

İnovasyon Performansı ve Endüstri 4.0'ın Adaptasyonu: Avrupa'daki KOBİ'ler için Bir Çalışma

Derya FINDIK*

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı Endüstri 4.0 ve inovasyon performansı arasındaki ilişkiyi incelemektir.

Yöntem: Endüstri 4.0 ile inovasyon performansı arasındaki ilişki 2020 yılında gerçekleştirilen Eurobarometer-SMEs, Start-ups, Scale-ups, and Entrepreneurship veri tabanında bulunan 16365 firmaya ait gözlemler kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada betimleyici istatistiklerin yanı sıra bağımlı değişkenlerin kategorik değişken olmasına bağlı olarak çok terimli lojistik regresyon yöntemi (multinomial lojistik regresyon) kullanılmıştır.

Bulgular: Endüstri 4.0 ile inovasyon performansı arasındaki ilişki tüm inovasyon türleri için pozitifdir.

Sonuç ve Öneriler: Endüstri 4.0 uygulamalarının firmaların iş süreçlerine giderek daha yoğun bir şekilde dahil olması, firmaların bu süreçleri uygularken yeni teknolojilerin gerektirdiği inovasyonlar yapmaya zorlamaktadır. Tüm karar süreçlerinde üst yönetim desteğinin ne ölçüde önemli olduğu dikkate alınırsa firma yöneticilerinin yeni teknolojileri yakından izlemesi ve gerektiğinde bu gelişmeleri takip eden bir ekip oluşturması gereklidir. Ek olarak, firma çalışanlarının da yeni teknolojilerin onları işsizleştireceği kaygısından arınarak bu teknolojilerin gerektirdiği yeni beceri ve yetkinliklere sahip olması üst yönetim tarafından desteklenmelidir.

Özgünlük: Mevcut literatürde inovasyon performansı ve Endüstri 4.0 arasındaki ilişkiyi bu çalışmadaki şekilde inceleyen çalışmaların sayısı kısıtlıdır. Mevcut çalışmalar veri kısıtından kaynaklı olarak tek ülke düzeyinde yürütülmüştür. Farklı olarak, bu çalışmada hem AB ülkeleri hem de aday ülkelerin olduğu güncel bir veri seti kullanılmıştır. Ayrıca, inovasyonun sıklıkla kullanılan türlerinin dışında çevresel inovasyon ve sosyal inovasyonlar da çalışmaya dahil edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: inovasyon, performans, Endüstri 4.0, KOBİ, EU.

JEL Kodları: L,86, O32, O35, Q55.

Innovation Performance and Adaptation of Industry 4.0: Evidence of European SME's

ABSTRACT

Purpose:The aim of this study is to examine the relationship between Industry 4.0 and innovation performance.

Method: The relationship between Industry 4.0 and innovation performance was examined using the observations of 16365 companies in the Eurobarometer-SMEs, Start-ups, Scale-ups, and Entrepreneurship database carried out in 2020. In addition to descriptive statistics, the Multinomial Logistic Regression method was used in the study due to the categorical variables of the dependent variables.

Findings: The relationship between Industry 4.0 and innovation performance is positive for all innovation types.

Practical Implications: The increasing use of Industry 4.0 applications in the business processes forces firms to make innovations required by new technologies in these processes. In a system where top management support is so important in all decision making processes, managers should closely monitor new technologies and form a team that follows these developments when necessary. Additionally, senior management should support the employees who are concerned about the future of their jobs, to have the new skills and competencies required by these technologies.

Originality: The number of studies examining the relationship between innovation performance and Industry 4.0 in the current literature is limited. Existing studies were conducted at a single country level due to data constraints. In contrast, a current dataset including both EU countries and candidate countries was used in this study. In addition to the frequently used types of innovation, environmental innovation and social innovations are also included in the study.

Keywords: innovation, performance, Industry 4.0, SME, EU.

JEL Codes: L86, O32, O35, Q55.

* Doç.Dr., Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, İşletme Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Ankara, Türkiye, dfindik@aybu.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3002-4391>

1. Giriş

Günümüzde üretimin giderek dijitalleşmeye doğru ilerlediği gözlemlenmektedir. Üretimde dijitalleşme kendisini Endüstri 4.0 teknolojileriyle göstermektedir. Bu teknolojiler arasında yapay zekâ, büyük veri, akıllı sistemler, 3 boyutlu yazıcılar ve nesnelerin interneti gibi teknolojiler bulunmaktadır. Endüstri 4.0, 4. Endüstri Devrimi ya da 4. Sanayi Devrimi terimi ilk olarak 2011 yılında Almanya Hannover Fuarı'nda kullanılırken kısa bir süre sonra Robert Bosch GmbH ve Henning Karger'ın başlattığı çalışma grubuyla yine aynı adı alan bir rapor hazırlanarak Alman Federal Hükümeti'ne sunulmuştur. Endüstri 4.0'ın en önemli özelliği, üretimin dijitalleştirilmesidir. Sadece farklı bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) arasında değil aynı zamanda BİT'ler ile makineler, ürünler, cihazlar ve çevrimiçi içerik gibi üretim tesisleri arasındaki bağlantıyı otonom bir sistemle kurgular (Sarbu, 2022).

