuç gösteriyor ki ekonomik büyüme ve yüksek teknoloji ihracatının artması, inovasyon endeksini artırıcı bir etkiye sahip olmaktadır. İşsizlik oranı ise, inovasyon endeksi üzerinde kısa dönemde anlamlı bir etki gösterirken, uzun dönemde bu etki istatistiksel olarak anlamsız bir sonuç vermektedir.

Ampirik çalışmadan elde edilen Türkiye'ye ait bulgular şu şekildedir;

- Türkiye'nin Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre; cari denge, ekonomik büyüme, yüksek teknoloji ihracatı ve işsizlik oranı uzun dönemli ve anlamlı bir ilişkiye sahiptir. Bu da makroekonomik politika tayininde anılan tüm değişkenler arası dinamiklerin dikkate alınması gerektiğine işaret etmektedir. Diğer yandan, zikredilen değişkenlerin Türkiye'nin inovasyon endeksi üzerinde anlamlı bir etkisi olmaması ilginç bir bulgu olarak değerlendirilmiştir. Bu durum, inovasyonun bu faktörlerden bağımsız olarak gelişebileceğini veya belki de bu faktörlerin etkisinin henüz belirgin olmadığına işaret etmektedir.
- Türkiye'nin ARDL modeli sonuçları ise, kısa vadede, ekonomik büyüme, ileri teknoloji ihracatı ve işsizlik oranının KIE üzerinde anlamlı bir etkisi olduğunu göstermiştir. Ancak uzun vadede, bu değişkenlerin İnovasyon Endeksi üzerinde belirgin bir etkisi bulunmamaktadır.

Bulgularımız bir arada değerlendirildiğinde, G7 ülkeleri ile Türkiye arasında belirli ekonomik değişkenlerin inovasyon endeksi üzerindeki etkileri açısından hem benzerlikler hem de farklılıklar mevcuttur.

Öncelikle hem G7 ülkelerinde hem de Türkiye'de, Ekonomik Büyüme, Yüksek Teknoloji İhracatı ve İşsizlik Oranı değişkenlerinin İnovasyon Endeksi (KIE) üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmektedir. Bu durum, bu faktörlerin inovasyon üzerinde evrensel bir etkiye sahip olabileceğini gösterir. Bu bulgular hem G7 hem de Türkiye'deki politika

yapıcıların bu değişkenleri inovasyon stratejilerinde dikkate alması gerektiğini öne çıkarmaktadır.

Bununla birlikte, önemli bir farklılık Cari İşlemler Dengesinin (CB) inovasyon üzerindeki etkisiyle ilgilidir. G7 ülkelerinde, CB'nin İnovasyon Endeksi üzerinde anlamlı bir etkisi görülmezken, Türkiye'de CB'nin inovasyon üzerinde önemli bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Bu, G7 ülkeleri ve Türkiye arasındaki ekonomik yapı farklılıklarına dair bir gösterge olabilir. G7 ülkeleri genellikle daha büyük ve daha dengeli bir cari dengeye sahipken, Türkiye'nin ithalata dayalı ihracat ve ithal ürün tüketimi eğiliminin fazla olması nedeniyle cari denge konusunda daha fazla zorlukları olabilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, Türkiye'nin inovasyon stratejilerini şekillendirirken cari dengeyi dikkate alması gerekmektedir.

Tüm bulgular ışığında politika yapıcılara ve inovasyon kapasitesi ile ilgilenen kurum/kuruluşlara G7 ve Türkiye özelinde şu politik önerilerde bulunmaktadır;

- G7 için sonuçlar, ekonomik büyüme ve yüksek teknoloji ihracatının inovasyon üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, G7 ülkeleri inovasyonu artırmak için politikalarını ekonomik büyümeyi ve yüksek teknoloji ihracatını teşvik edecek şekilde düzenlemelidir. Bu, özellikle AR-GE faaliyetlerine yapılan yatırımların artırılması ve hükümetin inovasyon ve teknoloji geliştirme programlarına daha fazla destek sağlaması şeklinde olabilir. Yüksek teknoloji ihracatı, inovasyon üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğundan, G7 ülkeleri bu tür ihracatı teşvik eden politikalar oluşturmalıdır. Bu, özellikle yüksek teknolojili sektörlere yönelik teşviklerin artırılması ve bu sektörlerdeki işletmeler için daha elverişli bir iş ortamının oluşturulması şeklinde olabilir. İşsizlik oranı kısa dönemde inovasyon endeksi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğundan, G7 ülkeleri işsizliği azaltmaya yönelik politikalar uygulamalıdır. Bu, iş gücü piyasalarını daha esnek hale getirmeyi, mesleki eğitim ve yetenek geliştirme programlarını genişletmeyi ve iş yaratmayı teşvik eden ekonomik politikaları benimsemeyi içerebilir.
- Türkiye sonuçları değerlendirildiğinde ise; politika yapıcıların inovasyonu teşvik etmek için stratejilerini bilhassa cari denge ve ekonomik büyüme stratejilerinin, inovasyon endeksi üzerindeki etkilerini dikkate alarak şekillendirmeleri



gerekmektedir. Ayrıca, yüksek teknoloji ihracatının ve işsizlik oranının kısa vadeli etkileri de politika yapım sürecinde dikkate alınmalıdır. Bu bağlamda, işsizlik oranının düşürülmesi ve teknoloji tabanlı ihracatın teşvik edilmesi yoluyla ekonomik büyüme ve inovasyon kapasitesinin artırılması mümkün kılınabilecektir.



## KAYNAKÇA

- Abdullayev, J. (2021). Endüstri 4.0 sürecinde Türkiye ekonomisi için orta teknoloji tuzağı riski. *Yüksek lisans tezi*. Kars: Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Acemoglu, D., Akcigit, U., & Kerr, W. R. (2016). Networks and the macroeconomy: An empirical exploration. *NBER Macroeconomics Annual*, 30(1), 273-335.
- Acs, Z. J., & Szerb, L. (2009). The global entrepreneurship index. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*, 5(5), 341-435.
- Açcı, Y. (2018). İnovasyon ve girişimcilik temelli ekonomik büyüme: Seçilmiş OECD Ülkeleri Üzerine Panel Veri Analizi. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19 (2) , 543-554.
- Adıyaman, G. (2021). Gelişmekte olan ülkelerde inovasyonun sürdürülebilir büyüme ve kalkınmaya etkisi. *Yüksek lisans tezi*. Gümüşhane: T.C. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aghion, P., Akcigit, U., & Howitt, P. (2009). What Do We Learn From Schumpeterian Growth Theory? NBER Working Paper No. 18824.
- Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2), 323-351.
- Aghion, P., & Howitt, P. (2005). Growth with Quality-Improving Innovations and Schumpeterian Growth. *Journal of the European Economic Association*, 3(2-3), 430-439.
- Akalın, Ş. H. (2007). İnnovation, inovasyon: Yenileşim. *Türk Dili Dil ve Edebiyat Dergisi*, 483-486.
- Akel, V. (2015). Kırılgan beşli ülkelerinin hisse senedi piyasaları arasındaki eşbütünleşme analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 11(24), 75-96.
- Akel, V. & Gazel, S. (2014). Döviz kurları ile BIST sanayi endeksi arasındaki eşbütünleşme ilişkisi: Bir ARDL sınır testi yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 0 (44) , 23-41. DOI: 10.18070/euiibfd.57171
- Aksel, İ. (2010). İşletmelerde inovasyon ve inovasyonu destekleyen örgüt kültürünün belirleyicileri ve bir araştırma. *Doktora tezi*. İstanbul: T.C. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akyol, M., & Demez, S. (2020). İnovasyonun yüksek teknoloji ürün ihracatı üzerindeki etkisi: Yeni endüstrileşen ülkeler için panel veri analizi. *Journal of Yasar University*, 57(15), 56-62.
- Akyürek, M. İ. (2020). İnovasyon ve Liderlik. *Uluslararası liderlik çalışmaları dergisi: Kuram ve uygulama*, 3(1), 15-24.

- Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0. *Journal Of Life Economics*, 19-30.
- Alper, A. E., & Demiral, M. (2017). Türkiye'nin turizm piyasaları için yakınsama hipotezinin testi: Fourier durağanlık analizi bulguları. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(4), 205-213.
- Altıntaş, F. F. (2020). İnovasyonun Ekonomik Büyüme Etkilemesine Yönelik Bir Yapısal Eşitlik Modeli Uygulaması:G20 Grubu Ülkeleri Örneği. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8 (4), 723-763.
- Aras, G., Tezcan, N., Kutlu Furtuna, Ö., & Aybars, A. (2014). *Firmaların AR-GE ve inovasyon performansının stratejik analizi*. İstanbul: İstanbul Ticaret Odası.
- Archibugi, D., & Coco, A. (2005). Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice. *Research Policy*, 34(2), 175-194.
- Arı, E., & Yıldız, A. (2017). Examination of affecting variables for youth unemployment with cointegration. *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 5(2), 309-316.
- Arkan, Ö. (2018). Endüstri 4.0 kavramı ve endüstri 4.0 dönüşümünün üretim maliyetlerine etkisi üzerine bir vaka çalışması: Bebek bezi üretimi. *Yüksek lisans tezi*. İstanbul: İstanbul Arel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Arntz, M., Gregory, T., & Zierahn, U. (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. OECD Social, Employment, and Migration Working Papers, No. 189.
- Ateş, S. (1998). Yeni içsel büyüme teorileri ve Türkiye ekonomisinin büyüme dinamiklerinin analizi. *Doktora tezi*. Adana: T.C. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Audretsch, D. B., & Keilbach, M. (2004). Entrepreneurship capital and economic performance. *Regional Studies*, 38(8), 949- 959.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2015). The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333.
- Ay Türkmen, M., & Aynaoğlu, Y. (2017). Küresel rekabet endeksi göstergelerinin küresel inovasyon endeksi üzerindeki etkisi. *Business & Management Studies:An International Journal*, 5(4), 257-282.
- Aydemir, E. E. (2021). Endüstri 4.0 kapsamında inovasyon ve teknolojik gelişmelerin seçilmiş OECD ülkelerinin ekonomik büyümeleri üzerine etkisi: Panel veri analizi. *Doktora tezi*, 33. Manisa: T.C Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aydın, Y. (2012). Say yasaı üzerine bir inceleme klasik iktisatçıların ve Marx'ın yorumu. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 0(1), 1-29.
- Aytaç, Ö. (2006). Girişimcilik: Sosyo-kültürel bir perspektif. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(15), 139-160.

