



TÜRKİYE'DE ENDÜSTRİ 4.0 UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ: PANEL VERİ ANALİZİ*

Salih ÖZTÜRK^{1*}
Yonca ALAŞAHAN²

Öz

Endüstri 4.0 kavramı, yeni bir sanayi devriminin başlaması ve/veya başlangıcı olarak günümüzde önemli bir yer tutmaktadır. Ekonomiye en önemli etkisinin üretim kesiminde olacağı öngörülen ve içinde bulunulan zamanın sanayi devrimi olarak kabul edilen Endüstri 4.0, son zamanlarda Türkiye özelinde de önem verilen konulardan biridir. Bu nedenle çalışmada, günümüze kadar gerçekleşmiş endüstri devirleri ele alınmış ve Endüstri 4.0 ile bu kavramın getirileri incelenmiştir. Bu amaçla, Küresel İnovasyon Endeksi'nde yer alan 9 ülke ve Türkiye ekonomisinden oluşan örneklem için Pedroni eşbütünleşme testi ve Granger nedensellik analizi kullanılarak Endüstri 4.0'ın ülkelerarası karşılaştırması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar; Türkiye'nin de Endüstri 4.0' da söz sahibi olabilmesi için daha fazla teknoloji ihracatı yapması ve yüksek teknoloji üretimi gerçekleştirmesini işaret etmektedir. Ayrıca bulgular, Türkiye'nin bu alanda eğitim ve Ar-Ge çalışmalarına daha fazla önem vermesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endüstri 4.0, Teknoloji, Değişim.

JEL Kodları: F63, L50, O14.

4.0 EVALUATION OF INDUSTRIAL APPLICATIONS IN TURKEY: PANEL DATA ANALYSIS

Abstract

The concept of Industry 4.0 has an important place today as the beginning and/or beginning of a new industrial revolution. Economy predicted to be the most significant impact on the production sector and within the time of the industrial revolution which is considered the industry 4.0 is one of the issues recently given special importance in Turkey. For this reason, in this study, the industrial cycles that have taken place up to the present day have been discussed and Industry 4.0 and its returns have been examined. For this purpose, using the Global Innovation Index Pedro is located in 9 countries and Turkey for sample consisting of the economy cointegration test and Granger causality analysis Industry 4.0 cross-border comparisons are made. Obtained results; Turkey's Industry 4.0 'also to export more technology to have a say and point to the realization of high-tech production. In addition, findings reveal that Turkey's need to give more importance to training and R&D efforts in this area.

Keywords: 4.0 Industry, Technology, Transformation.

JEL Codes: F63, L50, O14.

* Bu makale daha önce 3.Uluslararası El Ruha Sosyal Bilimler Kongresinde panel veri analizi olmayan şekliyle sunulmuştur.

¹ Prof. Dr., Namık Kemal Üniversitesi, İktisadi İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü,
ORCID 0000-0001-6851-951X.

* **Sorumlu Yazar** (Corresponding Author): salihozturk@nku.edu.tr

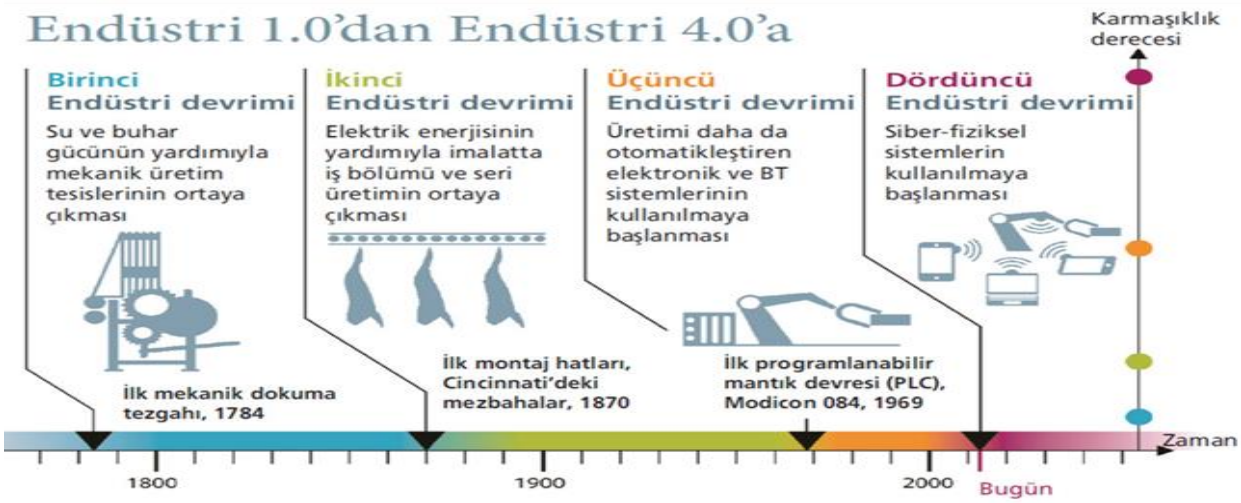
²YL Öğrencisi, Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Programı,
ORCID 0000-0001-8151-5599.

Başvuru Tarihi (Received): 05.06.2018 **Kabul Tarihi** (Accepted): 26.06.2019

Giriş

Günümüzde ülkeler temel amaçları olan büyüme hedeflerini gerçekleştirebilmek amacıyla özellikle sanayi sektörüne önem vermeye başlamışlardır (Eren, 2008). Son zamanlarda sürekli gelişim gösteren sanayi, artık dördüncü devrine giriş yapmış bulunmaktadır. Dördüncü sanayi devrimi (Endüstri 4.0) kavramı, ilk olarak 2011 yılında Almanya’da gerçekleşen Hannover Fuarı’nda gündeme gelmiştir. Teknoloji alanında önde gelen ülkelerden ABD ve Japonya gibi ülkeler hedeflerini Endüstri 4.0’a göre belirlemişlerdir. Dördüncü sanayi devriminin ortaya çıkmasındaki temeli oluşturan birinci, ikinci ve üçüncü sanayi devriminin katkıları genel olarak Şekil 1’de gösterilmiştir. Kronolojik sıraya göre incelendiğinde kişiler ve toplumlar ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli teknolojiyi bir adım öteye götürmeyi başarmışlardır.

Şekil 1: Endüstri Devriminin Aşamaları



Kaynak: <http://www.capital.com.tr/images/Haberler/er2.jpg> (Erişim: 12.02.2017).

İnsanoğlunun yaşadığı ilk büyük değişim avcılık-toplayıcılıktan tarıma geçişle olmuştur (Schwab, 2016). 18. yüzyılın ikinci yarısı (1760-1840 yılları) ilk sanayi devrimi buharlı makinelerin icadı ile başlamıştır. Bu dönemde demiryollarının inşası ve buhar makinelerinin üretimde kullanılması ile devam etmiştir. İkinci sanayi devrimi elektriğin kullanımı ile seri üretimin mümkün kılınması ile gerçekleşmiştir. Üçüncü sanayi devrimi 1960'lı yıllarda kişisel bilgisayarların internetin önderliğinde geliştiği dönem -dijital devrim- olarak adı geçen dönemdir. Bu dönemlerde gerçekleşen yeniliklerin tanımlanması bu şekildedir. Günümüzde ortaya çıkan yenilikler ise, dördüncü sanayi devriminin içinde bulunduğu göstermektedir.

Endüstri 4.0 ile üretimde robotların daha etkin rol aldığı, yapay zekanın gündeme daha çok geldiği, teknolojinin daha ileri seviyelere çıktığı veya çıkacağı hakkında beklentiler meydana gelmiştir. Ayrıca daha ileriki zamanlarda ekonomik birimlerin üretim ve tüketimin her aşamasında ve kişilerin ihtiyaçlarında Endüstri 4.0'ın getirileri ile farklı ürün talepleri/arzları ortaya çıkacağı öngörülmektedir. Örneğin, Endüstri 4.0'la birlikte birbirleriyle haberleşen sensörler ile ortamı algılayabilen robotlar sayesinde daha hızlı üretim yapmak mümkün olacaktır. Bu nedenle verimli ve etkin bir üretim için ekonomik birimler açısından farklı makine, mal ve hizmetler talep edilecektir.