İnovasyon türleri ise temelde ürün, süreç, organizasyonel ya da örgütsel inovasyon ve pazarlama inovasyonları biçiminde çeşitlendirilmektedir (OECD, 2018). Ürün ve süreç yenilikleri genel olarak tamamen yeni ürün veya süreç üretimini ifade eder. Bu nitelikteki inovasyonlar radikal olarak adlandırılırlar. Bunun temel nedeni bu ürünlerin ortaya çıkmasıyla bir önceki ürünün piyasadan büyük ölçüde kaybolmasıdır. Bazı ürün inovasyonları ise artımsal niteliktedir ve bu tür inovasyonlar mevcut üründe ufak iyileştirmeleri içerir. Organizasyonel inovasyonlar işlerin yapılış biçimlerindeki değişimleri ifade ederken pazarlama inovasyonları bir ürünün piyasaya sunum biçimlerinde kullanılan yeni teknik ve çözümleri kapsamaktadır. Bununla birlikte son yıllarda iki önemli inovasyon türü olan çevresel inovasyon ve sosyal inovasyon da sınıflandırmaya eklenmiştir. Çevresel inovasyonlar teknolojik inovasyonlardan farklı olarak çevre için değer yaratan yeni ürün ve süreçleri üretmeyi hedeflemektedir. Sosyal inovasyonda ise sosyal fayda yaratmak ön plandadır.

Literatürde Endüstri 4.0 ve inovasyon performansı arasındaki ilişki son yıllarda incelenmeye başlamıştır (Tirgil ve Fındık, 2022; Arias Perez ve Jaramillo, 2022). Yapılan çalışmalar ekseriyetle ülke düzeyindedir. Bu çalışmada farklı olarak gerek AB'ye üye ülke gerekse aday ülkelerin yer aldığı büyük bir örneklem üzerinde çalışılarak güncel bir veri seti kullanılmış ve inovasyon türleriyle Endüstri 4.0 arasındaki ilişki araştırılmıştır. Ek olarak bu çalışmada, sosyal inovasyon ve çevresel inovasyonlara da yer verilmektedir. Mevcut yazında bu açıdan önemli bir boşluk bulunmaktadır (Arias-Perez ve Jaramillo, 2022).

Çalışmada yer alan bölümler şöyle sıralanmaktadır. Bir sonraki bölümde Endüstri 4.0'ın benimsenmesi ve Endüstri 4.0 ile inovasyon performansı arasındaki ilişkiyi inceleyen literatür ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ise çalışmada kullanılan veri seti ve model açıklanmıştır. Dördüncü bölümde tahmin sonuçları özetlenmiştir. Son bölümde ise çalışmanın sonuçları tartışılmıştır.

2. Kavramsal Çerçeve

2.1. Endüstri 4.0'ın Benimsenmesi

Endüstri 4.0, büyük veri, IoT, siber-fiziksel sistemler, 3D, bulut bilişim, blok zinciri teknolojileri ve RFID teknolojileri gibi çeşitli teknolojileri içerir. Endüstri 4.0 yardımıyla teknolojiler, ürün üretim süreci boyunca izlenebilir. Kavram, üretim teknolojilerinde otomasyon ve veri alışverişi faaliyetlerini ifade eder. İlk olarak 2011 yılında imalat endüstrisinde Alman rekabet gücünü artırmak için duyurulmuştur. Frank vd. (2019), Endüstri 4.0'ın, gelişmekte olan birkaç teknolojinin dijital çözümler sağlamak için birleştirildiği yeni bir endüstriyel aşama olarak kabul edildiğini tespit etmiştir. Bu teknolojilerin nasıl uygulandığını incelemek için 92 imalat firmasında yürütülen çalışmada, Endüstri 4.0'ın Akıllı Üretimin yürütülmesinde merkezi bir rol oynadığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca, büyük veri ve analitik uygulamalarının hala düşük düzeyde olması nedeniyle, bu teknolojilerin gerektirdiği iş süreçlerinin yürütülmesinde bu firmaları zorladığı tespit edilmiştir.

Endüstri 4.0'ın benimsenmesini daha iyi anlamak için teknoloji kabul modellerinin iyi kavranması gerekir. Bu bağlamda yeni bir teknolojinin kabulü ve toplum düzeyinde yayılmasına ilişkin yapılan ilk çalışma Everett Rogers tarafından yazılan ve 1962 senesinde ilk baskısını yapan "The Diffusion of Innovation" (Teknolojinin Yayılımı) isimli çalışmadır. Burada teknolojinin toplumdaki yayılma hızı S eğrisiyle gösterilmiş ve bu eğriye şeklini veren en önemli faktörün teknoloji ilk ortaya çıktığında onu benimseyen ilk kullanıcılar ile potansiyel kullanıcılar arasındaki etkileşim olduğunu ifade edilmiştir. Bu model hem klasik benimseme teorilerine hem de günümüzdeki birçok modelin dayandığı modern benimseme teorilerine öncülük etmiştir. Teknolojinin benimsenmesini belirleyen faktörler ilk modellerde kullanıcılar arasındaki etkileşim veya medya araçlarıyla öğrenme gibi kısıtlı sayıda değişken ile açıklanırken zaman içerisinde başka faktörlerin de önemli rol oynadığı ortaya çıkmıştır.

Günümüzde yeni teknolojiler olarak adlandırabileceğimiz Endüstri 4.0 teknolojileri özellikle firmaların odağı haline gelmiştir. Bunun temel sebebi bu tek-

nolojilerin kullanımıyla vaad edilen performans artışlarıdır. Rogers ve Williams (1983) teknolojinin yayılımını 5 aşamada inceler. Bunlar; farkındalık, ilgi, inceleme, test etme ve benimsemedir. Bu noktadan hareketle ülke düzeyinde yapılan anket çalışmaları ilk aşama olan farkındalık ve ilgiyi ölçmeye yönelmiştir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2018). Çoğu zaman sorular “Endüstri 4.0 teknolojilerini duyduunuz mu ya da bu teknolojilerden haberdar mısınız?” biçiminde ele alınmaktadır. Ya da “bu teknolojileri benimsemeyi düşünür müsünüz?” gibi niyeti ölçen sorulardır. Söz konusu yeni teknolojiler olduğunda benimsemenin hızı üst yönetim desteğiyle şekillenmektedir. Üst yönetim tarafından fayda ve maliyetleri hesaplanarak (incele aşaması) faydaları olduğuna ikna olduğunda teknoloji öncelikle birkaç departmanda ve birkaç uygulama için test edilir (test aşaması). Bu aşamadan sonra da yavaş yavaş diğer tüm departmanlara yayılarak iş süreçlerine uyarlanır (adaptasyon).