- Baheti, R., & Gill, H. (2011). Cyber-physical systems. *The Impact of Control Technology*, 161-166.
- Ballı, E. (2017). Teknoloji, İnovasyon Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Üst Ve Üst Orta Gelir Gruplarındaki Ülkeler Üzerine Bir İnceleme. *Doktora Tezi*. Adana, Türkiye: Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Barutçu, H. C. (2019). Endüstri 4.0 uygulamalarının üretim süreçlerine etkisi: BOSCH sanayi ve ticaret anonim şirketi örneği. *Yüksek lisans tezi*. İstanbul: T.C. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Başcı Nur, H., & Almammadov, K. (2022). *İnovasyon, Yüksek Teknoloji İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi*. Ankara: İksad Yayınevi.
- Başer, N. E. (2011). 1. Sanayi devriminde teknolojik gelişmenin rolü. *Doktora tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Baykul, A. (2022). İnovasyonun belirleyicileri: Küresel inovasyon endeksi üzerine bir araştırma. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 52-66.
- Bayrak, A. (2018, Eylül). Dünya'da ve Türkiye'de sanayide dijital dönüşüm (sanayi 4.0) incelemesi ve Türkiye'nin entegrasyonu için değerlendirmeler. Ankara, Türkiye: <https://docplayer.biz.tr/>.
- Berber, A. (2016). 100 yıl öncesine bir yolculuk: “Genel ve endüstriyel yönetim” ve Fransa’da Fayolizm-Taylorizm kutuplaşması. *Istanbul University Journal of the School of Business*, 45(Özel Sayı), 118-132.
- Bessen, J. E. (2019). AI and Jobs: The Role of Demand. NBER Working Paper No. 24235.
- Bilgin, O. (2018). Dördüncü sanayi devrimi ve Türkiye ekonomisi:Ulusal yenilik sistemi çerçevesinde bir inceleme. *Yüksek lisans tezi*. Kırıkkale: Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Börü, M. K. & Çelik, D. (2019). Türkiye’de Ar-Ge Harcamaları, İnovasyon Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *R&S - Research Studies Anatolia Journal*, 2 (5) , 196-206.
- Bulut, E. (2019). Endüstri 4.0'ın gelişimi, Türkiye ve Dünya üzerindeki olası etkileri. *Yüksek lisans tezi*. Aydın: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bulut, E., & Akçacı, T. (2017). Endüstri 4.0 ve inovasyon göstergeleri kapsamında Türkiye analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*(7), 50-72.
- Burmaoğlu, S., & Şeşen, H. (2011). Türk firmalarının organizasyonel inovasyon yeteneğini etkileyen faktörler üzerine bir araştırma. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 66(4), 1-20.
- Capello, R. ve Lenzi, C. (2012). Knowledge, innovation and economic growth: Spatial heterogeneity in Europe.
- Castellacci, F. (2013). The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. *Research Policy*, 42(3), 579-594.

- Chaminade, C., & Plechero, M. (2015). Do regions make a difference? Regional innovation systems and global innovation networks in the ICT industry. *European Planning Studies*, 23(2), 215-237.
- Chase, J. (2013). The evolution of the internet of things. *Texas Instruments*.
- Crescenzi, R., & Gagliardi, L. (2014). The innovative performance of firms in heterogeneous environments: The interplay between external knowledge and internal absorptive capacities. *Research Policy*, 43(4), 649-663.
- Çalış Duman, M., & Akdemir, B. (2021). A study to determine the effects of industry 4.0 technology components on organizational performance. *Technological Forecasting & Social Change*, 167.
- Çelen, S. (2017). Sanayi 4.0 ve simülasyon. *International Journal Of 3D Printing Technologies And Digital Industry*, 1(1), 9-26.
- Çelik, K. (2021). Bulut bilişim teknolojileri. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(24), 436-450.
- Çevik, G. Z. (2018). Endüstri 4.0 bağlamında Türkiye'nin yerine ilişkin güncel ve gelecek eksenli bir analiz. *Yüksek lisans tezi*. İstanbul: Nişantaşı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çütçü, İ. & Bozan, T. (2019). İnovasyon Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: G7 Ülkeleri Üzerine Panel Veri Analizi / The Relationship Between Innovation And Economic Growth: Panel Data Analysis On G7 Countries. *Uluslararası Ekonomi İşletme ve Politika Dergisi*, 3 (2) , 289-310.
- Dam, M. M. & Yıldız, B. (2016). Brics-Tm Ülkelerinde Ar-Ge Ve İnovasyonun Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Ekonometrik Bir Analiz. *Akdeniz İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16 (33) , 220-236.
- Danışman, S. A. (2015). Yenilik (innovation) ve icat (invention) kavramları arasındaki ilişki: Meteforlarla keşfedici bir araştırma. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 143-164.
- Demir, M., & Geyik, O. (2014). Türkiye'de AR-GE & inovasyon harcamalarının gelişim süreci ve ekonomik etkileri. *Journal of Life Economics*(2), 171-190.
- Demir, O., & Üzümcü, A. (2003, Ekim). İçsel büyümenin kaynakları. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 17(3-4), 17-38.
- Destek, M. A., & Okumuş, İ. (2016). Satın alma gücü paritesi hipotezi geçerliliğinin fourier birim kök testleri ile incelenmesi: OECD ülkeleri örneği. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 15(1), 73-87.
- Doyduk, H. B., & Tiftik, C. (2017). Nesnelerin interneti: Kapsamı, gelecek yönelimi ve iş fırsatları. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 52(3), 127-147.
- Duran, C., & Saraçoğlu, M. (2009). Yeniliğin yaratıcılıkla olan ilişkisi ve yeniliği geliştirme süreci. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 16(1), 57-71.
- Dutta, S., & Lanvin, B. (Eds.). (2015). The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development. Ithaca, NY: Cornell University.
- EBSO. (2015). *Sanayi 4.0*. Ege Bölgesi Sanayi Odası.

- Elçi, Ş., & Karataylı, İ. (2008). *İnovasyon rehberi: Kârlılık ve rekabetin el kitabı*. Technopolis Group.
- Elverdi, S. (2019). AR-GE tabanlı ekonomik büyüme sürecinde inovasyon unsurunun rolü: Uluslararası karşılaştırmalı bir analiz. *Doktora tezi*. Kayseri: T.C. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ercan, Ö. (2019). İnovasyon ve istihdama etkileri. *Yüksek lisans tezi*. Trabzon: T.C. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Erdinç, Z., & Aydınbaş, G. (2020). Cari işlemler açığının belirleyicileri üzerine bir araştırma: Panel veri analizi. *Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, 6(36), 1704-1717.
- Ergün Bülbül, S., & Demiral, A. (2016). Türkiye ekonomisinde ekonomik büyüme, ihracat ve exımbank kredileri arasındaki nedensellik ilişkisi:2002-2015. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 12(46), 21-39.
- Eroğlu, F. (2019). Nesnelerin interneti tabanlı endüstri 4.0 sanayi uygulaması. *Yüksek lisans tezi*. İstanbul: T.C. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Evcim, N. (2017). AR-GE ve inovasyon faaliyetleri ile büyüme ilişkisi. *Yüksek lisans tezi*. Denizli: T.C. Pamukkale Üniversite Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Fagerberg, J., & Srholec, M. (2008). National innovation systems, capabilities and economic development. *Research Policy*, 37(9), 1417-1435.
- Falk, M. (2007). "R&D Spending in the High-Tech Sector and Economic Growth". *Research in Economics*, 61 (3), 140-147. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2007.05.002>
- Fendoğlu, E., & Canpolat Gökçe, E. (2019). Türkiye'nin Turizm Geliri Serisinin Durağanlığı: Fourier KPSS Durağanlık Testi. *Journal of Econometrics and Statistics*, 31, 17-28.
- Fırat, O. Z., & Fırat, S. Ü. (2017). Endüstri 4.0 yolculuğunda trendler ve robotlar. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 46(2).
- Freeman, C., & Soete, L. (2003). *Yenilik İktisadi*. (E. Türkcan, Çev.) Ankara: TÜBİTAK Yayınları.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.
- Furman, J. L., Porter, M. E., & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*, 31(6), 899-933.
- Genç, A. G. M. C. & Atasoy, A. G. Y. (2010). Ar&Ge Harcamaları Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 5 (2)
- Gökşen, Y. (2003). Geleneksel üretimden esnek üretime: Karşılaştırmalı bir inceleme. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(4).
- Görçün, Ö. F. (2017). *Endüstri 4.0*. Beta Yayıncılık.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1990). Trade, innovation, and growth. *The American Economic Association*, 80(2), 86-91.

- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). Trade, knowledge spillovers, and growth. *European Economic Review*, 35(23), 517-526.
- Gülmez, A., & Akpolat, A. G. (2014). Ar-Ge& inovasyon ve ekonomik büyüme: Türkiye ve AB örneği için dinamik panel veri analizi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(2), 1-17.
- Gülmez, A., & Yardımcıoğlu, F. (2012, Temmuz-Aralık). OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel eşbütünleşme ve panel nedensellik analizi (1990-2010). *Maliye Dergisi*(163), 335-353.
- Gültekin, Ş. (2019). Endüstri 4.0'ın iktisadi etkileri ve sermayenin dönüşüm ihtiyacı. *Yüksek lisans tezi*. Karabük: T.C. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gümüştüoğlu, L. (2009). *İnovasyon ve liderlik*. Savunma Sanayii Gündemi.
- Günay, D. (2002). Sanayi ve sanayi tarihi. *Mimar ve Mühendis Dergisi*(31), 8-14.
- Gürak, H. (2006). *Ekonomik Büyüme ve Küresel Ekonomi*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Gürtuna, F., & Polat, U. (2020). Küresel inovasyon endeksi verilerinin kümeleme analizi ile değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(2), 551-565.
- Hancıoğlu, Y. (2016). Küresel inovasyon endeksini oluşturan inovasyon girdi ve çıktı göstergeleri arasındaki ilişkinin kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi: OECD örneği. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 131-157.
- Hancıoğlu, Y. (2017). Küresel inovasyon endeksi göstergeleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(20), 352-365.
- Hunady, J, ve Orviska, M. (2014). The impact of research and development expenditures on innovation performance and economic growth of the country-the empirical evidence. CBU International Conference on Innovation, Technology Transfer and Education, Prague, 119-125.
- INSEAD. (2009). *Global Innovation Index 2008-2009*. France: INSEAD.
- Işık, C. (2014). Patent harcamaları ve iktisadi büyüme arasındaki ilişki: Türkiye örneği. *Sosyoekonomi Dergisi*, 21(21), 69-86.
- Işık, N., Işık, B., & Kılınç, E. C. (2015). Girişimcilik ve inovasyon ilişkisi: Teorik bir değerlendirme. *Ekonomi İşletme Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 1(2), 57-90.
- Işık, P. D. N. & Kılınç, A. G. E. C. (2016). İnovasyon-Temelli Ekonomi: Seçilmiş Ülkeler Üzerine Bir Uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16 (1) , 13-27.
- İçten, T., & Bal, G. (2017). Artırılmış gerçeklik üzerine son gelişmelerin ve uygulamaların incelenmesi. *Fen Bilimleri Dergisi*, 5(2), 111-136.
- İğdeli, A., & Sever, E. (2020). İnovasyonun genç işsizlik üzerindeki etkisi: Türkiye'de düzey II bölgeleri örneği. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(3), 771-779.