1. Tarihi Süreç

Almanya’da 2011 yılından bu yana “Endüstri 4.0” kavramı tartışılmaktadır. Burada ilk olarak Hannover Fuarı’nda gündeme gelen bu terimle, akıllı fabrikalar sayesinde daha hızlı ve seri üretimin olacağı, böylelikle müşterilere özel ürünlerin oluşturulacağı dile getirilmiştir. Ancak dördüncü sanayi devrimi sadece akıllı cihazlarla olmayacağı ve kapsamının daha geniş olacağı

beklenilmektedir. Gen dizilimlerinden nanoteknolojilere, yenilenebilir enerjilerden kuantum bilgi işleme kadar birçok yeniliği beraberinde getirecektir. Günümüzde yaklaşık 1.3 milyar kişinin hala elektrik erişimine sahip olmadığı, yani ikinci sanayi devrimi dünya üzerindeki tüm bireyler için gerçekleşmemiş ve benzer durumlar üçüncü sanayi devrimi için de görülmektedir. Fakat birinci sanayi devriminin getirdiği olan iplik makinesinin yayılması 120 yıl gibi uzun bir zaman almışken, üçüncü sanayi devriminin insanlara getirdiği olan internet iplik makinelerinin yayılma hızına kıyasla on yıldan daha kısa sürede gerçekleşmesine olanak vermiştir. İlerlemenin başlıca belirleyicisi bir toplumun teknolojik inovasyonu kucaklama derecesi olduğundan, küresel ölçüde bu hızı yakalayamayan bireyler ve toplumlar bulunabilmektedir.

1.1. Değişimin Baş Döndüren Hızı

Günümüzde çok sık kullanılan uygulama ve siteler (Uber, Alibaba, Siri vb.) bundan birkaç yıl önce adını bile bilen insan sayısı çok az miktarda iken günümüzde bilgiye ulaşım hızı artmış ve bu tarz uygulamalara ve sitelere ulaşım kolaylaşmıştır. Ulaşmada en önemli araç, şuan için akıllı telefonlardır. İlk kez 2007’de piyasaya sürülen akıllı telefonlar günümüzde sayısı 4 milyarı bulurken 2023 yılında 7 milyara ulaşması beklenmektedir. Artık şirketlerde bu teknolojik hız sayesinde daha az sermaye ile daha çabuk büyüme gözlemlenmektedir. 90’lı yıllardaki Detroit’i 2014 yılındaki Silikon Vadisi ile ele alınacak olunursa; Detroit’teki en büyük üç şirketin o yıllardaki piyasa değeri 36 milyar dolar, geliri ise 250 milyar dolar iken, çalışan sayısı ise 1.2 milyon idi. Silikon Vadisi’nde en büyük üç şirketin 1.09 trilyon dolar piyasa değeri var iken, aynı miktarlarda gelir elde ediyordu üstelik söz konusu olan durum ise 10 kat daha az çalışanı olmasıydı (Schwab, 2016). Bu şirketlerin dışında daha az sermaye ile daha hızlı büyüyen teknoloji şirketleri de vardır. Örneğin, Facebook, WhatsApp, Instagram bunlardan birkaçıdır.

4. Endüstri Devrimi’nin en önemli getirisinden biride yeryüzündeki tüm cihazların birbiriyle bilgi ve veri alışverişi için kullanacağı bir internet. Türkçeye cihaz tabanlı internet (internet of things) olarak çevrilebilecek bu kavram, kişisel bilgisayarların giderek yaşamımızdan çıkmaya başlayacağı ve bir gün bunların yerlerini giysiler, binalar, ulaşım araçları ile kargo paketleri gibi aklınıza gelebilecek her türlü araç ve gerece entegre edilmiş, sensör ve işleticilerle donanmış, internet bağlantılı “akıllı” elektronik sistemlere (siber fiziksel sistemler) bırakacağı yönündeki öngörüler olarak tanımlanmaktadır (Ege, 2014).

1.2. Gerçekleşmesi Muhtemel Dönüm Noktaları

Dünya Ekonomik Forumunun 2015 yılında yayımlanan raporunda toplumlarda 2025 yılına kadar yaşanacak 21 dönüm noktası belirtilmiştir. Tahmin edilen bu değişimler, dördüncü sanayi devriminin bize getirdiği değişimler olduğu görülmektedir. Bu değişimlerden bazıları, gerçekleşme olasılığına göre Tablo 1’de sıralanmıştır.

Tablo 1: Yaşanacak 21 Dönüm Noktası

-
- İnsanların yüzde 10’unun internete bağlanabilen giysiler giymesi
 - İnsanların yüzde 90’ının sınırsız ve ücretsiz depolamaya sahip olması
 - 1 trilyon sensörün internete bağlanması
 - Okuma gözlüklerinin yüzde 10’unun internete bağlanması
 - İnsanların yüzde 80’inin dijital bir varlığa sahip olması
 - 3D yazıcılar ile ilk otomobil üretimi
 - Nüfus sayımının büyük veri kaynaklarıyla gerçekleştiren ilk devlet
 - İmplant edilebilir ilk mobil telefonun piyasada bulunur hale gelmesi
 - Tüketici ürünlerinin yüzde 5’inin 3D basılması
 - Nüfusun yüzde 90’ının internete düzenli erişebilmesi Nüfusunun yüzde 90’ının akıllı telefon kullanması
 - Amerika’daki yollardaki otomobillerin yüzde 10’unun sürücüsüz otomobil olması
 - 3D baskılı ilk karaciğer nakli
 - Şirket denetimlerinin yüzde 30’unun YZ(yapay zeka) tarafından yapılması
 - Bir devlet tarafından blockchain (blok zinciri) üzerinden ilk kez vergi tahsilatı yapılması
-

Kaynak: Deep Shift-Technology Tipping Points and Societal Impact, Gobar Agenda Council On The Future of Software and Society, World Economic Forum, Eylül 2015 (Erişim: 14.02. 2017).

2. Endüstri 4.0’ın Etkileri

2.1. Ekonomiye Etkileri

Endüstri 4.0’ın ekonomideki etkileri, ekonomik büyüme, istihdam, dış ticaret, enflasyon vb. gibi makro değişkenler üzerinde ortaya çıkacağı öngörülmektedir. Çalışmanın bu bölümünde en temel iki değişken olan büyüme ve istihdam üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

2.1.1. Büyüme Üzerindeki Etkiler

Dünya ekonomik forumu kurucusu ve başkanı olan Klaus Schwab, Endüstri 4.0’ın büyüme üzerindeki etkilerini iki zıt kesimin görüşüyle ele almıştır. Bir kesim dördüncü sanayi devriminin çoktan gerçekleşmiş, üretkenlik üzerindeki etkinin sona erdiğini söylerken bir diğer kesim ise kısa süre içerisinde üretkenlik, ekonomik büyümede bir sıçrayış meydana getireceğini düşünmektedir (Schwab, 2016).

Günümüzde küresel büyümenin yavaşladığı fark edilebilmektedir. Bu durumun nedenleri olarak yaşlanma ve üretkenlik kavramları gösterilebilmektedir. Nüfusu yaşlı olan toplumlar daha yavaş büyümeye devam etmektedir. Üretkenlikte ise gelişen ve değişen teknoloji ile daha az maliyetle daha fazla verimlilik alınabileceği düşünülebilmektedir. Üretimde kullanılacak olan cihazların birbiriyle veri alışverişini bu dönemde internet sayesinde sağlayacak olması görüşü de beklentiler arasındadır (Alçın, 2016).

2.1.2. İstihdam Üzerindeki Etkiler

Yeni teknolojiler çağımızda geniş bir kullanım alanına sahip olan teknolojiler olacaktır. Bu teknik gelişmeler bizlerin yaşamının her alanını olumlu ve olumsuz yönde etkileyecektir. Tarım ve sanayi devrimini yaşayan insanolu yeni gelişmeler sonucunda bilgi çağına girmiş bulunmaktadır. Ekonomide en çok etkilenecek faktör ise istihdam olacaktır (Güloğlu ve Sertkan, 2003).

Teknolojik gelişmelerin üretim-üretkenlik üzerinde olumlu etkiler yaratacağını düşünecek olursak “Endüstri 4.0” da iş gücü piyasası üzerinde tam tersi bir etki göstermesi de beklenilmektedir. Başka araştırmacılar ise, yeni oluşacak değişimlerin sonunda insanlığı tam işsizliğe götüreceğini düşünmektedir (Schwab, 2016). Teknolojik ilerlemeler ile birlikte bazı iş kollarının yok olacağı varsayımı ve ilerleyen teknoloji ile birlikte ortaya çıkacak yeni iş kolları varsayımı istihdam alanında iki temel beklentidir. Bunlar da dünyayı son küresel krize sürükleyebilir ya da insanların bilim ve sanat ile uğraştıkları, çalışmak zorunda olmadıkları bir ütopyanın kapılarını açabilecektir (Durgun ve Büyükbayrak, 2016).