Agostini ve Nosella (2019) firma çalışanlarının özümseme kapasitesi yüksekse ve güçlü bir üst yönetim desteği varsa KOBİ’lerin yeni teknolojileri daha hızlı bir şekilde benimsediğini göstermiş ve sahip olduğu firma içi ve dışı sosyal sermayenin benimseme hızında belirleyici olduğu sonucuna varmıştır. Endüstri 4.0’ın firma düzeyinde benimsenmesine yönelik bir başka çalışmada Horváth ve Szabo (2019), Dördüncü Sanayi Devrimi’nin imalat firmalarına teknolojik, örgütsel ve yönetim açısından önemli zorluklar getirdiği sonucuna varmışlardır. İlgili çalışma, üst düzey yöneticilerin Endüstri 4.0 kavramını, yeni teknolojileri benimsemeyi motive eden faktörleri ve Endüstri 4.0’ın önündeki temel engelleri nasıl yorumladıklarını ele almıştır. Ek olarak, üst yöneticilerin yer aldığı 26 yarı yapılandırılmış görüşmeyi içeren nitel bir vaka çalışması tasarlanmış, sonuçların güvenilirliğini ve geçerliliğini artırmak için firmanın internet siteleri ve faaliyet raporları da incelenmiştir.

Araştırmacılar, iş süreçleri üzerinde kontrolü artırma ve gerçek zamanlı performans ölçümünü etkinleştirme arzusunun, üretim faktörlerinin yanı sıra Endüstri 4.0’ın arkasında da önemli bir itici güç olduğunu bulmuşlardır. Hem alt hem de orta kademe yönetim seviyelerindeki örgütsel direnç, Endüstri 4.0 teknolojilerinin benimsenmesini önemli ölçüde engelleyebilir, ancak bu teknolojiler yönetim işlevlerini de değiştirebilir. Örgütsel direncin kırılmasında nitelikli işgücü de en az üst yönetim desteği kadar rol oynamaktadır. Coro ve Volpe (2020) benzer şekilde insan sermayesinin kalitesinin teknolojinin benimsenmesiyle pozitif ilişkili olduğunu göstermektedir. Beşerî sermayenin kalitesini ölçmek için kullanılan tüm çalışanlar içinde üniversite mezunlarının yüzdesi ve yüksek vasıflı işçilerin yüzdesi teknoloji-

lerin benimsenmesi için insan sermayesinin gerekli olduğu argümanını güçlendirmektedir. Ayrıca dijital kullanıcılar, dijital kullanıcı olmayanlara göre daha yüksek vasıflı ve eğitimli çalışanlar tarafından temsil edilmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, dijital kullanıcıların çoğunlukla vasıflı ve eğitimli işçileri işe aldığını da göstermektedir. Guarascio ve Pianta (2017) bunu destekleyen çalışmalarında, firma içi kaynakların teknolojik yeniliğin benimsenmesine yönelik güçlü bir itici gücü temsil ettiğini göstermektedir.

Yeni teknolojilerin benimsenmesinde yönetim desteği ve beşerî sermaye kadar firmanın uluslararası piyasalarda aktif bir oyuncu olması da önemli rol oynar. Dahil olduğu uluslararası ağlar sayesinde faaliyet gösterdiği alanla ilgili en güncel gelişmeleri ve teknolojileri öğrenme imkânı yakalar. Şirketlerin dijital teknolojileri benimsemesi, ithalat ve/veya ihracat faaliyetlerinin varlığıyla ölçülen uluslararası pazarlara katılımlarıyla bağlantılıdır (Corò ve Volpe, 2020). Uluslararasılaşma dijital teknolojilerin benimsenmesinin hem sonucu hem de bu teknolojilerle ilgili en güncel bilgiye erişmek noktasında önemli bir ön koşuldur. Bir yandan uluslararası nihai pazarlardaki yoğun rekabet, ancak dijitalleşme ile sağlanabilecek esneklik ve verimlilik seviyelerini gerektirirken diğer yandan, firmaların küresel tedarik zincirine entegre olmaları için artan ihtiyaç, onları küresel alıcılarla teknolojik hazırlıklarını sürdürmeye zorlamaktadır.

Bir başka çalışmada, Dachs vd. (2019), üretim faaliyetlerinin düşük maliyet, yüksek kalite ve hızlı temin için ülke içindeki şirketlere yaptırılması (backshoring) ile Endüstri 4,0 olarak da bilinen dijital üretim teknolojileri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Endüstri 4.0'ın backshoringi desteklediğini bulmuş ve bu teknolojiler sayesinde üretimin daha yüksek bir üretkenlik ve esneklik sağladığını ifade etmişlerdir. Çalışma Avusturya, Almanya ve İsviçre'den 1700 imalat firmasının yer aldığı geniş bir veri setine dayanmaktadır. Backshoring her ne kadar tüm firmaların yaklaşık %4'ünün kullandığı nadir gözlenen bir durum olsa da betimleyici istatistikler ve regresyon sonuçları, Endüstri 4.0 teknolojilerinin benimsenmesi ile şirketlerin backshoring eğilimleri arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ancarani vd. (2019) ise backshoring şirketlerinin yeni teknolojileri benimsemesine yol açabilecek rekabet önceliklerine ilişkin bir analiz yaparak, firmanın önceliklerinin yüksek kalite ve maliyetlerin azaltılması olduğunda, backshoring ile Endüstri 4,0 arasında bir ilişki olduğunu göstermişlerdir. Analiz ayrıca, kalite konusunda rekabet eden firmalar tarafından yeni teknolojinin benimsenmesinin, ürün inovasyonuna dahil olduklarında daha olası olduğunu vurgulamaktadır.