- İmamoğlu, İ. K. (2021). Yönetişim, inovasyon ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler: Gelişmiş ve gelişmekte olan ülke örnekleri. *Doktora tezi*. Erzurum: T.C. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- İnci, B. (2020). Endüstri 4.0'ın Dünya'da ve Türkiye'de işsizlik ve istihdam üzerine muhtemel etkileri. *Yüksek lisans tezi*. Yalova: Yalova Üniversitesi Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri.
- J.Barro, R. (1990). Government spending in a simple model of endogenous growth. *Journal of Political Economy*, 98(5), 103-125.
- Jamrog, J., Vickers, M., & Bear, D. (2006). Building and sustaining a culture that supports innovation. *Human Resource Planning Society*, 29(3).
- Kabaklarlı, E. (2016). *Endüstri 4.0 ve Dijital Ekonomisi: Dünya ve Türkiye Ekonomisi İçin Fırsatlar, Etkiler ve Tehditler*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kacprzyk, A., ve Doryn, W. (2017) "Innovation and Economic Growth in Old and New Member States Of The European Union", *Economic Research-Ekonomiska Istrazivanja*, 30(1): 1724-1742.
- Karaata, E. S. (2012). *İnovasyonun Ölçümünde Yeni Arayışlar*. İstanbul: TÜSİAD-Sabancı Üniversitesi Rekabet Forumu.
- Kavak, Ç. (2009). Bilgi ekonomisinde inovasyon kavramı ve temel göstergeleri. *Akademik Bilişim 9. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri* (s. 617-628). Şanlıurfa: Harran Üniversitesi.
- Keleş, M. K. (2007). Türkiye'de teknokentler: Bir ampirik inceleme. *Yüksek lisans tezi*. Isparta: T.C.Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Keleşoğlu, S., & Kalaycı, N. (2017). Dördüncü sanayi devriminin eşliğinde yaratıcılık, inovasyon ve eğitim ilişkisi. *Yaratıcı Drama Dergisi*, 12(1), 69-86.
- Kesbiç, C. & Şimşek, D. (2020). OECD Ülkelerinde İnovasyonun Ekonomik Büyüme Üzerinde Etkisi: Schumpeter Haklı Mı? . *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , (38) , 273-296.
- Kılıçer, K. (2008). Teknolojik yeniliklerin yayılmasını ve benimsenmesini arttıran etmenler. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(2), 209-222.
- Koç, Ş. (2020). Dördüncü sanayi devriminin (Endüstri4.0) Dünyaya ve Türkiye'ye ekonomik yansımaları. *Yüksek lisans tezi*. Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Küçükcalay, M. (1997). Endüstri devrimi ve ekonomik sonuçlarının analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*(2), 51-68.
- Lee, E. A. (2006). *Cyber Physical Systems Are Computing Foundations Adequate?* Position Paper for NSF Workshop On Cyber-Physical Systems: Research Motivation, Techniques and Roadmap.
- Legler, H., Rammer, C., & Schmoch, U. (2006). Technological Performance – Concept and Practice. H. Legler, C. Rammer, & U. Schmoch içinde, *National Systems of Innovation in Comparison* (s. 3-14). Dordrecht: Springer.



- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic developmen. *Journal of Monetary Economics*(22), 3-42.
- Mayda, B. (2019). İnovasyon, yüksek teknoloji ve bilgi tabanlı ekonomi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Finlandiya örneğinde Türkiye üzerine bir çalışma. *Yüksek lisans tezi*. Bartın: T.C. Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Meçik, O., & Koyuncu, T. (2020). Türkiye’de göç ve ekonomik büyüme ilişkisi: Toda-Yamamoto nedensellik testi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 9(3), 2618-2635.
- Mercan, B., Göktaş, D., & Gömleksiz, M. (2011). AR-GE faaliyetleri ve girişimcilerin inovasyon üzerindeki etkileri: Patent verileri üzerine bir uygulama. *PARADOKS Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi*, 7(2), 27-44.
- Mızırak, Z., & Karabulut, T. (2017). Makroekonomik Göstergelerin Analizi. B. Mercan, & M. Gömleksiz içinde, *Yeni Ekonomide İnovasyon Göstergesi* (s. 207-230). Konya: Çizgi Kibabevi Yayınları.
- Mokyr, J. (1998). The second industrial revolution, 1870-1914. *Northwestern University*, 1-16.
- MÜSİAD. (2012). *Küresel Rekabet İçin Ar-Ge ve İnovasyon*. Pelikan Basım. İstanbul: MÜSİAD Araştırma Raporları:76.
- OECD/Eurostat. (2005). *Oslo Klavuzu, Yenilik Verilerinin Toplanması ve Yorumlanması İçin İlkeler*. TÜBİTAK, 3. Baskı. OECD ve Eurostat Ortak Yayım.
- OECD (2016). Automation and Independent Work in a Digital Economy. Policy Brief on the Future of Work. Paris: OECD Publishing.
- Oğuztürk, B. S., Özbay, F., & Pehlivan, C. (2017). Güney Kore'nin büyüme sürecinde inovasyonun rolü: Ekonometrik bir analiz 1984-2015. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(4), 1203-1222.
- Oktar, S. & Dalyancı, L. (2011). Türkiye Ekonomisinde Para Politikasının Cari İşlemler Dengesi Üzerindeki Etkisinin Ekonometrik Analizi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 30 (1),1-22. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/muiibd/issue/492/4352>
- Oralhan, B., & Büyüktürk, M. A. (2019). Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin inovasyon performansının çok kriterli karar verme yöntemleriyle kıyaslanması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(16), 471-484.
- Örücü, E., Kılıç, R., & Savaş, A. (2011). KOBİ'lerde inovasyon stratejileri ve inovasyon yapmayı etkileyen faktörler: Bir uygulama. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 12(1), 58-73.
- Özcan, B. ve A. Arı (2014). Araştırma-Geliştirme Harcamaları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Maliye Dergisi*, 166(1), 39-55.
- Özden, B. & Uysal, D. (2020). Türkiye’de İnovasyon Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki. *Uluslararası Ekonomi ve Siyaset Bilimleri Akademik Araştırmalar Dergisi*, 4 (10) , 53-64.

- Özer, B. (2020). İnovasyon ve ekonomik kalkınma ilişkisi: Orta gelirli ülkeler üzerine bir uygulama. *Yüksek lisans tezi*. Kayseri: T.C. Erciyes Üniversite Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özer, B. & Ünlü, F. (2020). İnovasyon Ve Ekonomik Kalkınma İlişkisi: Üst-Orta Gelirli Ülkeler Üzerine Panel Veri Analizi. *Journal of Management and Economics Research*, 18 (4) , 91-111.
- Özmen, İ., Gerçekler, M., & Mucuk, M. (2019). Cari işlemler dengesi ve işsizlik arasındaki ilişki: Üst-Orta gelir grubu ülkeleri örneği. *II. Uluslararası Kahramanmaraş Yönetim, Ekonomi ve Siyaset Kongresi* (s. 464-472). Kahramanmaraş: KAYES 2019.
- Özsoylu, A. F. (2017). Endüstri 4.0. *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi*, 21(1), 41-64.
- Pece, A. M., Simona, O. E., Salisteanu, F. (2015). "Innovation and Economic Growth: An Empirical Analysis for CEE Countries". *Procedia Economics and Finance*, Sayı: 26, 461-467. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00874-6](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00874-6)
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Hall, J. H., Nair, M. (2016). "Innovation, Financial Development and Economic Growth in Eurozone Countries". *Applied Economics Letters*, 23 (16), 1141-1144. <https://doi.org/10.1080/13504851.2016.1139668>
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Nair, M., ve Bennett, S. E. (2020). The dynamics among entrepreneurship, innovation, and economic growth in the Eurozone countries. *Journal of Policy Modeling*.
- Ramizov, H. (2019). Endüstri 4.0'ın rekabet gücü üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi analizi. *Yüksek lisans tezi*. Manisa: T.C Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Rank, J., Pace, V. L., & Frese, M. (2004). Three avenues for future research on creativity, innovation, and initiative. *Applied Psychology: An International Review*, 53(4), 518-528.
- Rao, S., Ahmad, A., Horsman, W., & Kaptein-Russell, P. (2001). The importance of innovation for productivity. *Micro-Economic Policy Analysis Branch*, 11-18.
- Risso, W. A., Carrera, E. J. S. (2019). "On the Impact of Innovation and Inequality in Economic Growth". *Economics of Innovation and New Technology*, 28 (1), 64-81. doi: 10.1080/10438599.2018.1429534.
- Samimi, A.J ve Alerasoul, S.M. (2009) "R&D and Economic Growth: New Evidence from Some Developing Countries". *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4): 3464- 3469.
- Sarıkulak, Ö. (2018). Endüstri devrimlerinin performans göstergelerine etkilerinin incelenmesi ile endüstri 4.0 analizi. *Yüksek lisans tezi*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Sarıtaş, T. & Bayram, E. (2021). Dış ticaretin katılım endeksine etkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı. *Maliye ve Finans Yazıları*, (115) , 59-76 . DOI: 10.33203/mfy.792982
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland: World Economic Forum.

- Sey, N., & Aydın, B. (2021). Türkiye’de yüksek teknoloji ürün ihracatı ve inovasyon ilişkisi üzerine ekonometrik bir inceleme. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 11(1), 238-252.
- Seyidoğlu, H. (2015). *Uluslararası İktisat-Teori Politika ve Uygulama* (20.Baskı b.). İstanbul: Güzem Can Yayınları.
- Sungur, O. , Aydın, H. & Eren, M. (2016). Türkiye’de Ar-Ge, İnovasyon, İhracat Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Asimetrik Nedensellik Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21 (1) , 173-192.
- Süt, E., & Çetin, A. K. (2018). İnovasyon göstergesi olarak inovasyon endesleri. *Uluslararası Turizm, İşletme, Ekonomi Dergisi*, 2(2), 299-309.
- Şahin, Z. (2020). AR-GE ve inovasyon faaliyetlerinin büyüme ile ilişkisi: KOBİ'ler üzerine bir inceleme. *Doktora tezi*. İstanbul: T.C. İstanbul Geilişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Taban, S. (2008). *İktisadi Büyüme: Kavram ve Modeller*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Taban, S., & Şengür, M. (2014). Türkiye'de AR-GE ve ekonomik büyüme. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 355-376.
- Tanga, M. (2016). İnovasyon Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi:BRICS Ve Türkiye Üzerine Bir Analiz. *Yüksek Lisans Tezi*. Kocaeli, Türkiye: Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Taş, S. (2017). İnovasyon, eğitim ve küresel inovasyon endeksi. *Bilge Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 99-123.
- Tayaksi, C., Ada, E., & Kazançoğlu, Y. (2016). Bulut üretim: İşlemler yönetiminde yeni bir bulut bilişim modeli. *Ege Akademik Bakış*, 16(Özel sayı), 71-84.
- Terzi, H., & Yurtkuran, S. (2016). Türkiye’de eğitim ve iktisadi büyüme ilişkisi: Sims ve Toda-Yamamoto nedensellik analizleri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 7-24.
- Tok, A. (2020). Endüstri 4.0'ın Türkiye ekonomisine olası katkıları: Olumlu ve olumsuz etkileri. *Yüksek lisans tezi*. Niğde: Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tuğlu, M. E. (2017). Endüstri 4.0'ın Bir aliminyum döküm fabrikasında uygulanması. *Yüksek lisans tezi*. İstanbul: T.C Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Turan, E. (2018). Küresel inovasyon endeksi kapsamında Türkiye'nin konumunun değerlendirilmesi: 2011-2017. *Yüksek lisans tezi*. Trabzon: T.C. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tüfekci, Ö. K., & Tüfekçi, N. (2014). Pazarlama yeniliği ile pazarlama performansı ilişkisini açıklamaya yönelik bir vaka çalışması: Süleyman Demirel Üniversitesi olimpik yüzme havuzu örneği ve Bir Model Önerisi. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 9(1), 161-182.
- Türkcan, E. (2009). *Dünya'da ve Türkiye'de Bilim, Teknoloji ve Politika*. İstanbul: İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.