Tablo 2, meydana gelen teknolojik gelişmelerden etkilenebilecek bazı meslek gruplarını göstermektedir. Bu bağlamda, hızla gelişen teknoloji mevcut mesleklerin insan emeği ile gerçekleştirilmesi yerine daha kısa sürede bu işlerin makine veya bilgisayarlar ile gerçekleştirilmesi sonucunda bir takım meslek grubunda işsiz kalmalar ile karşı karşıya kalmabileceği bir durum söz konusu olacaktır. Diğer taraftan teknolojik gelişmelerin yeni işgücü piyasası oluşturup istihdam alanında işsiz kalanlara yeni iş olanakları sağlayacağı bir durum da söz konusu olabilecektir. Böyle durumların gerçekleşip gerçekleşmeyeceği önümüzdeki yıllarda tecrübe edilecektir.

Tablo 2: Yaşanacak Teknolojik Değişimden (Otomasyon) Etkilenecek Mesleklerin Sıralaması

-
- Tele-pazarlamacılar
 - Vergi Danışmanları
 - Sigorta Ekspertleri, Otomobil Hasarları
 - Hakemler ve Diğer Spor Görevlileri
 - Mahkeme Katipleri
 - Restoran ve Kafelerde Garsonlar
 - Emlak Komisyoncuları
 - Tarım İşçileri Aracıları
 - Sekreterler ve İdari Asistanlar (Hukuk, Tıp ve Yönetim dışında)
 - Kuryeler
 - Akıl Sağlığı ve Madde Bağımlılığı Sosyal İşçileri
 - Koreograflar
 - Doktor ve Cerrahlar
 - Psikologlar
 - İnsan Kaynakları Yöneticileri
 - Bilgisayar Sistem Yöneticileri
 - Antropologlar ve Arkeologlar
 - Deniz Mühendisleri ve Bahriye Mimarları
 - Satış Yöneticileri
 - Genel Müdürler
-

Kaynak: Carl Benedikt Frey ve Michael Osborne, Oxford Üniversitesi, 2013 (Erişim: 18.02. 2017).

2.2. Ulusal ve Küresel Etkileri

Endüstri 4.0 getireceği değişimler kamu kurum ve kuruluşlarının işleyişini yeniden düzenlenmesi gerektiğini belirtmektedir. Özellikle hükümetleri ulusal ve yerel düzeyde kamu ve özel sektörle iş birliğinde yenilikler yaparak kendini yeniden düzenlemeye mecbur kılmaktadır. Günümüze kadar yaşanan sanayi devrimlerinde hükümetlerin üzerine çok fazla görev düşmemiş olsa da, Endüstri 4.0'da hükümetleri bekleyen bir tehlike vardır. Bu tehlikenin üstesinden gelmek inovasyonun gelişmesini destekleyerek mümkün olacaktır.

İş gücü piyasasında yeni tür işler çıkacak bu yeni işler vatandaşlara daha esnek çalışma saatleri, iş piyasasında yeni inovasyon dalgası meydana getirebilecektir. Günümüz bilgi toplumunda bilgi asimetrisi önemli ölçüde gücün kimde olacağını belirleyebilir. Çünkü teknolojiyi kullanabilen toplumlar yapma gücüne sahip olacaktır. Ancak "4. Sanayi devriminde önceki sanayi devrimlerindeki gibi gelişen ülkeler mi söz sahibi olacaktır? Hangi ülkeler bu dönemde sıçrama yaratabilecektir?" gibi bir takım sorular cevaplanmayı bekleyecektir. Endüstri 4.0, alt yapısı gelişmiş ekonomileri dönüştürecek ve küresel ekonomi bütünüyle etkilenecektir. Örneğin, otomasyon ağırlıklı işler AB ve ABD'ye geri dönecektir şeklinde öngörülebilmektedir (Yılmaz, 2016).

Genelden özele, yani küreselden ulusal alana bakıldığında, kentsel olarak gerçekleşen değişimler; dijital olarak programlanabilen mekanlar, su ağı, sosyal ağlar aracılığıyla ağaçları evlat edinmek, yeni kuşak mobilite, birlikte üretme-birlikte ısıtma ve birlikte soğutma, talep-üzeri mobilite, akıllı sokak direkleri öngörülerden birkaçıdır. Gerçekleşen ve gerçekleşmesi muhtemel teknolojik

gelişmeler güvenlik alanında da tehlikeler oluşturacaktır. Aynı zamanda iş piyasasında da artan eşitsizlikler meydana gelecektir. Günümüzde giderek artan göçler bireylerin birbirine olan hoşgörüsünü artırmayıp aksine birbirlerinden uzaklaşmalarına neden olacak ve bunun sonucunda da toplumlar daha çok birbirinden ayrışacaktır. Yeni teknolojilerin bu durumlar sonucunda kullanılacak olduğu düşünülürse, uluslararası güvenlik açısından tehdit olarak da kullanılabilirlerdir açıklar.

2.3. Topluma Etkileri

Sanayi devrimlerinin hem üretimde hem de nüfusta etkileri ortaya çıkmaktadır. Bunun nedeni gelişen ve gelişmekte olan teknolojinin tıp alanına da yansıdığı durumlardır (Küçükkalay, 1997). Toplumlar açısından bu durum sanayi devriminin yarattığı olumlu sonuç olarak görülebilmektedir. Toplumlar için en büyük sorun ise yeni modernliği nasıl karşılayıp uyum sağlanılacağıdır. Esas mesele toplumda cehalet ile başa çıkmakta eğer ki yeniliklere uyum sağlayabilen toplum söz konusu ise, Endüstri 4.0’a uyum sağlamama gibi sorunla karşılaşılacaktır.

Robot sayılarındaki artış ve algoritmalar piyasada emekten daha çok sermayenin tercih edilmesine neden olacaktır. Böyle bir dönemde kazanan kesim ise; iş gücü sarf eden, düşük sermaye ile yeni işlere girişen kesim değil yeni fikirler, ürünler ve hizmetler sunan inovasyonu yakından takip eden kesim olacaktır.

2.4. Bireysel Etkiler

Dördüncü sanayi devrimi sadece toplumu oluşturan bireylerin üretime nasıl katıldıklarını değiştirmekle kalmayacaktır. Aynı zamanda bireylerin düşünce yapılarını, tüketim alışkanlıklarını, kimliğini, mahremiyet anlayışını da değiştirecektir. Belki de ilerleyen zamanlarda diğer bireyler ile olan ilişkilerimizi, insan sağlığını da etkileyebilecektir.

Bu dönemlerde YZ (Yapay Zeka) sürekli gündemde olacak ve endüstri 4.0’ın getirdiği inovasyonlardan sadece biri olacaktır. Teorik fizikçi ve yazar Stephen Hawking ile bilimci arkadaşları (Stuart Russell, Max Tegmark ve Frank Wilczek) yapay zeka (YZ) sonuçları üzerine: “YZ’nin kısa vadedeki etkisi onu kimin kontrol ettiğine bağlı olacakken, uzun vadedeki etkisi genel olarak kontrol edilip edilemeyeceğine bağlı kalacaktır.” şeklindeki yorumundan bu teknolojik gelişmenin bize yarar sağlayacağı ya da zarar getireceğini önceden tahmin edip ona göre önlemleri almamız gerektiği konusunda insanlığı uyarmaktadır.

3. Türkiye’de Endüstri 4.0

Gelişen teknoloji devrinde Türkiye inovasyon konusuna önem vererek yeni yabancı yatırımları ülkesine çekmek için çalışmalarını bu yönde yapmalı bu sayede küresel piyasada kendine yer edinmelidir. Endüstri 4.0 döneminin yakın gelecekte yaşanacağını düşünecek olursak: Türkiye’nin sanayi, teknoloji ve kalkınma politikalarında verimlilik ve ihtiyaç odaklı stratejilere odaklanması gerektiği sinyali verilmektedir. Ülkenin orta gelir tuzağından çıkması, verimlilik esaslı ekonomilerden bilgi ekonomisine adım atabilmesi ise doğru tanımlanmış ihtiyaçlara yönelik etkili stratejiler geliştirilebilmesine bağlıdır (EKOIQ, 2014).