Son olarak, Endüstri 4.0'ın benimsenmesinde firma büyüklüğünün anlamlı bir etkiye sahip olmadığı bazı çalışmalarda ortaya konmuştur (Corò ve Volpe,2020; Faria vd. 2020). Bununla birlikte firmanın faaliyet gösterdiği sektör belirleyici konumdadır. İmalat firmalarının yeni teknolojileri benimseme olasılığının inşaat sektöründekilere göre daha düşük olduğu ve hizmet sektöründeki şirketlerin daha önemli bir benimseme süreci gösterdiği ortaya çıkmıştır.

2.2. Endüstri 4.0 ve İnovasyon Performansı

Endüstri 4.0'ın benimsenmesi ve firmanın inovasyon performansı arasındaki ilişkiyi inceleyen yazın yeni gelişmeye başlamıştır. Bu çalışmalarda da ikisi arasında pozitif bir ilişki olduğu gösterilmektedir (Jankowska vd., 2022; Sarbu, 2022). Buna göre Endüstri 4.0 teknolojilerini daha yoğun şekilde kullanan firmalar yeniliklere daha yüksek katılım göstermektedirler. 4121 Alman firmasının verileri kullanılarak yürütülen çalışmada Sarbu vd. (2022), Endüstri 4.0'ın ürün inovasyonu yaratma eğilimini arttırdığını ve hizmet sektöründe imalat sektöründeki firmalara kıyasla ürün inovasyonunun yoğunluğu üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Endüstri 4.0 teknolojileri konusunda farkındalık ve inovasyon performansı arasındaki inceleyen bir diğer çalışmada Tirgil ve Fındık (2022); Ar-Ge, inovasyon faaliyetleri ve patent başvuruları olarak ölçülen inovasyon performansı ile teknoloji farkındalığı arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki bulmuştur. Endüstri 4.0 uygulamalarının varlığı, firmaların ürün ve süreç yenilikleri için gerekli olan yeni bilgi kaynaklarını keşfetmelerini sağlar.

Ek olarak, Mübarek ve ark. (2021), Endüstri 4.0 teknolojilerinin, yeşil inovasyon performansını arttırmak için gerekli açık inovasyon sürecinin yönetilmesinde kilit rol oynadığını Malezya imalat firmaları için yürüttükleri çalışmada tartışmışlardır. Bu bağlamda, firmalarda çevre dostu yenilikleri ve yeşil davranışı teşvik etmek için stratejistlerin ve politika yapımcıların açık inovasyon ve Endüstri 4.0 teknolojilerinin önemi konusunda firmaya yön vermesi gerekmektedir. Bu sebeple, sürdürülebilir yeşil inovasyonlar için gerekli iklimin (ki bu aynı zamanda rekabet avantajı elde etmek için önemli bir bileşendir) oluşmasında önemli rol oynadığından Endüstri 4.0 teknolojilerini ve işbirlikçi inovasyon etkileşimlerini benimsemeleri ve kullanmaları için firmalara teşvikler verilmesi gerektiğini önermektedirler.

Ayrıca Mubarak ve Petraite (2020), dijital güven ve açık inovasyon arasındaki ilişkide teknolojik yönelim ve teknolojik özümseme kapasitesinin rolünü araştırmaktadır. Sonuçlar, Endüstri 4.0 teknolojilerine duyulan dijital güvenin bir firmanın açık inovasyonu üzerinde önemli bir pozitif etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Muscio ve Ciffolili (2020), Endüstri 4.0'ın, birbirine bağlı dijital teknolojilerin yaygın kullanımı, siber-fiziksel alanların veya akıllı fabrikaların yükselişi ile karakterize edilen Dördüncü Sanayi Devrimi'ne özgü yenilikçi teknolojileri, süreçleri ve ürünleri tanımlayan bir kelime olduğu sonucuna varmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Avrupa Birliği tarafından sağlanan finansal destek, araştırma ağlarında merkezi aktör olma ve bölgeler arası iş birliği Endüstri 4.0 teknolojilerinin entegrasyonunda önemli rol oynamaktadır ve bu teknolojiler sayesinde yenilikçi ürün üretimi hız kazanacaktır.

Nibel vd. (2019), firmaların büyük veri analitiği kullanımı ile ürün inovasyonları açısından yenilikçi performansları arasındaki ilişkiyi analiz etmektedir. Büyük veri teknolojileri, yeni bilgi uygulamaları sağladığından, firmaların yenilik sürecini desteklediğine yaygın olarak inanılan yeni karar verme olanakları yaratır. Almanya'da firma düzeyindeki verileri bir bilgi üretim fonksiyonu çerçevesinde uygulayarak, büyük veri analitiğinin, bir firmanın ürün yenilikçisi olma olasılığını arttırdığı ve ürün inovasyonlarının pazar başarısı için önemli bir belirleyici olduğuna dair anlamlı sonuçlar bulunmuştur. Bu sonuçlar, hizmet sektörü kadar imalat sektörü için de geçerlidir ancak bu durum firmaların teknolojiye özgü becerilere yatırım yapmasına bağlıdır. Genel olarak, sonuçlar büyük veri analitiğinin inovasyonu mümkün kılma potansiyeline sahip olduğu görüşünü desteklemektedir.