- Türkmen, N. C. (2017). Konjonktürel dalgalanma modelleri bağlamında yeni monetarist yaklaşımın MS-VAR modeli ile analizi. *Doktora tezi*. İstanbul: T.C. Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Türkmen, N. C. (2020). Türkiye’de cari işlemler açığının sürdürülebilirliği. *Journal of Business and Trade*, 1(1), 1-15.
- TÜSİAD. (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0*. İstanbul.
- Tüylüoğlu, Ş., & Saraç, Ş. (2012). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde inovasyonun belirleyicileri: Ampirik bir araştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(1), 39-74.
- Tüysüz, H. (2020). Araştırma-Geliştirme ve inovasyon çalışmalarında devletin rolü: KOSGEB örneği. *Doktora tezi*. Zonguldak: T.C. Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Uçak, S. , Kuvat, Ö. & Aytekin, A. G. (2018). Türkiye’de Ar-Ge harcamaları– büyüme ilişkisi: ARDL yöntemi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 129-160. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cbayarsos/issue/38081/439428>
- University, C., INSEAD, & WIPO. (2015). *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*. Fontainebleau: Ithaca and Geneva.
- Utlu Koçdemir, S., & Özyıldız, T. (2022). İnovasyon ve istihdam ilişkisi: NIC ülkeleri örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(2), 1057-1068.
- Vinding, A. L. (2006). Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. *Economics of Innovation and New Technology*, 15(4-5), 507-517.
- Vivarelli, M. (2014). Innovation, Employment and Skills in Advanced and Developing Countries: A Survey of Economic Literature. *Journal of Economic Issues*, 48(1), 123-154.
- Wang, S., Wan, J., Li, D., & Zhang, C. (2015). Implementing smart factory of industrie 4.0: An outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2016(10).
- WIPO. (2015). *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*. Fontainebleau: Cornell University, INSEAD ve WIPO.
- WIPO. (2021). *Global Innovation Index 2021*. Switzerland: World Intellectual Property Organization.
- Yalım, Z. (2019). Endüstri 4.0 sürecinde Türkiye ekonomisinin analizi. *Yüksek lisans tezi*. İzmir: Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Üniversitesi.
- Yenisu, E., & Yenice, S. (2018). Temel makroekonomik göstergelerin ülke riski üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. *İş ve Hayat*, 4(8), 27-53.
- Yıldız, A. (2018). Endüstri 4.0 ve akıllı fabrikalar. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 546-556.

- Yıldız, G. (2018). Teknolojik İnovasyonun Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye- Ab (15) Ülkeleri Örneği. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi , Prof. Dr. Harun TERZI Special Issue , 41-58 .
- Yılmaz, Ö. (2022). Küresel inovasyon endeksi göstergelerinin bilgi ve teknoloji çıktıları üzerindeki etkileri: Gelişen piyasa ekonomileri için panel veri analizi. *Doktora tezi*. Gaziantep: T.C. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yüksekbilgili, Z., & Çevik, G. Z. (2018). Endüstri 4.0 bağlamında Türkiye'nin yerine ilişkin güncel ve gelecek eksenli bir analiz. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 422-436.
- Yüksel, Z. (2022). İnovasyon Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi, Türkiye Analizi (1985-2018). *Yüksek Lisans Tezi* . Konya, Türkiye: Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Zachariadis, Marios. (2004). R&D-Indexed Growth in the OECD? Review of the Development Economics. Vol:8(3).
- Zerenler, M., Türker, N., & Şahin, E. (2007). Küresel teknoloji araştırma geliştirme (AR-GE) ve yenilik ilişkisi. *Selçuk Üniversite Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(1), 653-667.
- Zhao, F. (2005). Entrepreneurship and innovation in E-business: An integrative perspective. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 6(1), 53-60.
- Aslan, M. (2020, 09 23). *Eğitim Her Yerde*. 10 24, 2022 tarihinde Eğitim Her Yerde Web Sitesi: <https://egitimheryerde.net/egitim-4-0-anlayisi/> adresinden alındı
- Kent, E. (2016, 03 19). *Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu*. 08 20, 2022 tarihinde Türkiye'nin Endüstri 4.0 Platformu web sitesi: <https://www.endustri40.com/endustrinin-gelisimine-bakis/> adresinden alındı

## **EKLER**

**EK A:** Çalışmada Kullanılan Gerçek Veriler ve Grafikleri

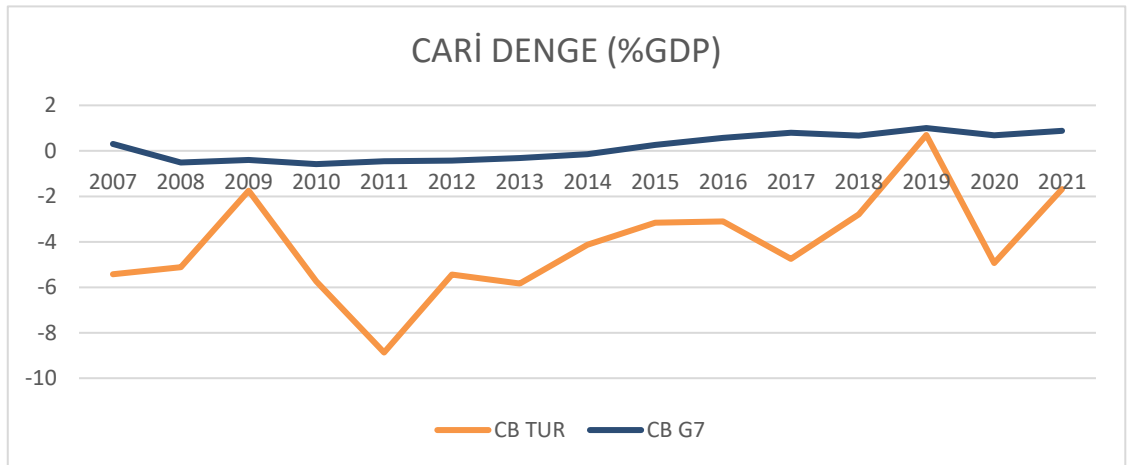
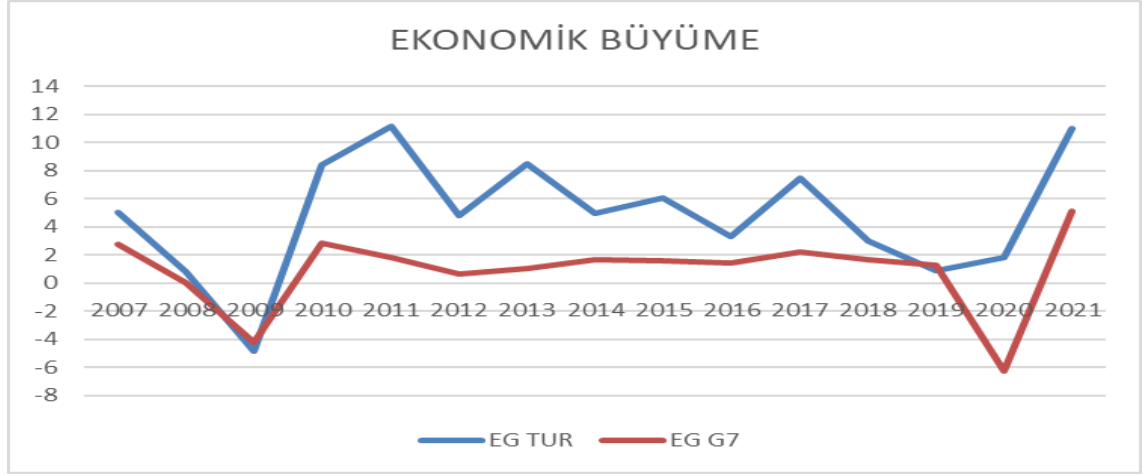
**EK B:** Çalışmada Kullanılan Tahmin Edilen Veriler ve Grafikleri

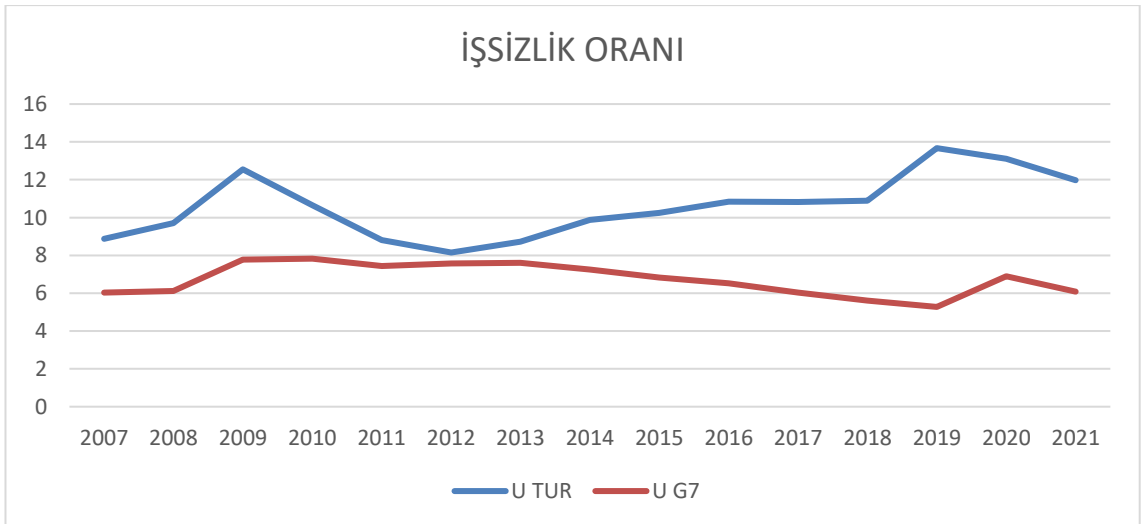
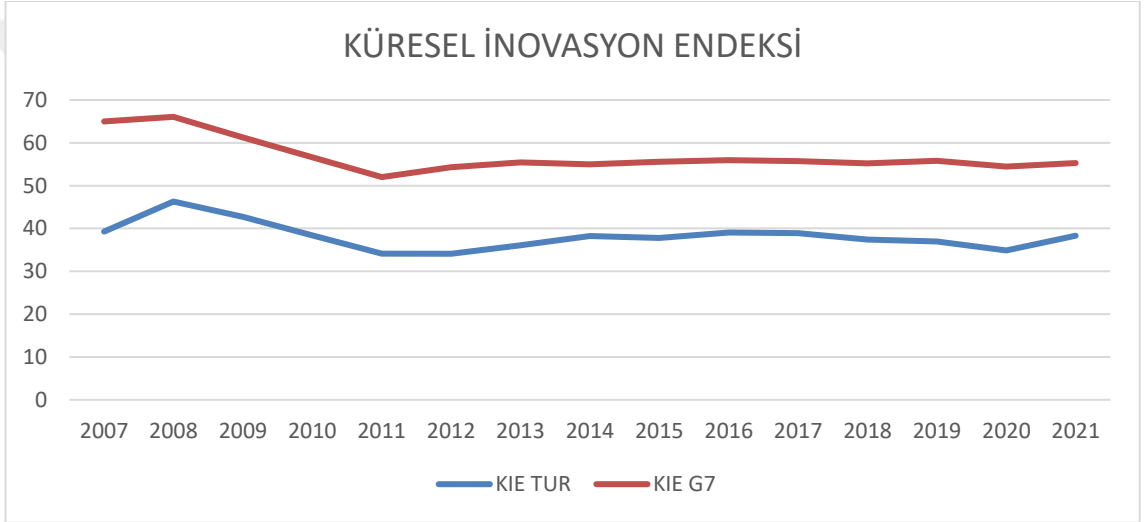
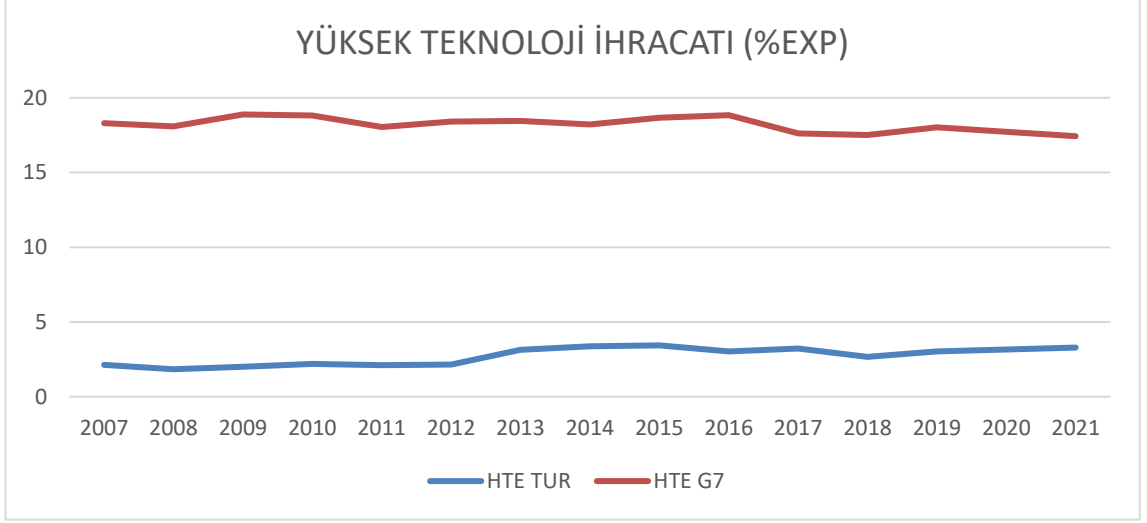
**EK C:** Literatür Tablosu