Bunun için ülkemizde gelecek planlamaları yapılmaktadır. Örnek verecek olursak; 25 Öncelikli Dönüşüm Programı, 64.Hükümet Programı ve Eylem Planı ile ülkeye nitelik sıçraması yaşatması hedeflenmektedir. Girişimci Bilgi Sistemi’nin 2014 yılı sonuçlarına göre, imalat sanayi ülkedeki cironun yüzde 27,7’sini gerçekleştirmesine rağmen toplam faaliyet karının yüzde 43,8’ini üretmektedir. Tüm sektörlerin ortalama faaliyet karı yüzde 3,9 olurken, imalat sanayinin ortalama faaliyet karı ise yüzde 6,1 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye Sanayi Stratejisi Belgesi’nin uzun dönemli vizyonunu, “Orta yüksek ve yüksek teknoloji ürünlerde, Afro-Avrasya’nın tasarım ve

üretim üssü olmak” şeklinde belirlediği açıklaması yapılmıştır³ (Ersoy, 2016). Ülkemize düşen görev küresel ekonomide kendine iyi bir seviye belirlemek için hedeflerini gerçekleştirmek olacaktır. Sanayi 4.0 devriminin yakalanması ve öncü ülkeler arasında yer alınması için tüm paydaşların ortak bir ülke planı ve hedefi çevresinde odaklanarak çalışması zorunluluk arz etmektedir. Türkiye önündeki bu fırsatı hayata geçirmek için gerekliliklerini, önceliklerini ve bir yol haritasını ortaya koymalıdır. Bu yol haritasının tüm paydaşlarla işbirliği içinde ve kararlı bir şekilde uygulanması önümüzdeki on yıl için ülke gündeminin en temel maddelerinden biri olmalıdır (Tüsiad, 2016).

4. Araştırma

4.1. Literatür Taraması

Lee ve Hong (2010), 71 ülke için 1970-2004 yılları için yapmış olduğu çalışmada, özellikle yüksek teknoloji ürünlerin ihracatını yapan ülkelerin ekonomik büyümesinin geleneksel veya düşük teknoloji ürün ihracatı yapan ülkelere göre daha hızlı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Burmaoğlu (2012), ülkelerin ulusal inovasyon göstergeleri ile ulusal lojistik performansları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yapmış olduğu çalışmada lojistik performansı ile inovasyon göstergeleri arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır.

Uzay vd. (2012), 1995-2005 yılları arasındaki Türkiye'nin imalat sanayisinin yapmış olduğu ihracat ile AR-GE harcamaları, reel döviz kuru oynaklığı ve Türkiye'nin en çok ihracat yaptığı 40 ülkenin gelirleri ile arasındaki ilişkiye panel veri analizinde sabit etkiler yaklaşımı ve genelleştirilmiş EKK yöntemi ile bakılmıştır. Türkiye imalat sanayinin tüm sektörlerini kapsayan analizde AR-GE harcamaları ve ihracat arasında pozitif yönlü ilişki bulunmuştur. Bu yüzden Türkiye'de ihracatın kısa süreli artışında etkili olan ihracat teşvik politikalarıyla birlikte uzun dönemli desteklenmesi gerekmektedir. Elde edilen bir diğer sonuç ise döviz kuru ile döviz kuru oynaklığında Türkiye'de imalat sanayi performansı üzerinde etkili olabileceğidir.

Amaghouss ve Ibourk (2013), OECD ülkelerinin girişimcilik, yenilik ve ekonomik büyüme 2001-2009 yılları verileri ile panel veri yöntemiyle araştırma yapılmıştır. Modelde girişimciliği ölçmek için girişimcilik aktiviteleri ve yenilik verilerin kullanıldığı çalışmada girişimcilik aktiviteleri ve yeniliğin, ekonomik büyüme üzerinde önemli ve olumlu etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Göçer (2013), 1996-2012 dönemi 11 Asya ülkesinin verileri kullanılarak yatay kesit bağımlılığında panel veri analizi yapılmıştır. Bu analiz sonucunda gelişmekte olan ülkelerin yüksek ve sürdürülebilir ekonomik büyüme için katma değeri yüksek – ileri teknoloji ürünleri üretmesi ve ihraç etmesi gerekmektedir. Bunun içinde AR-GE harcamalarına milli gelirden daha fazla pay ayırmaları ve ileri teknoloji ürün üretimi gerçekleştirecek yüksek nitelikli iş gücünün yetiştirilmesine yönelikte eğitimde düzenlemeler yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Özdamar (2014), Türkiye'nin AB ile ticareti ve AB' ye karşı rekabet gücü endüstri içi ticaret indeksi, marjinal endüstri içi ticaret indeksi ve sektörel bilateral ticaret yoğunlaşma indeksleri ile 1996-2012 dönemi için incelemiştir. Ulaşılan sonuçlar ise, Türkiye'nin AB'ye ihracatının orta-düşük teknoloji düzeyine, AB'den ithalatının ağırlıklı ortalaması orta-ileri teknoloji düzeyine karşılık geldiğidir. Türkiye AB karşısında ileri teknoloji sanayilerin toplamı ve orta-ileri teknoloji sanayilerin toplamı ile ilgili rekabet dezavantajına, düşük teknoloji sanayilerin toplamı düzeyinde yüksek değerde, orta-düşük teknoloji sanayilerin toplamı düzeyinde ise sınır değerde rekabet gücüne sahip olduğu görülmüştür.

Taş (2017), çalışmasında küresel inovasyon kavramında eğitimin önemine vurgu yapmıştır. İnovasyon süreçlerini başarı ile gerçekleştiren ülkelerde ekonomilerinde de önemli gelişmeler

³ <http://haber.tobb.org.tr/ekonomikforum> (Erişim: 25.02.2017).

görülmüştür. Ülkemiz ise diğer ülkelerle kıyaslandığında çok geri sıralarda yer aldığı ve bunun sebebi olarak inovasyon farkındalığının toplumda yaratılmamış olması gösterilmiştir. Çözüm olarak hükümet, kurum ve kuruluşlar, akademik çevre ve sanayi kuruluşları arasında işbirliğinin olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

4.2. Ampirik Analiz

4.2.1. Veri Seti

Panel veri analizi hem zaman serilerinin hem de yatay kesit serileri kullanarak değişkenler arası ilişkiyi ekonometrik anlamda inceleyen analiz şeklidir (Baltagi, 2001). Sadece zaman ya da sadece yatay kesit verilerinin analiz yapmaya yetersiz kaldığı durumlarda panel veri analizinden faydalanılmaktadır. Panel veri analizinde kullanılan birim; kişi, ülke, firma veya ülkeleri belirtmektedir.

4.Sanayi (Endüstri) devriminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemek üzere on ülke belirlenmiştir. Bunlar; Türkiye, Japonya, Almanya, Kanada, Kore, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, Danimarka, İsviçre ve Singapur’un 2011-2016 yıllarına ait GSYH (büyüme %’si), Küresel İnovasyon Endeksi, Patent Başvuru Sayısı, AR-GE harcamaları (GSYH’nin %’si) ve Yüksek Teknoloji İhracatı (imal edilen ihracatın %’si) verileri kullanılarak panel veri analizi yapılmıştır. Ele alınan ülkeler küresel inovasyon endeksinde ilk 20’de yer alan ülkeler arasından seçilmiş, buna ek olarak Türkiye de analize dahil edilmiştir. Değişkenlere ilişkin ayrıntılı bilgiler Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3: Değişkenlerin Bilgisi

Değişkenin Adı	Açıklama	Kaynak	Tanımı
GDP	Gayrisafi Yurtiçi Hasıla	Dünya Bankası	Bir ülke sınırları içerisinde belli bir zaman içerisinde üretilen tüm nihai mal ve hizmetlerin para cinsinden değeridir.
GII	Küresel İnovasyon Endeksi	Küresel İnovasyon Endeksi	Ülkelerin yenilikçi araştırma ve ürünler için ayırdıkları kaynakları detaylı bir şekilde incelemeye olanak veren endekstir.
HTE	Yüksek Teknoloji İhracatı	Dünya Bankası	Yüksek Teknoloji içerikli sektörlerde (havacılık ve uzay, bilgisayar, elektronik, optik ve ilaç) yapılan ihracatı göstermektedir.
PA	Patent Başvuru Sayısı	Dünya Bankası	Buluş konusu olan ürünü belirli bir süre üretebilme-kullanabilme-satabilme veya ithal edebilmesi için yapılan patent başvurularının sayısını gösterir.
R&D	Ar-Ge Harcamaları	Dünya Bankası	Teknolojik gelişmeler için yapılan çalışmalara bir bütün olarak bakıldığında Ar-Ge çalışmaları olarak söylenebilmektedir. Bu çalışmalara yapılan harcamalara da Ar-Ge harcamaları denilmektedir.