Son olarak, Yang vd. (2020), akıllı üretim uygulamasının, imalat firmalarının finansal performansını ve inovasyon performansını artırmada önemli bir rolü olduğunu bulmuşlardır. Buna göre teknoloji-yoğun endüstriler, akıllı üretimi uygulayarak yenilik performansını artırır, böylece kısa vadeli finansal performansın iyileşmesi de sağlanır.

3. Veri

Bu çalışmada 2020 yılında gerçekleştirilen Eurobarometer-SMEs, Start-ups, Scale-ups, and Entrepreneurship veri tabanından faydalanılmıştır. İlgili anket, AB27'de ve ilave 12 AB dışı ülke ve bölgede gerçekleştirilmiştir ve Avrupa'daki

KOBİ'lerin büyürken ve sürdürülebilir iş modelleri ve dijitalleşmeye geçiş yaparken karşılaştıkları engellere ve zorluklara odaklanmaktadır. Anket için, 19 Şubat ve 5 Mayıs tarihleri arasında bir veya daha fazla kişiyi istihdam eden işletmelerle yapılan 16.000'den fazla telefon görüşmesi sırasında yanıt toplanmıştır. Görüşmelerin çoğu, bu işletmelerin faaliyet gösterdiği ülkelerde COVID-19'un patlak vermesinden önce yapılmıştır. Anket, Avrupa Komisyonları için "sürdürülebilir ve dijital bir Avrupa için KOBİ stratejisi" için önemli bir girdi görevi görmektedir.

Bu veri tabanında firma performansına ilişkin bilgilere yer verildiği gibi firmaların çevresel yenilik de dahil yenilik türleri, Endüstri 4.0 teknolojilerine ilişkin bilgiler ve döngüsel ekonomiye dair sorular da yer almaktadır. Bu bağlamda kapsamlı bir veri setidir. Bu çalışmadaki analizler STATA 14.1 versiyonu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.1. Betimleyici İstatistikler

Ankette son 2 yıl içinde aşağıdaki inovasyon türlerinden herhangi birini geliştirdiniz mi? Biçimindeki soruyu örneklemin %28'i yeni veya önemli ölçüde geliştirilmiş ürün ürettiklerini belirterek yanıtlamıştır. Süreç yeniliklerine gelince daha az oranda firma (%20) süreç yeniliği geliştirdiklerini belirtmiştir. Örgütsel yeniliklerde ise örneklemin %16'sı yeni bir yönetim veya iş modeli geliştirdiklerini ifade etmiştir. Buna ek olarak, pazarlama yeniliği yapan firmalar incelendiğinde ise son 12 ay içerisinde yeni bir satış yöntemi veya hizmeti geliştirmiş olan firmalar örneklemin %21'ini oluşturmaktadır. Çevresel yenilikler de özellikle son dönemdeki önemli rolünden ötürü ankete dahil edilmiştir. Enerji veya kaynak verimliliği faydası olan yenilikler de dahil olmak üzere çevresel faydası olan bir yenilik üreten firmaların oranı ise %22'dir. Son olarak, sosyal inovasyonlar da çalışmaya eklenmiştir. Toplum iyileştirmeyi amaçlayan yeni ürünler, hizmetler veya süreçler gibi sosyal yenilikleri gerçekleştiren firmaların oranı ise %19'dur.

Ankette ayrıca inovasyon önündeki engeller de incelenmiştir. Bunlar; i) Teknoloji altyapısı eksikliği (%14), ii) Pazar tepkisini tahmin etmedeki zorluklar (%33), iii) İnovasyon projeleri için diğer işletmeler vb. iş birliği ortaklarının eksikliği (%14), iv) Hukuki veya idari çevre (%24), v) Eksik mevcut destek programları da dahil olmak üzere finansal kaynakların sayısı (%29), ve vi) Fikri mülkiyetin korunmasındaki zorluklar (%8) olarak sıralanmıştır.

İşletmenin dijitalleşme sürecine geçişle ilgili karşılaştıkları engeller için yanıtlar; i) Mali kaynak eksikliği (%22), ii) Yönetim becerileri dahil beceri eksikliği (%21), iii) Yüksek hızlı internet bağlantısı gibi bilgi teknolojileri altyapısı eksikliği (%15), iv) Mevzuat engelleri (%17), v) BT güvenlik sorunları (%17), vi) Geleceğin dijital standartlarıyla ilgili belirsizlik (%19), vii) Değişime iç direnç (%18), ve viii) İşletmenin dijitalleşmeye ilgisi yok (%4) şeklinde dağılmıştır.

İşletmenin dijital teknolojilere yaklaşımı incelendiğinde ise firmanın dijitalleşme sürecine yaklaşımları; i) İşletmemiz temel dijital teknolojileri benimsedi/ benimsemeyi planlıyor, ancak ileri dijital teknolojileri benimsemedi (%34); ii) İleri dijital teknolojilerin tanıtılması gerekiyor ama işletmemiz bu bilgi birikimine sahip değil (%8); iii) Gelişmiş dijital teknolojileri tanıtmaya ihtiyaç var (%10); iv) Gelişmiş dijital teknolojileri tanıtmaya ihtiyaç var ve işletmemiz bunları benimsemeye başlamıştır.(%26); ve v) İşletmemizin herhangi bir dijital teknolojiyi benimsemesine gerek yok (%17) olarak sıralanmıştır.