## EK A: Çalışmada Kullanılan Gerçek Veriler ve Grafikleri

	EG		CB		U		HTE		KIE	
	TUR	G7	TUR	G7	TUR	G7	TUR	G7	TUR	G7
2007	5,04351	2,788691	-5,4226	0,297313	8,87	6,03	2,13826	18,31336	39,2857	64,97959
2008	0,81502	-0,01161	-5,1171	-0,51833	9,71	6,12	1,83756	18,09033	46,2857	66,06122
2009	-4,8232	-4,18814	-1,7497	-0,40023	12,55	7,775714	2,00552	18,88595	42,7143	61,28571
2010	8,4271	2,838618	-5,7427	-0,58489	10,66	7,825714	2,19465	18,8097	38,4121	56,64357
2011	11,2001	1,857625	-8,8704	-0,4548	8,8	7,434286	2,11057	18,05131	34,11	52,00143
2012	4,78849	0,662611	-5,4466	-0,42325	8,15	7,575714	2,15474	18,41487	34,1	54,28571
2013	8,48582	1,034138	-5,8318	-0,31718	8,73	7,614286	3,13023	18,45608	36,03	55,41429
2014	4,93972	1,658052	-4,1377	-0,15365	9,88	7,247143	3,37964	18,20828	38,2	54,97857
2015	6,08449	1,561703	-3,1602	0,256454	10,24	6,821429	3,43602	18,67249	37,81	55,60857
2016	3,32308	1,472155	-3,1089	0,565219	10,84	6,524286	3,0381	18,84665	39,03	55,95857
2017	7,502	2,249265	-4,7587	0,797607	10,82	6,031429	3,2327	17,62695	38,9	55,74143
2018	2,97989	1,686828	-2,7927	0,674605	10,89	5,601429	2,67352	17,51739	37,42	55,22571
2019	0,88959	1,285538	0,69684	1,00171	13,67	5,274286	3,02814	18,0157	36,95	55,76143
2020	1,79355	-6,2665	-4,936	0,675699	13,11	6,89	3,15272	17,72515	34,9	54,46429
2021	10,9862	5,113719	-1,6796	0,878367	11,97	6,09	3,28356	17,43403	38,3	55,24286

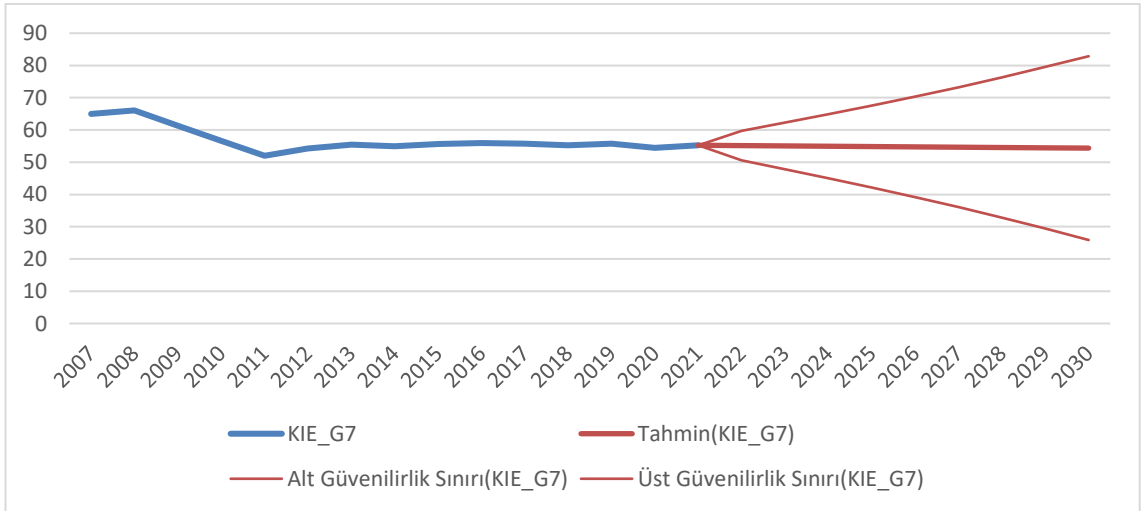
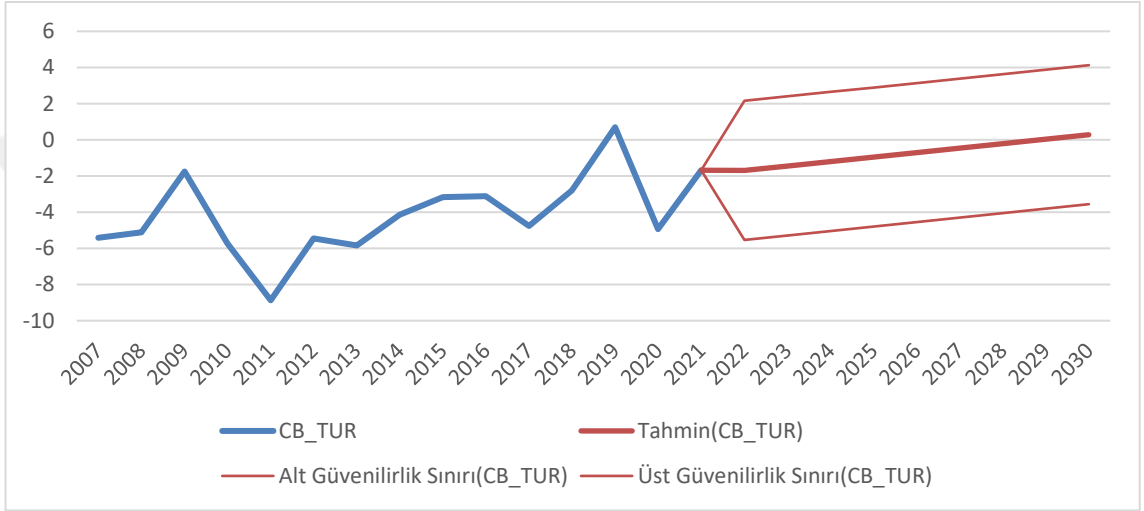