Çalışmada 10 ülkenin 2011-2016 yıllarının Küresel İnovasyon Endeksi, Yüksek Teknoloji İhracatı, AR-GE Harcamaları ve Patent Başvuruları değişkenleri ele alınmıştır. Küresel İnovasyon Endeksinin oluşturulmasında iki alt endeks bulunmaktadır. Bunlar, inovasyon girdi alt endeksi ve inovasyon çıktı alt endeksi olmak üzere iki temel endeksten meydana gelmektedir. Girdi alt endeksinde kurum kuruluşlar, insan kaynağı-araştırma, altyapı, pazar gelişmişliği ve iş gelişmişliği olmak üzere beş alt başlıktan, çıktı alt endeksi ise bilgi - teknoloji çıktıları ve yenilikçi çıktılar olmak üzere iki alt başlıktan oluşmaktadır. Bu değişken ile ülkelerin inovasyon hakkında izleyecekleri politikalara yön verilebilmektedir. Yüksek Teknoloji İhracatı ile ülkeler ürettikleri ve pazarladıkları teknoloji sayesinde rekabet ortamında söz sahibi olabilmektedir. AR-GE

Harcamaları ve Patent Başvuruları ile de ülkelerin teknolojiye ve gelişmişliğe ne kadar açık olduğu saptanabilmektedir. Bu nedenle 4. Endüstri devrimi hakkındaki analizde söz konusu değişkenler tercih edilmiştir.

Küresel İnovasyon Endeksi, ülkelerin sadece sahip olduğu kapasiteleri belirtmek için değil bir ülkenin inovasyon hakkında izleyeceği politika ve uygulamaları da ele almak amacıyla oluşturulan endekstir (Savaşçı, 2017). Küresel İnovasyon Endeksi INSEAD (The Business School for The World) ve WIPO (World Intellectual Property Organization) birlikteliğinde hazırlanan bir analizdir. Bu analizde sadece Ar-Ge ve teknoloji ağırlıklı verilerden yola çıkılmamaktadır. Küresel İnovasyon Endeksinin hesaplanmasında dört ölçüm ele alınmaktadır. Bunlar; Genel Küresel İnovasyon Endeksi, girdi endeksleri, çıktı alt endeksleri ve inovasyon etkililik oranıdır (Hancıoğlu, 2016).

Yüksek teknoloji ise, genel tanımlaması yapılacak olursa gelişmiş teknoloji anlamında kullanılmaktadır. Yüksek teknoloji kavramıyla geçmiş veya gelecekte ziyade içinde bulunduğumuz zamandaki teknoloji kast edilmek istenmektedir (Akgün ve Polat, 2011). Ülkelerin farklı gelir düzeylerine ve farklı ekonomik büyüklüklere sahip olmasının temel nedeni de sahip oldukları teknoloji seviyeleri ve bunun sonucunda üretmiş oldukları farklı teknoloji seviyelerine sahip ürünlerdir. Ülkelerin bu farklılıkları kapatabilmesinin bir yolu yüksek teknoloji ürünleri üretmesi ve ihraç etmesi ile mümkün olabilmektedir.

AR-GE harcamaları verisi, OECD tarafından Ar-Ge; sistematik bir temele dayalı beşeri, toplumsal ve kültürel bilgi birikimini arttıran yaratıcı faaliyetlerin yürütülmesi ve bu bilgi birikiminin yeni uygulamalarda kullanımı şeklinde tanımlanmaktadır. AR-GE çalışmaları bilgi birikimini arttırmaya yönelik ya da mevcut olan teknolojiye ek yenilikler getirme amacıyla yapılan çalışmalardır denilebilmektedir.

AR-GE üç aşamadan meydana gelir:

- Temel araştırma; belirli bir uygulama ile şartlandırılmadan, var olan olguların üzerinde yeni bilgiler edinmek amacıyla yapılan çalışmalardır.
- Uygulamalı araştırma; belirli bir amaç uğrunda yeni bilgiler edinmek için yapılan çalışmalardır.
- Deneysel geliştirme; yapılan çalışmalardan elde edilen bilgilerle oluşturan ya da var olan hizmet veya ürünlerin üzerine yenilikler eklenerek yeniden üretilmesine yönelik çalışmaların olduğu aşamadır şeklinde tanımlanabilmektedir.

Patent Başvuruları verileri, bir ülkedeki (firma, işletme vb.) patent başvuru sayıları ne kadar fazla ise o ülkede yeniliklere, bilime ve gelişmeye verilen önemde o kadar fazla olduğunun göstergesidir. Patent başvuruları bu yeniliklerin hayata geçirilmesini sağlamaktadır. Ayrıca ülkelerin patent başvuru verilerine bakarak ülkelerin rekabet gücünü, sektörel uzmanlaşması ve üretmiş olduğu teknolojik ürün dönemlerini araştırmamızda yardımcı olabilmektedir (Bozkurt, 2016).

4.2.2. Model

Panel veri yönteminin tahmin regresyon modeli şu şekilde gösterilebilir:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Burada $t=1, \dots, T$ 'ye kadar zamanı ifade etmektedir. i yatay kesitleri ve değişkenlerin ait olduğu araştırılan ilişkilerin geçerli olduğu kütleyi ($i=1, \dots, N$) ifade etmektedir. Sabit terim içermeyen X_{it} 'de K tane değişken vardır. α_i t zaman boyunca sabit olarak alınan ve i her bir yatay kesite ait etkileri göstermektedir (Egeli ve Egeli, 2007).

Panel veri analizinde hata terimlerinin yapısına göre modeller kurulmaktadır. Bunlar; sabit etkiler (fixed effects) ve rassal etkiler (random effects) olmak üzere iki tür şeklindedir.

Sabit ve rassal etki modelleri arasındaki temel farklılık kukla değişkenlerin farklı roller üstlenmesinden kaynaklanmaktadır. Eğer kukla değişkenler sabit terimin (intercept) bir parçası olarak dikkate alınıyorsa, bu bir sabit etki modelidir. Kukla değişkenler bir hata terimi olarak dikkate alınıyorsa rassal etki modelinden söz edilebilir (Uğurlu, 2015).

Bu iki model arasındaki bir diğer fark, sabit ve zaman etkisinin açıklayıcı değişkenlerle ilişkisinin olup olmaması durumudur. Gerçekte sabit etkili tahminci ve rassal etkili tahminci modellerinin kusursuz olduğu söylenemez. Bunu şöyle açıklayabiliriz; rassal etkili tahmincinin gerçek etkinin üstünde sapmalı tahminler vermesi ve buna karşılık sabit etkili tahminci modelinin de gerçek etkinin altında tahminler vermesidir (Johnson ve Dinardo, 1997).

N'nin T'ye göre küçük olduğu bir panel verisinin bir örneğini ele almaktayız. Sadece N = 10 yatay kesit birimleri bunlar; Türkiye, Japonya, Almanya, Kanada, Kore, Birleşik Krallık, Amerika Birleşik Devletleri, Danimarka, İsviçre ve Singapur ifade etmekte iken ülkeler için T = 25 zaman serisi gözlemlerini içermektedir (Griffiths vd., 2012). Analizde ele alınan modellerden ikisi şu şekilde kurulmuştur:

$$GDP_{TÜRKİYE} = \beta_{1,TÜRKİYE} + \beta_{2,TÜRKİYE} GII_{TÜRKİYE} + \beta_{3,TÜRKİYE} HTE_{TÜRKİYE} + \beta_{4,TÜRKİYE} PA_{TÜRKİYE} + \beta_{5,TÜRKİYE} R\&D_{TÜRKİYE} + \varepsilon_{TÜRKİYE} \quad (2)$$

$$GDP_{JAPAN} = \beta_{1,JAPAN} + \beta_{2,JAPAN} GII_{JAPAN} + \beta_{3,JAPAN} HTE_{JAPAN} + \beta_{4,JAPAN} PA_{JAPAN} + \beta_{5,JAPAN} R\&D_{JAPAN} + \varepsilon_{JAPAN} \quad (3)$$

Denklem (2) ve (3), örnek olarak Türkiye ve Japonya için kurulan denklemi göstermektedir. Denklemde; GDP büyüme oranı, GII küresel inovasyon endeksi, HTE yüksek teknoloji ihracatı, PA patent başvuruları ve R&D AR-GE değişkenlerini ifade etmektedir.

4.3. Yöntem ve Bulgular

4.3.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Tablo 4: Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
GDP	2.568122	1.949136	0.286321	11.11350
GII	55.76350	7.236052	34.10000	64.80000
HTE	19.37093	12.25748	1.829741	67.43240
R&D	2.6265	0.891633	0.858010	4.277460

Tablo 4’te analizde ele alınan değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Bu sonuçlara bakıldığında, 2011-2016 yıllarına ait seçilen 10 ülkenin yıllık verileri ile yapılan analizde büyümenin 2.568; Küresel İnovasyon yani ülkelerin yeniliklere verdiği önem 55.763; yüksek teknoloji ihracatı 19.370; patent başvuruları 45329.12; AR-GE harcamaları 2.626 ortalama olarak gerçekleştiği görülmektedir. Değişkenlerin standart sapması ve maksimum, minimum değerleri de tabloda yer almaktadır.