3.1.1. Yenilik Türleri

Oslo Kılavuzu'na göre inovasyon türleri ilk olarak ürün, süreç, örgütsel ve pazarlama inovasyonu biçiminde 4 başlık altında toplanmış ve tanımlanmıştır (OECD, 2018). Buna göre; ürün inovasyonu, yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş bir mal veya hizmetin pazara sunulmasıdır. Süreç inovasyonu ise mal veya hizmetler için yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş bir üretim süreci, dağıtım yöntemi veya destek faaliyetinin uygulanmasıdır. Daha sonra inovasyon türlerine sosyal inovasyon ve çevresel inovasyon da eklenmiştir.

Ürün terimi, Ulusal Hesaplar Sisteminde tanımlanır ve hem malları hem de hizmetleri kapsar. Ürünler, üretim faaliyetlerinin ekonomik çıktılarıdır. Bunlar, diğer mal ve hizmetlerin üretiminde girdi olarak, hane halkları veya hükümetler tarafından nihai tüketim olarak veya finansal ürünlerde olduğu gibi yatırım için takas edilebilir ve kullanılabilir (EC ve diğerleri, 2009). İnovasyon türlerine ilişkin dağılımlar Tablo 1'de gösterilmektedir. Buna göre kullanılan veri setinde yeni bir ürün veya hizmet geliştirmiş olan firmaların oranı %28 oranındadır.

Tablo 1. İnovasyon türleri

		Sıklık	Yüzde
Pazara yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş bir ürün veya hizmet	Ürün inovasyonu	4561	27,9
Yeni veya önemli ölçüde iyileştirilmiş bir üretim süreci veya yöntemi	Süreç inovasyonu	3231	19,7
Yeni bir yönetim organizasyonu veya yeni bir iş modeli	Örgütsel inovasyon	2665	16,3
Mal veya hizmetlerinizi satmanın yeni bir yolu	Pazarlama inovasyonu	3440	21
Enerji veya kaynak verimliliği faydası olan yenilikler de dahil olmak üzere çevresel faydası olan bir yenilik	Çevresel inovasyon	3615	22,1
Toplumu iyileştirmeyi amaçlayan yeni ürünler, hizmetler veya süreçler gibi sosyal yenilikler	Sosyal inovasyon	3150	19,2

İş süreci inovasyonu, firmanın önceki iş süreçlerinden önemli ölçüde farklı olan ve firma tarafından kullanıma sunulan bir veya daha fazla iş fonksiyonu için yeni veya geliştirilmiş iş süreçlerini içermektedir (OECD, 2018). Bunun temel örnekleri; “Üretim, Dağıtım ve lojistik, ve Bilgi ve iletişim sistemleridir”. Bu tanıma uygun olarak süreç inovasyonu yapmış olan firmaların oranı ürün inovasyonlarına göre daha az ve %20’dir.

Örgütsel inovasyon ise Oslo Kılavuzunun önceki baskısında kullanılan ve şu anda iş süreci inovasyonu kapsamında yer alan inovasyon türüdür (OECD, 2018). Buna göre yeni bir yönetim, iş modeli veya organizasyonu geliştirmiş olan firmaların örgütsel inovasyon oranı %16 düzeyindedir.

Pazarlama inovasyonu ise ürün veya hizmetlerin satışında geliştirilen yeni yöntemlere işaret etmektedir (OECD, 2018). Buna göre veri setindeki firmaların %21’i pazarlama inovasyonu yaptıklarını belirtmişlerdir.

Diğer inovasyon türlerine ek olarak son yıllarda iki inovasyon türü de önem kazanmıştır. Bunlar; çevresel inovasyon ve sosyal inovasyondur. Çevresel inovasyon ya da bir diğer adıyla çevresel yenilik, çevresel hasarı önlemek veya azaltmak için kullanılan teknikler, sistemler, ürünler ve yeni veya değiştirilmiş süreçlerden oluşur (Kemp ve diğerleri, 2001). Buna göre, firmaların çoğu henüz bu inovasyonlar konusunda bilgili olmasa da %22 oranında çevreye yönelik bu faaliyetleri gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir.

Bir diğer inovasyon türü ise sosyal inovasyondur. Bu inovasyon türünde değer yaratım süreci teknolojik inovasyonunkinden farklıdır. Sosyal inovasyon; top-

lumsal açıdan değer yaratmayı ve toplumsal sorunları iyileştiren yenilikçi ürün ve süreçleri ifade etmektedir (OECD,2018). Buna göre; örneklemin %19'u bu ürünlerin üretiminde yer aldıklarını belirtmişlerdir. Ancak henüz firmaların önemli bir bölümü bu yeni yenilik türüyle ilgili bilinçli değillerdir.

3.1.2. İnovasyonun Önündeki Engeller

Yaygın engeller arasında zayıf altyapı, beceri eksiklikleri, kaynak bağımlılığı, finansmana erişim eksikliği ve siyasi belirsizlikler sayılabilir. Bazı toplumlar, yerel pazarlarının küçüklüğünden diğerlerine göre daha fazla etkilenmiştir. Yerel liderlerin niteliksizliği, yaşayanların muhafazakâr tutumu ve yüksek yaşam maliyeti, bazı toplumlar için diğerlerine göre inovasyonun önündeki en önemli engellerdendir. Altyapıyı geliştirmenin yanı sıra kalkınma sorumluluğunu bölgesel liderlere dağıtmak, bu toplumlarda inovasyon engellerinin aşılmasına yardımcı olabilir (Kotey ve Sorensen, 2014).

Birçok firma farklı sebeplerden ötürü inovasyon faaliyetlerine yatırım yapmamaktadır. Bu engeller Tablo 2'de özetlenmiştir. Bu çalışmada firmalar ilk olarak teknolojik altyapının yetersiz olduğunu belirterek %14 oranında bu seçeneği işaretlemişlerdir. Buna ek olarak piyasa belirsizliği de inovasyon gibi riskli olan faaliyetlere yatırım yapmayı etkileyen bir diğer faktördür.