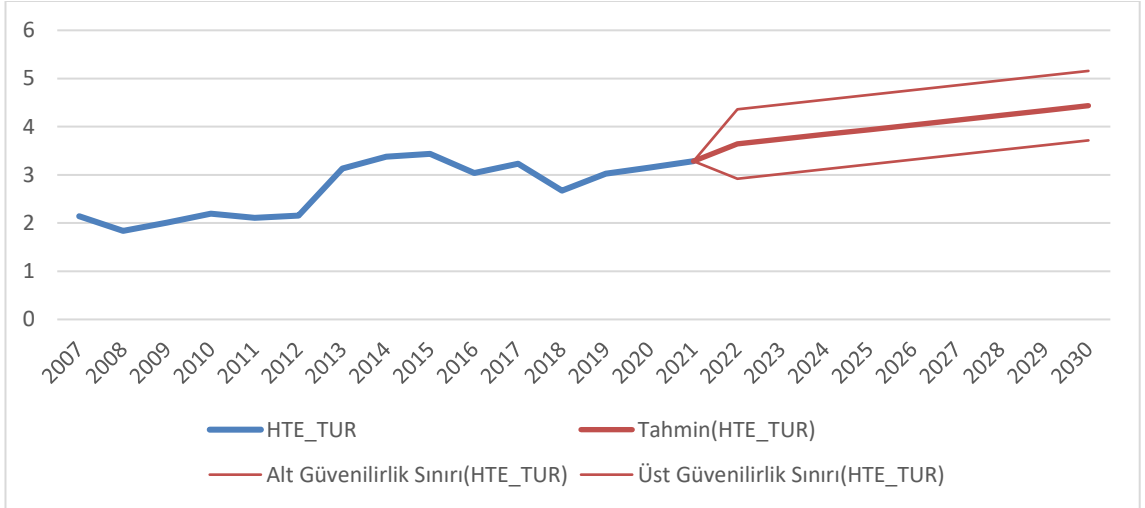
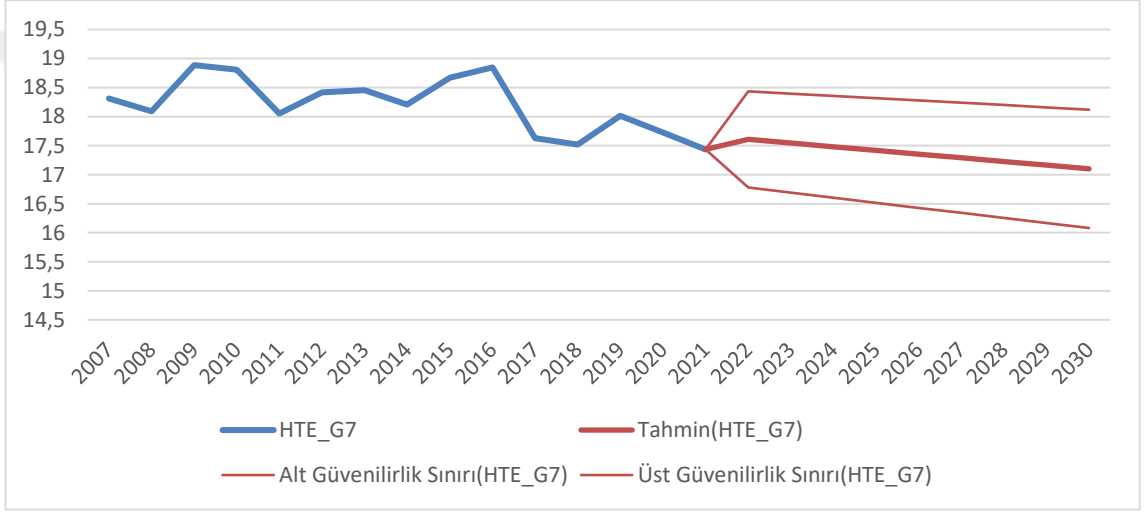
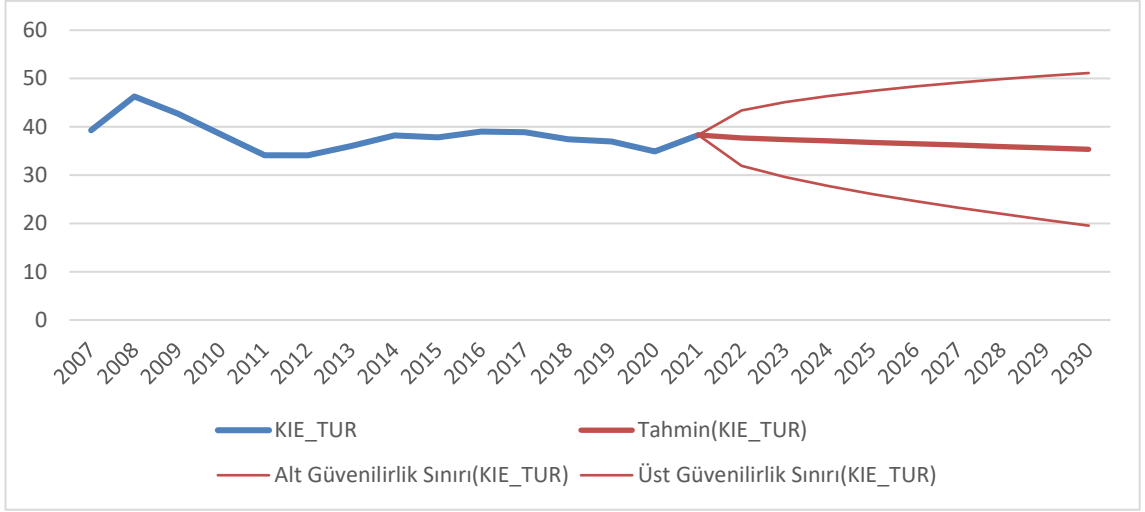


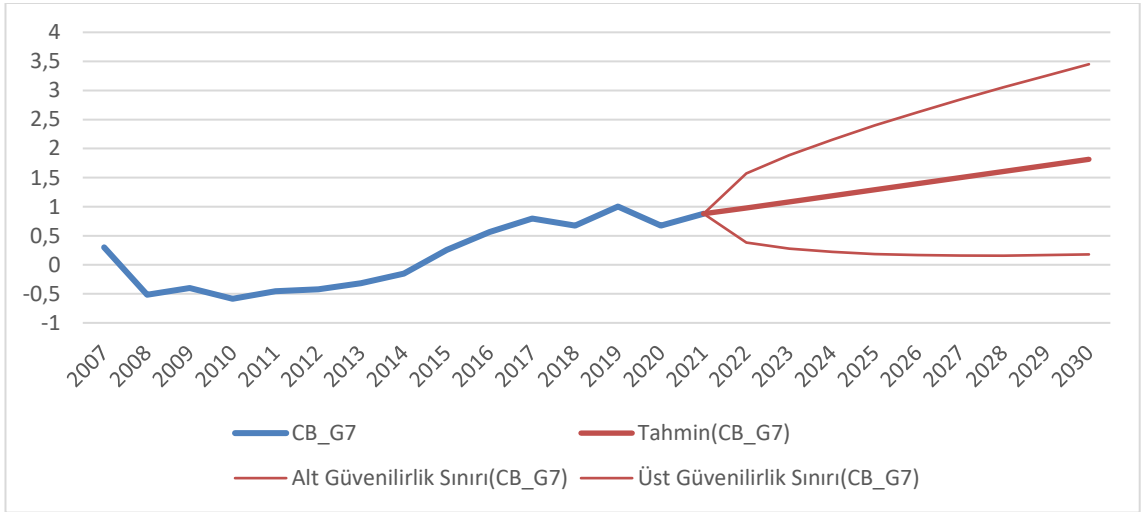
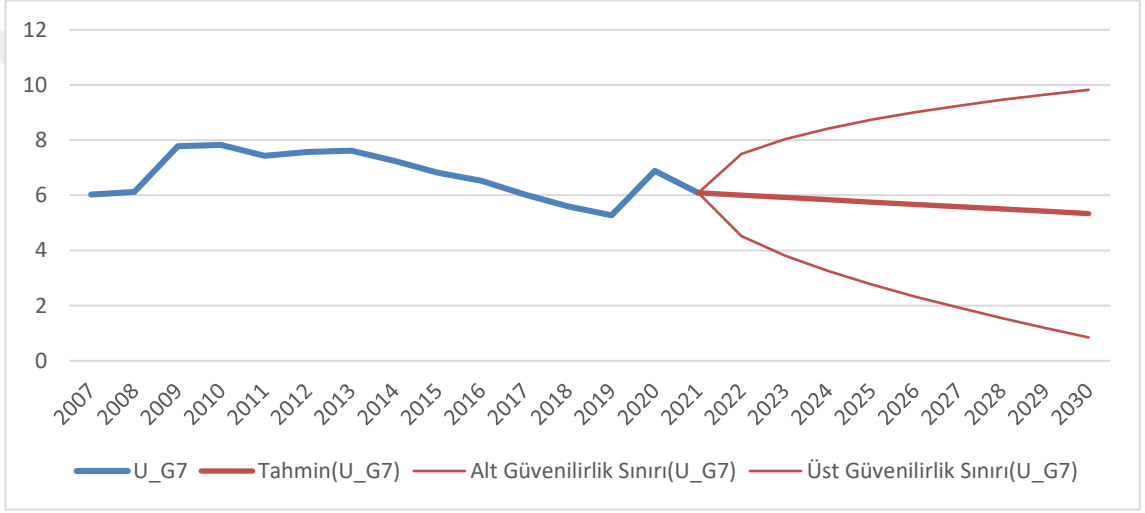
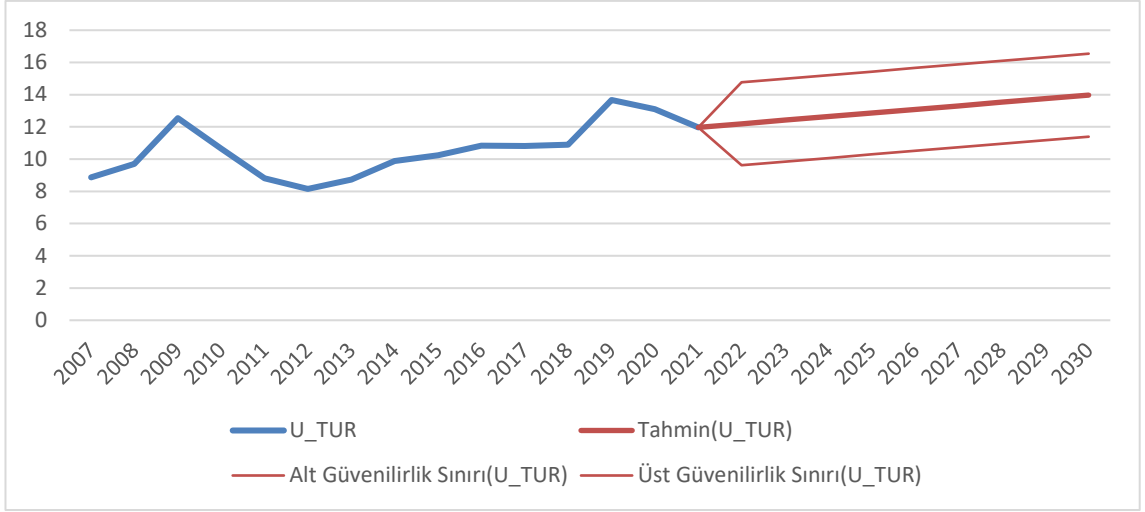