4.3.2. Panel Birim Kök Testi Sonuçları

Ekonometrik analizi gerçekleştirmek için seçmiş olduğumuz verilerin durağan olması daha sağlıklı (sahte regresyon sorununu engellemek için) sonuçlar vereceğinden dolayı modelde

kullanılan değişkenlerin durağanlık testleri yapılmıştır. Sonuçları her bir değişken için ayrı ayrı olmak üzere verilmiştir. Her bir değişken için elde edilen durağanlık analizi sonuçları düzey ve birinci fark değerleri itibariyle Tablo 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.1: GDP Birim Kök Testi Sonuçları

	I(0) t-istatistiği	I(0) olasılık (p) değeri	I(1) t-istatistiği	I(1) olasılık (p) değeri
Levin, Li&Chu t	-7.72679	0.0000	-18.9684	0.0000
Im, Pesaran and Shin W- stat	-1.73586	0.0413	-6.42155	0.0000
ADF-Fisher Chi-square	35.3160	0.0185	54.6946	0.0000
PP-Fisher Chi-square	44.7556	0.0012	67.7477	0.0000

Tablo 4.2: GII Birim Kök Testi Sonuçları

	I(0) t-istatistiği	I(0) olasılık (p) değeri	I(1) t-istatistiği	I(1) olasılık (p) değeri
Levin, Li&Chu t	-7.97358	0.0000	-12.4877	0.0000
Im, Pesaran and Shin W- stat	-0.74038	0.2295	-4.18299	0.0000
ADF-Fisher Chi-square	27.4860	0.1221	45.2939	0.0010
PP-Fisher Chi-square	36.2670	0.0143	47.6498	0.0005

Tablo 4.3: HTE Birim Kök Testi Sonuçları

	I(0) t-istatistiği	I(0) olasılık (p) değeri	I(1) t-istatistiği	I(1) olasılık (p) değeri
Levin, Li&Chu t	-0.67527	0.2498	-2.82309	0.0024
Im, Pesaran and Shin W- stat	1.79027	0.9633	-1.88715	0.0296
ADF-Fisher Chi-square	11.4104	0.9349	30.2238	0.0663
PP-Fisher Chi-square	13.5510	0.8525	35.7171	0.0166

Tablo 4.4: PA Birim Kök Testi Sonuçları

	I(0) t-istatistiği	I(0) olasılık (p) değeri	I(1) t-istatistiği	I(1) olasılık (p) değeri
Levin, Li&Chu t	-4.13550	0.0000	-8.46704	0.0000
Im, Pesaran and Shin W- stat	0.22112	0.5875	-1.82901	0.0337
ADF-Fisher Chi-square	22.1519	0.3323	26.6080	0.1467
ADF-Fisher Chi-square	31.2312	0.0522	32.1553	0.0417

Tablo 4.5: *R&D Birim Kök Testi Sonuçları*

	I(0) t-istatistiği	I(0) olasılık (p) değeri	I(1) t-istatistiği	I(1) olasılık (p) değeri
Levin, Li&Chu t	-5.28258	0.0000	-29.7209	0.0000
Im, Pesaran and Shin W-stat	-2.01339	0.0220	--	--
ADF-Fisher Chi-square	22.2992	0.3245	39.1618	0.0003
ADF-Fisher Chi-square	31.4037	0.0501	46.6906	0.0000

Birim kök testlerinin analizi yapılırken sabitli ve trendsiz model kullanılmıştır. Bu sonuçlara göre GDP, AR-GE, Patent Başvuruları, Küresel İnovasyon Endeksi H0 hipotezini reddederek düzeyde durağan olduğu anlaşılmıştır (%1’lik değerleri için, Yüksek Teknoloji İthalatı verileri ise %10’luk değerde durağan olduğu görülmüştür).

4.3.3. Pedroni Eşbütünleşme Testi

Pedroni 1995-1997 yıllarında eşbütünleşme analizi yaparken iki değişkenli modellerden faydalanarak çok değişkenli regresyon modellerini kullanmıştır (Pedroni, 1999: 653). Pedroni’nin kullanmış olduğu tüm testler aşağıdaki denklemden elde edilen artıklardan oluşmaktadır. Bundan dolayı ilk aşama eşbütünleşme regresyonundan elde edilen artıkları hesaplanmaktadır (Pedroni, 1999: 656).

$$Y_{i,t} = \alpha_i + \delta_{it} + \beta_{1i}X_{1i,t} + \beta_{2i}X_{2i,t} + \dots + \beta_{mi}X_{mi,t} + e_{i,t} \quad t=1, \dots, N \quad m=1, \dots, M \quad (4)$$

Panel Eşbütünleşme testinde dördü grup içi üçü gruplar arası yaklaşım olmak üzere toplam yedi farklı yaklaşımla eşbütünleşme durumu test edilmiştir. Sonuçlar büyüme değişkeninin verileri ile her bir değişkenin sınanması şeklinde ayrı ayrı tablolar halinde gösterilmiştir. Bu test için hipotezlerimiz;

H₀: Seriler Arasında Eşbütünleşme Yoktur.

H₁: Seriler Arasında Eşbütünleşme Vardır.

GDP ve Küresel İnovasyon Endeksi Sonuçları

GDP ve Küresel İnovasyon Endeksi verileri arasında eş bütünleşme testine bakıldığı zaman 7 kriterden sadece birinde H₀ reddedilememiştir (0.71351 >0.05).

Tablo 5: *Gdp ve Küresel İnovasyon Endeksi Verilerinin Eşbütünleşme Testi Sonuçları*

Pedroni Eşbütünleşme Testi	Test İstatistiği	Olasılık (p)
Panel v-İstatistiği	3.607747	0.0002
Panel rho-istatistiği	-2.335548	0.0098
Panel PP-İstatistiği	-4.998192	0.0000
Panel ADF-İstatistiği	-4.224782	0.0000
Group rho-İstatistiği	0.563573	0.7135
Group PP-İstatistiği	-6.189724	0.0000
Group ADF-İstatistiği	-4.727773	0.0000

GDP ve Yüksek Teknoloji İhracatı Sonuçları

GDP ile Yüksek Teknoloji İhracatı verileri arasında eş bütünleşmeye baktığımızda 7 kriterden sadece birinde H_0 hipotezini reddedemediğimiz görülmektedir ($0.7192 > 0.05$).

Tablo 5.1: *Gdp ve Yüksek Teknoloji İhracatı Verilerinin Eşbütünleşme Testi Sonuçları*

Pedroni Eşbütünleşme Testi	Test İstatistiği	Olasılık (p) Değeri
Panel v-İstatistiği	1.643745	0.0501
Panel rho-İstatistiği	-2.004019	0.0225
Panel PP-İstatistiği	-4.445262	0.0000
Panel ADF-İstatistiği	-3.715974	0.0001
Group rho-İstatistiği	0.580433	0.7192
Group PP-İstatistiği	-5.862301	0.0000
Group ADF-İstatistiği	-4.650202	0.0000

GDP ile Patent Başvurusu Sonuçları

GDP ile Patent Başvurusu verisi için 7 kriterden sadece 4 kriterde H_0 hipotezi reddedilebilmektedir.

Tablo 5.2: *Gdp ve Patent Başvurusu Verilerinin Eşbütünleşme Testi Sonuçları*

Pedroni Eşbütünleşme Testi	Test İstatistiği	Olasılık (p) Değeri
Panel v-İstatistiği	-0.532741	0.7029
Panel rho-İstatistiği	-1.190592	0.1169
Panel PP-İstatistiği	-3.480706	0.0003
Panel ADF-İstatistiği	-2.827074	0.0023
Group rho-İstatistiği	0.560768	0.7125
Group PP-İstatistiği	-6.428830	0.0000
Group ADF-İstatistiği	-5.256371	0.0000

GDP ile AR-GE Harcamaları Sonuçları

GDP ile AR-GE Harcamaları arasında eş bütünleşmeye bakıldığında 7 kriterden 5'inde H_0 hipotezini reddedebilmekteyiz.