Tablo 2. İnovasyonun önündeki engeller

	Sıklık	Yüzde
Teknolojik altyapının yetersizliği	2287	14
Piyasa reaksiyonunu öngörmedeki zorluklar	5428	33,2
İnovasyon projeleri için diğer işletmeler vb. gibi işbirliği ortaklarının eksikliği	2304	14,1
Yasal ve idari çevre	3839	23,5
Mevcut destek programları da dahil olmak üzere mali kaynak eksikliği	4663	28,5
Fikri sermayeyi korumayla ilgili zorluklar	1360	8,3

İnovasyon faaliyetlerini gerçekleştirmede en önemli unsurlardan bir diğeri işbirlikleridir. Bunlar arasında müşteriler, tedarikçiler, rakipler, araştırma kuruluşları, ve üniversiteler bulunmaktadır. Bununla birlikte, bazı firmalar işbirliği yapmak yerine yalnız hareket etmeyi tercih ederler. Bunun temel sebepleri arasında; kurum

içi yeteneklerin varlığı, yetenekler üzerinde kontrol kaybı, teknoloji geliştirme ve kullanımını kontrol etme bulunmaktadır (Schilling, 2005). Bu çalışmada da %14 oranında firmalar işbirliğinin kurulamayışını bir engel olarak belirtmişlerdir.

Söz konusu inovasyon faaliyetleri olunca yasal ve idari çevre de önemli bir engel olabilir. Kaldı ki bu çalışmada kullanılan veri setinde de %24 oranında bu unsur bir kısıt olarak ifade edilmiştir.

En önemli engeller maliyetlerle ilişkilendirilirken, en az önemli olanlar yönetici/çalışan direnci ile ilişkilidir. Ek olarak, yapılan çalışmalarda inovasyonla ilişkili maliyetlerin küçük firmalar üzerinde büyük firmalara göre daha fazla etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Guijarro et al., 2009).

İnovasyon faaliyetlerinin önündeki engellerden biri de inovasyonun doğasından kaynaklanan bir konu olan fikri sermayeynin korunmasıdır. Bu çalışmadaki firmaların %8,3'ü bunu bir sorun olarak belirtmişlerdir.

3.1.3. Dijitalleşme Önündeki Engeller

Özellikle KOBİ'lerin Endüstri 4.0 ile ilişkisi göz önüne alındığında, ampirik çalışmalar finansal yetersizlik nedeniyle Endüstri 4.0 teknolojilerini benimseme konusunda onların isteksiz olduğunu göstermektedir. (Masood ve Sonntag, 2020). Tablo 3 bu çalışmada kullanılan engelleri göstermektedir. Buna göre kaynak yetersizliği %22,4 oranında dijitalleşmenin önünde önemli bir engel olarak görülmüştür.

Tablo 3. Dijitalleşmenin önündeki engeller

	Sıklık	Yüzde
Finansal kaynakların olmayışı	3664	22,4
Yönetim becerileri de dahil olmak üzere beceri eksikliği	3401	20,8
Yüksek hızlı internet bağlantısı gibi bilgi teknolojisi altyapısının eksikliği	2462	15
Düzenleyici engeller	2762	16,9
Bilişim güvenliği konuları	2721	16,6
Dijital standartlarla ilgili gelecekteki belirsizlik	3127	19,1
Değişime direnç gösterme	2971	18,2
İşletmenin dijitalleşmeye ilgisi yok	645	3,9

Dijitalleşme sürecine geçişte üst yönetimin becerisi ve desteği de oldukça önemli rol oynar. Bu çalışmadaki firmaların %21'i bu konuda becerinin olmayışının dijitalleşmeye geçişte önemli bir sorun olduğunu belirtmişlerdir.

Yeni teknolojilerin benimsenmesinde en önemli konulardan biri firmada yeterli teknolojik altyapının olup olmamasıdır. Dijital teknolojiler açısından yüksek hızlı internet bağlantısının olması kritik rol oynar. Bu çalışmada firmaların %15'i de bu konuya vurgu yapmışlardır.

Teknolojik altyapı kadar yasal süreçler de teknolojilerin benimsenmesini etkiler. Örneğin iş süreçlerinin yürütülmesindeki standartlar yeni teknolojilerin gerektirdiği düzenlemelerle güncellenmiyorsa bu durum benimsemenin önünde önemli bir engel oluşturur. Bu çalışmada da firmaların %17'si bu konunun önemini vurgulamıştır.

Bilişim güvenliği konusu firmalar için en önemli çekincelerden biridir. Dolayısıyla çoğu zaman mevcut teknolojilerin verimliliği azalsa bile uzun süredir kullandıklarından onu daha güvenli bulup yeni teknolojiyi benimsemeye karşı isteksiz davranabilirler. Çalışmada yer alan firmaların da birkısmı (%17) bu konuyu gündeme getirerek güvenlik konularının dijitalleşme önündeki engellerden biri olduğu seçeneğini işaretlemişlerdir.

Yeni teknolojilerin gerektirdiği standartlar firmalar için merak konusudur. Bunun temel sebebi çalışanların mevcut sisteme karşı geliştirdiği alışkanlıklardır. Yeni teknoloji, yeni standartlar ve temelde iş süreçlerinin yeniden tasarlanması demektir. Bu da firma için öğrenme maliyeti anlamına gelir. Çoğu zaman bu maliyete katlanmak yerine mevcut olanla süreçleri yönetmek daha kolaydır. Dahası bu standartların ne olacağıyla ilgili belirsizlik de varsa bu durum yeni teknolojilerin benimsenmesini oldukça zorlaştırır. Bu çalışmada da firmalar standartlardaki belirsizliğin önemini vurgulamışlardır.