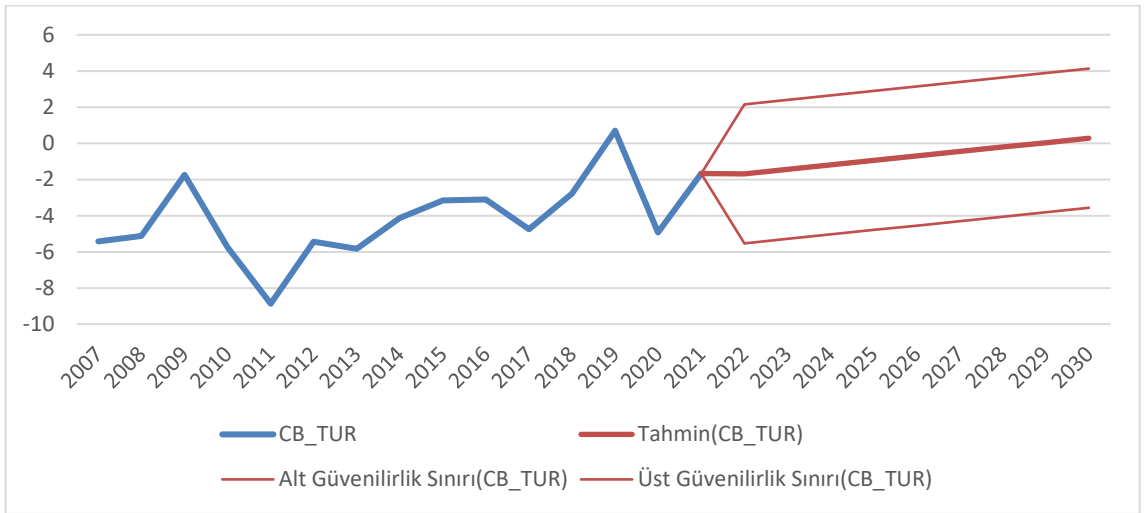
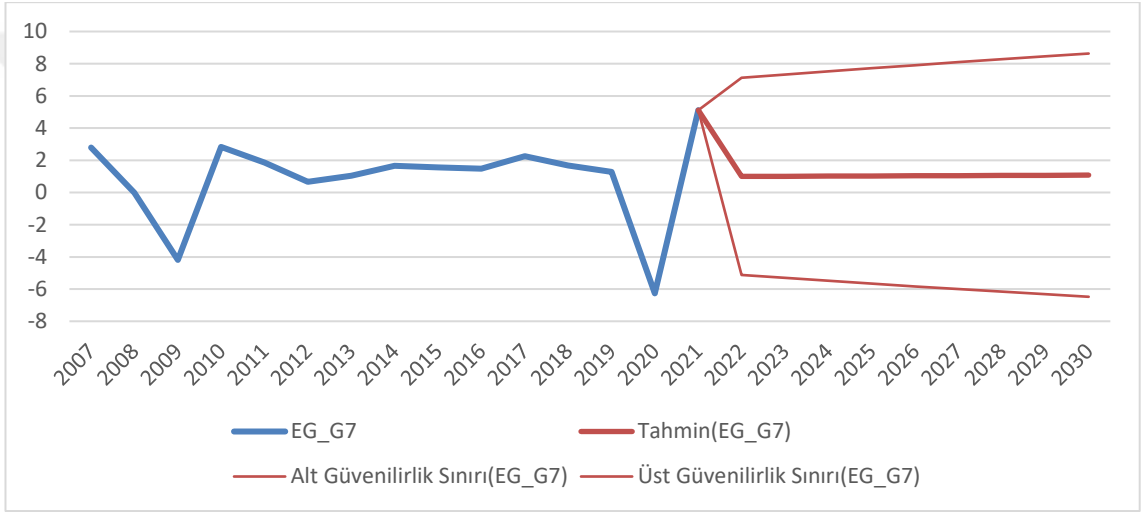
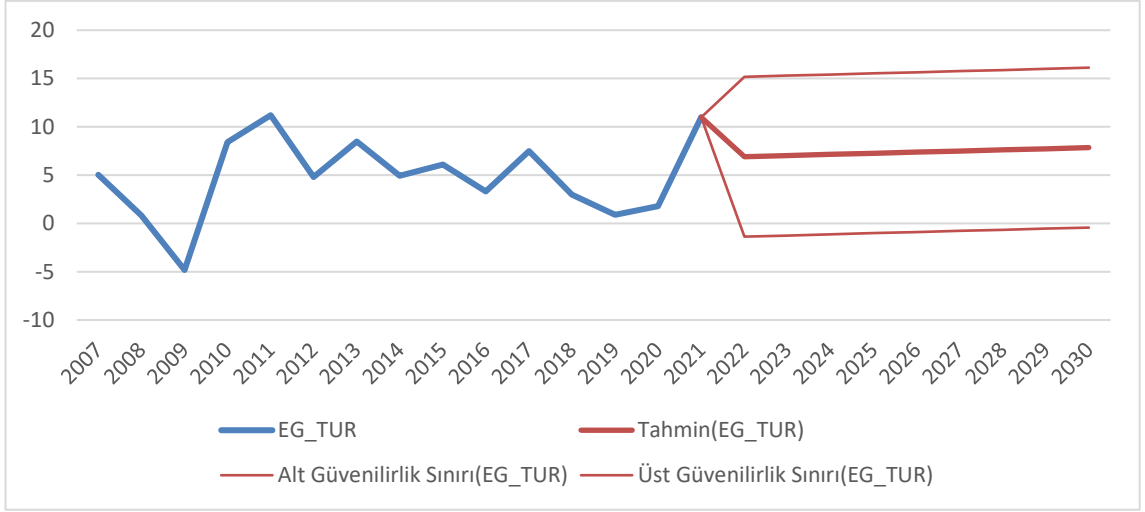
## EK B: Çalışmada Kullanılan Tahmin Edilen Veriler ve Grafikleri

TARİH	EG_TUR	EG_G7	CB_TUR	CB_G7	U_TUR	U_G7	HTE_TUR	HTE_G7	KIE_TUR	KIE_G7
2022	6,90244	1,00098	-1,6907	0,97735	6,00618	12,1941	3,64003	17,6082	37,6588	55,1442
2023	7,02106	1,01042	-1,4441	1,08203	5,92237	12,4166	3,73956	17,5447	37,369	55,0478
2024	7,13968	1,01985	-1,1976	1,18671	5,83855	12,639	3,8391	17,4812	37,0792	54,9515
2025	7,2583	1,02929	-0,951	1,29139	5,75473	12,8614	3,93863	17,4177	36,7894	54,8551
2026	7,37693	1,03872	-0,7045	1,39607	5,67092	13,0839	4,03817	17,3541	36,4996	54,7588
2027	7,49555	1,04816	-0,4579	1,50074	5,5871	13,3063	4,13771	17,2906	36,2099	54,6625
2028	7,61417	1,0576	-0,2114	1,60542	5,50329	13,5287	4,23724	17,2271	35,9201	54,5661
2029	7,73279	1,06703	0,03517	1,7101	5,41947	13,7512	4,33678	17,1636	35,6303	54,4698
2030	7,85141	1,07647	0,28171	1,81478	5,33565	13,9736	4,43632	17,1001	35,3405	54,3734









## EK C: Literatür Tablosu

YAZAR	ZAMAN	ÜLKE	VERİ	YÖNTEM	BULGU
Zachariadis (2004)	1971-1995	10 OECD Ülkeleri	GSYİH, AR-GE harcamaları, İthalat, Toplam faktör verimliliği	Yapısal Analiz (STAN)	Çalışma çıkarılan sonuçlardan AR-GE için yapılan harcamaların etkisine bakıldığında ekonomik büyümeye etkisi olumlu olduğu saptanmıştır.
Falk (2007)	1970-2004	OECD Ülkeleri	AR-GE harcamaları, Eğitim, Kişi başı GSYİH, Yatırım oranı, İşgücü verimliliği	Panel GMM Tahmincisi	Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlardan, AR-GE harcamalarındaki artışın ekonomik büyüme üzerindeki etkisi anlamlı ve pozitifdir.
Samimi ve Alerasoul (2009)	2000-2006	Gelişmekte Olan 30 Ülke	AR-GE harcamaları, GSYİH, Yatırım, İşgücü	Panel Veri Regresyon Modeli	Çalışmada ele alınan ülkelerdeki AR-GE harcamalarıyla ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.
Genç ve Atasoy (2010)	1997-2008	34 Ülke	AR-GE, Kişi başı GSYH	Panel Nedensellik Testi	Çalışmada AR-GE' den büyüme doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğu saptanmıştır.
Capello ve Lenzi (2012)	2005-2007	27 Avrupa Birliği Üye Devleti	GSYİH, AR-GE harcamaları, Fiziki sermaye, Sosyal sermaye, altyapı donanımı, İstihdam, Doğrudan yabancı yatırımlar,	Korelasyon, Anova ve Durbin-Wu-Hausman Testi	Çalışmanın sonuçlarına göre AR-GE harcamaları ve inovasyon göstergelerinin istatistiki olarak ekonomik büyüme ve kalkınma üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır.
Gülmez ve Yardımcıoğlu (2012)	1990-2010	21 OECD Ülkeleri	Kişi başı GSYH, AR-GE harcamaları	Panel Veri Analizi	Yapılan analize göre panelin genelinde AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında uzun dönem çift yönlü nedensellik saptanmıştır. Grup

							ortalama değerlerinde ise ekonomik büyümeden AR-GE harcamalarına doğru uzun dönemde tek yönlü nedensellik belirlenmiştir.
Hunady ve Orviska (2014)	2008-2012	26 AB Üye Ülkeleri	GSYİH, AR-GE harcamaları, Bilim insanları ve araştırmacı sayısı, Patent sayısı	Panel Analizi	Veri	Çalışmadan çıkarılacak sonuçlara göre AR-GE harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde olumlu ve pozitif bir etkisinin olduğu belirlenmiştir. Çalışmaya dahil edilen ülkelerde AR-GE harcamaları, AR-GE alanında çalışan sayısı ve patent sayısı ile de pozitif yönlü etkileşimdedir.	
Gülmez Akpolat (2014)	2000-2010	Türkiye ve 15 AB ülkesi	Kişi başı GSYİH, Patent sayısı, AR-GE harcamaları	Panel Regresyon Yöntemi, Panel Eşbütünleşme Testleri	Veri	AR-GE harcamalarında yaşanan %10'luk bir artış kişi başı GSYİH'i %3,27 ve patent sayısında %10'luk bir artışta ise kişi başına GSYİH'da %0,77 oranında artış meydana gelmektedir.	
Özcan ve Arı (2014)	1990-2011	15 OECD Ülkesi	Kişi başı GSYH, Brüt sabit sermaye yatırımları, toplam ihracat, AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı, Toplam istihdam	Panel Yöntemi	Veri	Yapılan çalışmada panelin geneli değerlendirildiğinde AR-GE harcamalarının reel kişi başı gelirden artış sağladığı gözlemlenmiştir. Kontrol değişken olarak analizlere dahil edilen değişkenlerde ekonomik büyümeyi arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.	
Pece (2015)	vd. 2000-2013	Orta ve Doğu Avrupa (Çek Cumhuriyeti, Polonya, Macaristan)	GSYİH, Ticari marka sayısı, Kişi başı AR-GE harcamaları, Patent sayısı, Yükseköğreni	Çoklu Regresyon		Çalışmadan çıkarılan sonuçlara göre analize dahil edilen bağımsız değişkenlerin ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisinin	

			m görenlerin oranı, İşsizlik oranı, İhracat, Doğrudan yabancı yatırım		olduğu belirlenmiştir. İnovasyon göstergeleri ekonomik büyüme üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.
Tanga (2016)	1970-2015	13 Gelişmekte Olan Ülke	Patent sayısı, GSYİH yüzdesinde AR-GE harcamaları, Orta öğretim yüzdesi, Gayri safi sabit sermaye oluşumu, Ekonomik büyüme oranı, Doğrudan yabancı yatırım	Augmented Dickey-Fuller (ADF) Testi, Engle ve Granger Eşbütünleşme Analizi, Vektör Hata Düzeltme (VHDM)	Yapılan çalışmada ülkeler bazında farklı sonuçlara ulaşılmış olsa da genel değerlendirme de inovasyonun ve doğrudan yabancı yatırımların ülke ekonomisindeki etkisinin minimum düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gayri safi sabit sermaye oluşumunun ise ülke ekonomilerine etkisinin olumlu olduğu belirtilmiştir.
Sungur (2016)	vd. 1990-2013	Türkiye	Büyüme oranı, İhracat değeri, AR-GE harcamalarının milli gelirdeki payı, Toplam patent sayısı, AR-GE işgücü sayısı	ADF ve PP Kök Testi, Engle-Granger Eşbütünleşme Testi, Granger ve Hatemi-J Asimetrik Nedensellik Testi	Yapılan çalışmada iki model oluşturulmuş ve ilk modele göre, patentten büyümeye pozitif, büyümeden patente doğru negatif ve AR-GE' den büyümeye doğru negatif tek yönlü bir nedenselliğin olduğu ortaya konmuştur. Model iki de ise AR-GE işgücüyle ihracat arasında pozitif çift yönlü, AR-GE işgücünden ihracata ve ihracattan AR-GE' ye negatif bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir.
Işık ve Kılınc (2016)	1990-2011	Almanya, Danimarka, Kanada, Finlandiya, Fransa, İtalya, İsveç, İspanya, Japonya, Kore, Türkiye,	GSYH, Elektrik sektöründeki teknoloji ihracatı, Özel sektör AR-GE harcaması	Dinamik Panel Veri Yöntemleri	Yapılan analiz sonuçlarına göre çalışmada inovasyon göstergelerinin büyümeyi kısa ve uzun dönemde de pozitif ve anlamlı etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