Tablo 5.3: *Gdp ve Ar-Ge Harcamaları Verilerinin Eşbütünleşme Testi Sonuçları*

Pedroni Eşbütünleşme Testi	Test İstatistiği	Olasılık (p) Değeri
Panel v-İstatistiği	1.511848	0.0653
Panel rho-İstatistiği	-2.012826	0.0221
Panel PP-İstatistiği	-7.013004	0.0000
Panel ADF-İstatistiği	-5.662305	0.0000
Group rho-İstatistiği	0.746798	0.7724
Group PP-İstatistiği	-6.428830	0.0000
Group ADF-İstatistiği	-5.781057	0.0000

4.3.4. Panel Regresyon Analizi Sonuçları

Klasik model tahmin sonuçları Tablo 7’ de verilmiştir:

Tablo 6: *Panel Veri Analizi Klasik Modelin Tahmin Sonuçları*

Değişkenler	Katsayı	t istatistiği	Olasılık (p) Değeri
Sabit	13.50575	7.199221	0.0000
GII	-0.180862	-4.670241	0.0000
HTE	0.072408	2.858451	0.0066
PA	-1.70E-07	-0.062569	0.9504
R&D	-0.805070	-2.933746	0.0054
R ²	0.510424		
D-W İst.	1.395869		
F-İst.	0.000004		

Tablo 6’da kurmuş olduğumuz klasik modelden elde edilen tahmin sonuçlarına göre değişkenlerin modeli açıklama gücü R2 %51 olarak tahmin edilmiştir. Bu durum bize bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklama gücünü vermektedir. Sabit değişken ve diğer bağımsız değişkenler(patent başvuruları hariç) olasılık değerleri 0.05 anlamlılık düzeyinden küçük olduğu için GDP (ekonomik büyüme)’yi etkilediği söylenilebilmektedir.

Tablo 7: *Panel Veri Analizi Sabit Etkili Modelin Tahmin Sonuçları*

Değişkenler	Kesite Bağlı Sabit Etki			Zamana Bağlı Sabit Etki			İki Yönlü Sabit Etki		
	Kats.	t ist.	p	Kats.	t ist.	P	Kats.	t ist.	p.
Sabit	21.43703	1.852412	0.0729	13.64094	7.237440	0.0000	23.83049	1.518653	0.1397
GII	-0.183094	-1.214372	0.2332	-.180850	-4.684965	0.0000	-0.125996	-0.719995	0.4773
HTE	-0.317080	-0.801689	0.4285	0.073873	2.950611	0.0054	-0.437141	-0.963776	0.3431
PA	5.35E-05	1.322724	0.1950	-3.06E-07	-0.114422	0.9095	3.25E-05	0.858866	0.3975
R&D	-1.943780	-0.770272	0.4466	-.864866	-3.177576	0.0029	-2.836747	-1.213034	0.2349
R ²	0.729299			0.572886			0.804706		
D-W İst.	2.434569			1.247263			2.506600		
F-İst.	6.838912			6.371158			7.029076		
F-İst (olasılık)	0.000004			0.000031			0.000003		

Tablo 7’de sabit etkili modelin sonuçları bulunmuştur. Kesite bağlı sabit etkili modelde R2 %72 olarak tespit edilmiştir. Bu durum sabit değişkende dahil olmak üzere bağımsız değişkenlerin modeli açıklama gücünü bize vermektedir. Sabit değişken ve bağımsız değişkenlerin olasılık değerlerine baktığımızda değişkenlerin 0.05’ten büyük yani anlamsız (Sabit değişken %10 düzeyinde anlamlıdır) olduğu sonucunu elde etmekteyiz. F istatistiği olasılık değerine baktığımızda tüm değişkenlerin topluca istatistiki olarak anlamlı olduğunu görülmektedir.

Zamana bağlı sabit etkili modelde ise R2 %57 olarak tespit edilmiştir. Yani sabit değişkende dahil olmak üzere bağımsız değişkenlerin modeli açıklama gücünü bize vermektedir. Sabit değişken ve bağımsız değişkenlerin olasılık değerlerine bakıldığında değişkenlerin 0.05’ten küçük (patent başvuruları değişkeni haricinde) yani anlamlı olduğu sonucunu elde etmekteyiz. F istatistiği olasılık değerine baktığımızda tüm değişkenlerin topluca istatistiki olarak anlamlı olduğunu görülmektedir.

Son olarak iki yönlü sabit etki modeline bakacak olduğumuzda, R2 %80 olarak elde edilmiştir. Bu durum sabit değişkende dahil olmak üzere bağımsız değişkenlerin modeli açıklama gücünü bize

vermektedir. Sabit değişken ve bağımsız değişkenlerin olasılık değerlerine baktığımızda 0.05'ten büyük değerler elde etmiş olmamız anlamsız olduğu şeklinde yorumlanmaktadır.

Tablo 7.2: *Panel Veri Analizi Rassal Etkili Modelin Tahmin Sonuçları*

Değişkenler	Kesite Bağlı Rassal Etki			Zamana Bağlı Rassal Etki		
	Kats.	t ist.	p	Kats.	t ist.	p
Sabit	13.11668	4.344570	0.0001	13.50575	7.331467	0.0000
GII	-0.167421	-2.665149	0.0109	-0.180862	-4.756031	0.0000
HTE	0.066455	1.545227	0.1298	0.072408	2.910959	0.0057
PA	3.76E-07	0.075096	0.9405	-1.70E-07	-0.063718	0.9495
R&D	-0.903927	-1.855653	0.0705	-0.805070	-2.987637	0.0047
R ²	0.276007			0.510424		
D-W İst.	2.038630			1.395869		
F-İst.	4.002898			10.94713		
F-İst.(olasılık)	0.007703			0.000004		

Tablo 7.2' de oluşturulmuş olan modelden ilk olanı kesite bağlı rassal etki modelidir. Kesite bağlı rassal etki modelinde R² %27 olarak tespit edilmiştir. Bu durum sabit değişkende dahil olmak üzere bağımsız değişkenlerin modeli açıklama gücünü bize vermektedir. Sabit değişken ve bağımsız değişkenlerin olasılık değerlerine baktığımızda değişkenlerin sabit değişken ve Küresel İnovasyon Endeksi değişkeni dışındaki değişkenler 0.05'ten büyük yani anlamsız olduğu sonucunu elde etmekteyiz. F istatistiği olasılık değerine baktığımızda tüm değişkenlerin topluca istatistiki olarak anlamlı olduğunu görülmektedir.

Zamana bağlı rassal etki modelinde R² %51 olarak tespit edilmiştir. Bu durum sabit değişkende dahil olmak üzere bağımsız değişkenlerin modeli açıklama gücünü bize vermektedir. Sabit değişken ve bağımsız değişkenlerin olasılık değerlerine baktığımızda sadece patent verisinin değişkeninin 0.05'ten büyük yani anlamsız olduğu sonucunu elde etmekteyiz. F istatistiği olasılık değerine baktığımızda tüm değişkenlerin topluca istatistiki olarak anlamlı olduğunu görülmektedir.

4.3.5. Hausman Testi

Hausman testi ile 'sabit etkili mi yoksa rassal etkili mi modelin kullanılması tercih edilmelidir?' sorusunun cevabını bulabilmek için panel veri analizinde kullanılmakta olan testtir. Bu testler için kullanılan hipotezler şöyledir:

$$H_0: E(\alpha_i x_i) = 0 \quad (\alpha_i) \text{ ile açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon yok.} \quad (5)$$

$$H_1: E(\alpha_i x_i) \neq 0 \quad (\alpha_i) \text{ ile açıklayıcı değişkenler arasında korelasyon var.} \quad (6)$$

şekindedir. Eviews 9 programı ile yapılan Hausman testi sonucu aşağıda yer almaktadır.

Tablo 8: *Hausman Testi Sonuçları*

Correlated Random Effects - Hausman Test			
Equation: Untitled			
Test period random effects			
Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. df.	Prob.
Period random	51.411989	4	0.0000

Ki-kare bir serbestlik derecesinde %1 anlamlılık düzeyinde tablo değeri 13.277 'tir. Buna göre Hausman test istatistiği ile hesaplanan ki-kare değeri 51.411989'dur. Tablo değerinden hesaplanan

değer büyük olduğu için sıfır hipotezi reddedilmektedir ve sabit etkiler modelinin geçerli olduğu sonucuna varılmaktadır.