			İngiltere, ABD				
Dam ve Yıldız (2016)	2000-2012	BRICS-TM (Brezilya, Rusya, Çin, Hindistan, Güney Afrika, Türkiye, Meksika)	GSYH, Toplam patent sayısı, AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı	Panel Analizi	Veri	Çalışmada yapılan analizlere göre inovasyon ve AR-GE harcamalarının ekonomik büyüme üzerinde pozitif ve anlamlı bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir.	
Pradhan vd. (2016)	1961-2013	18 Euro Bölgesi Ülkesi	GSYİH, Patent sayısı, GSYİH yüzdesinde AR-GE faaliyetlerinde çalışan araştırmacı sayısı, AR-GE harcamaları	Vektör Düzeltme Modeli (VECM)	Hata	Çalışmada yapılan analiz sonuçlarına göre ekonomik büyüme üzerinde hem inovasyonun hem de finansal gelişmişliğin önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir.	
Ballı (2017)	1999-2014	Üst ve üst-orta gelir grubunda yer alan seçilmiş ülkeler (28)	GSYH, GSYH içindeki ihracatın payı, GSYH içinde AR-GE' nin payı, Doğrudan yabancı yatırımlar, Patent sayısı, Beşeri sermaye endeksi	Panel Regresyon Yöntemi, Panel Eşbütünleşme Testleri, Panel Nedensellik Testi	Veri	Çalışmada kullanılan değişkenlerin hepsi ekonomik büyümeyi pozitif ve anlamlı olarak etkilediği sonucu ortaya konmuştur.	
Kacprzyk ve Doryn (2017)	1993-2011	Eski AB-15 ve yeni AB-13 Ülkeler	Kişİ başİ GSYİH, Özel ve kamu AR-GE finansman kaynakları, patent sayısı, Çalışan kişİ sayısı, Yatırım ve açıklık verileri	Dinamik Panel SYS-GMM Tahmin Edicileri Yöntemi	Panel	Çalışmada elde edilen sonuçlara göre toplam AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki oluşmamıştır. AB-13 ülkelerinde patent sayısı ise ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkiye sahiptir.	
Açcı (2018)	2001-2016	Bazı OECD Ülkeleri (Belçika, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, İrlanda, Japonya,	GSYH, Patent başvuruları, Toplam girişimcilik faaliyetleri	Panel Analizi	Veri	Çalışmada yapılan analiz sonuçlarına göre patent başvuruları ve girişimcilik faaliyetlerinden GSYH' ya doğru nedensellik ilişkisinin olduğu sonucu ortaya	



			Hollanda, Norveç, İsveç, ABD, İspanya, İngiltere )				çıkmıştır. Girişimcilik, patent başvuruları ve ekonomik büyüme arasında da pozitif bir ilişkinin var olduğu belirlenmiştir.
Uçak (2018)	vd.	1990-2016	Türkiye	Reel GSYH, AR-GE harcamaları	ARDL Modeli		Yapılan analize göre uzun dönemde AG- GE harcamalarının GSYH üzerindeki etkisi pozitif ve anlamlıdır.
Yıldız (2018)		1998-2013	Türkiye ve 15 AB Ülkeleri	Teknolojik inovasyon endeksi oluşturulmuş (Teknolojik yaratıcılık endeksi, Teknolojik altyapı endeksi, Beşeri altyapı endeksi) Reel GSYH, Gayri safi sabit sermaye oluşumları, işgücü verimliliği	Panel ARDL Yöntemi		Yapılan analiz sonuçlarına göre oluşturulan teknolojik inovasyon endeksi uzun dönemde ülkelerin ekonomik büyümesini pozitif ve anlamlı olarak etkilediği sonucu ortaya konmuştur.
Çütü ve Bozan (2019)	ve	1981-2016	G7 Ülkeleri İtalya hariç (Kanada, Fransa, ABD, Almanya, Japonya, İngiltere)	AR-GE harcamaları, Patent başvuruları, Ekonomik büyüme	Panel Veri Analizi		Çalışmada yapılan analizlere göre AR- GE harcamaları, patent başvuruları ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca büyüme ile AR-GE harcamaları arasında negatif yönlü bir ilişki, ekonomik büyümeden patent başvurularına doğru tek yönlü nedenselliğin olduğu ortaya çıkmıştır.
Börü ve Çelik (2019)		2004-2016	Türkiye	Ekonomik büyüme, AR- GE harcamaları,	ADF ve Vogelsang ve Perron Yapısal Kırılmalı		Yapılan çalışmada AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir

				İnovasyon yatırımları	Birim Kök Testleri, Engle-Granger Nedensellik Testi	nedenselliğin olduğu ortaya konarken inovasyon yatırımları AR-GE harcamaları ve ekonomik büyüme arasında ise bir nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
Risso ve Carrera (2019)	1996-2014	74 Ülke		AR-GE harcamaları, Kişi başı GSYİH, Beşeri sermaye, Gini katsayısı, Fiziki sermaye, Kamu harcamaları	Panel Granger Nedensellik	Çalışmadan elde edilenlere göre, inovasyonun ve ekonomik büyümenin gelir eşitsizliklerini azaltma üzerinde etkisinin olduğu ve uzun vadede sermaye yoğun inovasyonun ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkilerinin olduğu ortaya konmuştur.
Özden ve Uysal (2020)	1990-2017	Türkiye		Ekonomik büyüme, AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı, Patent sayısı, İstihdam içindeki araştırmacı sayısı	Vektör Otoregresif Model (VAR)	Yapılan araştırma sonucuna göre, AR-GE harcamaları, patent sayısı ve araştırmacı sayısından ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir.
Özer ve Ünlü (2020)	2000-2017	24 Üst Orta Gelirli Ülkeler		İnsani kalkınma endeksi, AR-GE harcamaları, patent başvuruları, Bilimsel araştırma ve teknik makale sayısı, BİT hizmet ihracatı	Panel Veri Analizi	Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ekonomik kalkınma ile inovasyon göstergeleri arasında uzun dönemli ilişki olduğu belirlenmiştir. Çalışmaya dahil edilen değişkenler arasında da pozitif etkilerin varlığı ortaya konmuştur.
Kesbiç ve Şimşek (2020)	2000-2018	33 OECD Ülkeleri		GSYH, Patent başvuru sayısı	Panel Veri Analizi	Çalışmada yapılan analiz sonuçlarına göre patent başvuru sayısı ile ekonomik büyüme arasında uzun dönem ve çift yönlü bir nedensellik

							ilişkinin olduğu ortaya konmuştur.
Altıntaş (2020)	2008-2019	G20 Ülkeleri	Küresel inovasyon endeksi, GSYH	Faktör Analizi			Çalışmada küresel inovasyon endeksinde yer alan değişkenlerin ekonomik büyümeyi pozitif anlamı ve yüksek seviyede etkilediği belirtilmiştir.
Pradhan vd. (2020)	2001-2016	19 Euro Bölgesi Ülkeleri	Kişi başı reel ekonomik büyüme, Patent sayısı, Toplam marka başvuruları, AR-GE faaliyetinde bulunan araştırmacılar, Bilimsel ve teknik yayınlar, Kamu harcamaları, Yüksek teknoloji ihracatı	Vektör Hata Düzeltme (VECM)			Çalışmada yapılan analiz sonucu girişimciliğin ve inovasyonun uzun vadede ekonomik büyüme üzerinde pozitif etkilerinin olduğu ortaya konmuştur.
İmamoğlu (2021)	2006-2017	Gelişmiş ülkeler (35), Gelişmekte olan üst orta gelirli ülkeler (27), Gelişmekte olan alt orta gelirli ülkeler (18)	GSYH, Sermaye stoku, Çalışan kişi sayısı, İnsani gelişme endeksi, Kamu harcamalarının GSYH içindeki payı, Küresel yönetim endeksi, İnovasyon endeksi,	Panel Analizi	Veri		Çalışmada ilk olarak yönetim ve ekonomik büyüme ilişkisine bakılmış ve bütün ülke gruplarında pozitif yönde anlamlı bir ilişki ortaya konmuştur. İnovasyon ve büyüme ilişkisine bakıldığında ise gelişmiş ülkelerde ve gelişmekte olan alt orta gelirli ülkelerde inovasyonun büyümeyi anlamlı olarak etkilemediği ancak gelişmekte olan üst orta gelirli ülke grubunda ise inovasyonun büyümeyi pozitif ve anlamlı etkilediği görülmüştür.

Elverdi ve Atik (2021)	2017	2017 KİE de yer alan 127 ülke	GSYH, Kişi başı reel GSYH, Yüksek öğrenim oranı, Bilgi yoğun istihdam, Araştırmacı sayısı, AR-GE harcamaları, Yüksek teknoloji ihracatı, Özel sektöre verilen yurtiçi krediler, BİT erişim ve BİT kullanım oranları	Yapısal Eşitlik Modellemesi (YEM)	Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre inovasyon ekonomik büyümeyi doğrudan, güçlü ve pozitif bir şekilde etkilemektedir. Buna paralel olarak BİT altyapı değişkenlerinin de inovasyon üzerinde güçlü ve pozitif bir etkisinin olduğu saptanmıştır.
Yüksel(2022)	1985-2018	Türkiye	Yıllık GSYH büyümesi (%), AR-GE harcamalarının GSYH içindeki payı, Tam zamanlı eşdeğer AR-GE personel sayısı, Türkiye bilimsel yayın sayısı, Yerli ve yabancı toplam patent başvuru sayısı, Yerli ve yabancı toplam faydalı model başvuru sayısı, Yerli ve yabancı toplam ticari marka başvuru sayısı	Vektör Otoregresyon (VAR), ADF ve PP Testi, Granger Nedensellik Analizi, Etki-Tepki Analizi ve Varyans Ayrıştırması	Çalışmada uygulanan analiz sonuçlarına göre, GSYH büyümesiyle patent başvuruları arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. AR-GE personel sayısı, AR-GE harcamalarının GSYH içerisindeki payı ve marka başvuru sayısında oluşan değişimlerin GSYH büyümesini etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.
Utlu Koçdemir ve Özyıldız (2022)	2007-2020	NIC Ülkeleri (Brezilya, Çin, Güney Afrika Tayland, Malezya, Hindistan, Meksika, Türkiye )	İstihdamın nüfus artışına oranı, AR-GE harcamalarının GSYH' ya oranı, Toplam üretim ihracatındaki yüksek teknoloji ürün ihracatı, GSYH' nın	Panel Eşbütünlük ve Nedensellik	Yapılan analizlere göre çalışmada AR-GE ve ekonomik büyüme ile istihdam arasında çift yönlü nedensellik olduğu ortaya konulurken yüksek teknoloji ürün ihracatı ile istihdam arasında herhangi bir nedensellik ilişkisi

---

yıllık büyüme oranı	saptanamamıştır. Uzun dönemde değişkenlerin birlikte hareket ettiği belirlenmiş istihdam, AR-GE harcamaları ve yüksek teknoloji ürün ihracatıyla negatif, ekonomik büyüme ile pozitif ilişkinin varlığından söz edilmiştir.
---------------------	---

---