4.3.6. Nedensellik Analizi Sonuçları

Tablo 9: Granger Nedensellik Sonuçları

Değişkenler	F İstatistiği	Olasılık	Gecikme	Gözlem Sayısı
GII → GDP	0.03475	0.9659	2	40
GDP → GII	3.69728	0.0349	2	40
HTE → GDP	0.59209	0.5586	2	40
GDP → HTE	0.45815	0.6362	2	40
PA → GDP	0.11511	0.8916	2	40
GDP → PA	0.22013	0.8035	2	40
RD → GDP	1.75635	0.1960	2	27
GDP → RD	2.27939	0.1260	2	27
HTE → GII	0.21579	0.8070	2	40
GII → HTE	0.81357	0.4515	2	40
PA → GII	7.14449	0.0025	2	40
GII → PA	0.06580	0.9364	2	40
RD → GII	0.09930	0.9059	2	27
GII → RD	0.21333	0.8095	2	27
PA → HTE	0.02751	0.9729	2	40
HTE → PA	0.00927	0.9908	2	40
RD → HTE	0.24042	0.7883	2	27
HTE → RD	1.26254	0.3026	2	27
RD → PA	0.82924	0.4496	2	27
PA → RD	0.02578	0.9746	2	27

Tablo 9’da değişkenler arası nedensellik sınaması yapılmıştır. Test sonuçlarına baktığımızda GDP’nin Küresel İnovasyon Endeksinin nedeni olduğu ayrıca Patent Başvuruları verisinin de Küresel İnovasyon Endeksinin nedeni olduğunu olasılık değerlerinin 0.05’ten küçük olması sebebiyle anlaşılmaktadır.

5. Sonuç

Yapmış olunan ekonometrik analizde değişkenlerin durağanlıkları test edilmiş nedensellik ilişkisinde GDP değişkeni Küresel İnovasyon Endeksinin ayrıca Patent Başvuruları değişkeni de Küresel İnovasyon Endeksinin nedeni olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Hausman testi ile de kullanılması gereken modelin sabit etkiler modeli olduğu anlaşılmıştır.

Dünya ekonomisine ve ülkemiz ekonomisine baktığımızda kültürel, sosyal, siyasal ekonomimizi etkileyen birçok olay yaşanmıştır. Tarihte yaşanmış olan sanayi devrimleri de bu olaylara örnek olmaktadır. Temelini insan-makineleşme üzerine atan 4.Sanayi devriminde akıllı fabrikalar, teknolojik ilerlemelerin getirmiş olduğu verimli üretim seçenekleri kullanılarak ekonomide en verimli üretim sağlanmalıdır. Ancak Türkiye gibi sermaye fakiri – emek zengini bir ülkede sermaye yoğun yatırımların artması sonucunda teknoloji düzeyinin yükselmesi gerçekleşebilecektir (Şahin, 2007).

Çalışmadan elde edilen diğer bir sonuç ise, Endüstri 4.0 hayatımızı olumlu ve olumsuz getirileri ile insanoglunu etkileyeceğidir. Üretim, zamandan ve maliyetten tasarruf yapmamızı sağlayacakken aynı zamanda donanımlara sahip olacağımız bir dönem olacaktır ve dördüncü sanayi devrimine girecek ülkelerde belli meslek gruplarının da işsizlikle karşı karşıya kalacağı bir

riskli dönem oluşacaktır. Oluşabilecek bu risk, 4. Sanayi devriminde dile getirilen bir kavram olan inovasyon ile özel ve kamu işbirliğinde ekonomide uygun politikalar uygulanarak aşılabılır.

Ülke olarak 4. Sanayi devrimi ile birlikte yaşanacak olumsuz durumları lehimize çevrilebilecek durumlar haline getirebilmek için gereken donanımları sağlamak, bulunduğumuz jeopolitik konumun avantajlarından yararlanarak gelişen teknolojiye ayak uydurmak üzerimize şunda ve gelecek dönemler için üzerimize düşen görev olacaktır. Bunun için AR-GE çalışmalarını, aynı şekilde akademide bu alanda yapılan ve yapılacak çalışmaları desteklememiz, tüketen toplum olmaktan sıyrılıp daha çok üreten toplum olmaya önem veren ülke olursak dördüncü sanayi devriminde gelişmekte olan ülke statüsünden çıkabilir gelişmiş ülkeler ve dijital dünyadaki gelişmeler yakalanabilir.

Kaynakça

- Akgün, E. A., & Polat, V. (2011). Teknoloji belirsizliği, pazar belirsizliği ve rekabetçi dalgalanma ekseninde yüksek teknoloji pazarlaması: Kavramsal bir çalışma. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13 (21), 29-36.
- Alçın, S. (2016). Üretim için yeni bir izlek: Sanayi 4.0. *Journal of Life Economic*, 3(2), 19-30.
- Baltagi, B. H. (2001). *Econometric analysis of panel data* (2nd ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Bozkurt, K. (2016). Patent verileri ve teknolojik sınıflama sistemleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 65-80.
- Burmaoğlu, S. (2012). Ulusal inovasyon göstergeleri ile ulusal lojistik performansı arasındaki ilişki: AB ülkeleri üzerine bir araştırma. *Ege Akademik Bakış*, 12(2), 193-208.
- Çalık, D., & Çınar, Ö. P. (2009). Geçmişten Günümüze Bilgi Yaklaşımları Bilgi Toplumu ve İnternet". *Başkent Üniversitesi XIV. Türkiye'de İnternet Konferansı Bildirileri*, 77-88.
- Durgun, Ö. D., & Büyükbayrak G. (2016). Sıra geldi robot hukukuna, Boğaziçi'nden haberler.
- Ege B. (2014). 4.endüstri devrimi kapıda mı?. *Bilim Teknik Dergisi*, Mayıs, 26-29.
- Egeli, H. A., & Egeli, P. (2007). İhracat-millî gelir ilişkisi: Asya ülkeleri üzerine panel veri analizi. *38. ICANAS*, 101-118.
- EKOIQ. (2014). "Akıllı" yeni dünya dördüncü sanayi devrimi endüstri 4.0: Bilişimin endüstri ile bulunduğu yer Türkiye "akıllı" üretime hazır mı?. *EKOIQ Dergisi Özel Eki*, Aralık, 1-17.
- Eren, A. (2008). *Türkiye ekonomisi*. Bursa: Ekin Yayınevi.
- Ersoy, A. R. (2016). Türkiye'nin de Rehberi Olmaya Hazırlanıyoruz. Ekonomik Forum. http://haber.tobb.org.tr/ekonomikforum/2016/259/016_027.pdf (Erişim: 15.02.2017), 16-27.
- Göçer, İ. (2015). AR-GE harcamalarının yüksek teknolojili ürün ihracatı, dış ticaret dengesi ve ekonomik büyüme üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi*, 165, 215-240.
- Green, R. T., & Lutz, J. M. (1980). U.S. high-technology export/import performance in three industries. *Journal of International Business Studies*, 11 (2), 112-117.
- Güloğlu, T., & Sertkan, M. (2003). Yeni teknolojilerin çalışma ilişkilerine etkileri. *Kamu-İş*, 7(2), 1-13.
- Hancıoğlu, Y. (2016). Küresel inovasyon endeksini oluşturan inovasyon girdi ve çıktı göstergeleri arasındaki ilişkinin kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi: OECD örneği. *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16 (4), 131-157.

- Küçükalay, M. A. (1997). Endüstri devrimi ve ekonomik sonuçlarının analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 2, 51-68.
- Lee, J. W., & Hong, K. (2010). Economic growth in Asia: Determinants and prospects. *Manila: Asian Development Bank Economics Working Paper Series*, No. 220.
- Özdamar, G. (2014). İmalat sanayisinde Türkiye’nin AB ile ticaretinin yapısı ve rekabet gücü: Teknoloji düzeylerine göre bir inceleme. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 41, 11-30.
- Pedroni, P. (1999). critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economic and Statistics*, Özel Sayı, 653-670.
- Savaşçı, D. (2017). Küresel inovasyon endeksi. *Adana Sanayi Odası*, 1-11.
- Schwab, K. (2016). *Dördüncü sanayi devrimi* (Z. Dicleli, Çev.). Optimist Yayınları.
- Şahin, H. (2007). *Türkiye ekonomisi*. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Taş, S. (2017). İnovasyon, eğitim ve küresel inovasyon endeksi. *Bilge Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 99-123.
- Tüsiad. (2016). Türkiye’nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olan sanayi 4.0, Mart, 1-15.
- Uğurlu, E. (2015). Panel Veri Ekonometrisi Üzerine Genel Bakış, https://www.researchgate.net/publication/281647166_Panel_Veri_Ekonometrisi_Uzerine_Genel_Bakis (Erişim: 18.02.2017).
- Uzay, N., Demir, M., & Yıldırım, E. (2012). İhracat ve performansı açısından teknolojik yeniliğin önemi: Türkiye imalat sanayi örneği. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 13(1), 147-160.
- Yılmaz, F. (2016). Üretim Süreçlerinde Devrim ve Endüstri 4.0, <http://acikerisim.fsm.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11352/2337/Y%20c4%b1lmaz.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Erişim: 18.02.2017).