Bahsedilen diğer hususlarla bağlantılı olarak çalışanların yeni teknolojilere hızlı bir şekilde uyum sağlamak yerine mevcut olanla devam etmeyi tercih etmesi kaçınılmazdır. Firmaların %18'i de bu konuyu dile getirmişlerdir

Çalışmada ayrıca firmaların dijitalleşmeye olan ilgisizliği bir engel olarak ele alınmıştır. Buna göre firmaların %4'ü dijitalleşmeyle ilgilenmediklerini ifade etmiştir. Bu da ilginin yüksek olduğuna işaret eder.

3.2. Model

Herhangi yeni bir teknolojinin benimsenmesi firmanın hazır oluşuyla yakından ilgilidir. Bu da büyük ölçüde firmanın uyarlanacak teknolojilere ilişkin bilgi sahibi olup olmamasıyla ilgilidir. Bu çalışmadaki firmaların %34'ü dijital teknolojileri benimseme konusunda hazır olduklarını ancak henüz benimsemediklerini ifade etmişlerdir (Bkz. Tablo 4). Öte yandan, işletmenin dijital teknolojiler için gerekli bilgi birikimine sahip olmadığı yönündeki görüşe ise katılanların oranı %7 oranındadır. Dolayısıyla firmaların dijitalleşme sürecine ilişkin hazır oldukları yönündeki eğilim bu şıkla da pekişmektedir. Gelişmiş dijital teknolojileri benimseyenlerin oranı ise %26 düzeyindedir. İşletmenin herhangi bir dijital teknolojiyi benimseye gerek olmadığını düşünenlerin oranı (%16) da önemsiz değildir.

Bu çalışmada bağımlı değişken nicel süreksiz bir değişkendir. İnovasyonun farklı türleri olan ürün, süreç, örgütsel, pazarlama, çevresel ve sosyal inovasyon değişkenleri soruda bu inovasyon türlerinden herhangi biri yapıyorsanız 1 değilse 0 değerini almaktadır. Buna göre bağımlı değişken için 6 farklı durum söz konusu olduğundan (ürün, süreç, örgütsel, pazarlama, çevresel ve sosyal) çalışmada çok terimli lojistik regresyon (multinomial lojistik regresyon) kullanılmıştır. Bağımlı değişken ikiden fazla durumlu ise multinomial lojistik regresyon kullanılmakta olup iki durumlu lojistik regresyon ilkelerine çok benzerdir. Ancak temel fark, bağımlı değişkeninin bir kategorisinin referans kategori olarak seçilmesidir. Referans kategorisi hariç bağımlı değişkenin her kategorisi için ayrı olasılıklar belirlenmektedir. Bağımlı değişken kategorileri arasında herhangi bir sıralama bulunmamakta olup, kategorilerin olasılıkları toplamı 1'dir. Ölçüm modeli Denklem (1)'de gösterilmektedir.

Bağımlı değişkenin (Y) 6 değer aldığı mevcut model aşağıdaki gibidir- 0 kategorisiyle birlikte toplam 7 sonuç olacağı için $Y=0$ kategorisi referans kategoridir ve denklemde ayrıca gösterilmemiştir.-

$$\begin{aligned}
 Y=1 \text{ kategorisi için } g1(x) &= \ln\left(\frac{P(Y=1|x)}{P(Y=0|X)}\right) \\
 &= \beta_{10} + \beta_{11x_1} + \beta_{12x_2} + \dots \beta_{1px_p} \\
 Y=2 \text{ kategorisi için } g2(x) &= \ln\left(\frac{P(Y=2|x)}{P(Y=0|X)}\right) \\
 &= \beta_{20} + \beta_{21x_1} + \beta_{22x_2} + \dots \beta_{2px_p} \\
 Y=3 \text{ kategorisi için } g3(x) &= \ln\left(\frac{P(Y=3|x)}{P(Y=0|X)}\right) \\
 &= \beta_{30} + \beta_{31x_1} + \beta_{32x_2} + \dots \beta_{3px_p} \\
 Y=4 \text{ kategorisi için } g4(x) &= \ln\left(\frac{P(Y=4|x)}{P(Y=0|X)}\right) \\
 &= \beta_{40} + \beta_{41x_1} + \beta_{42x_2} + \dots \beta_{4px_p} \\
 Y=5 \text{ kategorisi için } g5(x) &= \ln\left(\frac{P(Y=5|x)}{P(Y=0|X)}\right) \\
 &= \beta_{50} + \beta_{51x_1} + \beta_{52x_2} + \dots \beta_{5px_p} \\
 Y=6 \text{ kategorisi için } g6(x) &= \ln\left(\frac{P(Y=6|x)}{P(Y=0|X)}\right) \\
 &= \beta_{60} + \beta_{61x_1} + \beta_{62x_2} + \dots \beta_{6px_p}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Tablo 4. Firmanın hazır oluşu

	Sıklık	Yüzde
İşletmeniz temel dijital teknolojileri benimsedi/ benimsemeyi planlıyor, ancak ileri dijital teknolojileri benimsemedi	5475	33,5
İleri dijital teknolojilerin tanıtılması gerekiyor ama işletmeniz bu bilgi birikimine sahip değil.	1259	7,7
Gelişmiş dijital teknolojileri tanıtmaya ihtiyaç var	1605	9,8
Gelişmiş dijital teknolojileri tanıtmaya ihtiyaç vardır ve işletmeniz bunları benimsemeye başlamıştır.	4256	26
İşletmeniz herhangi bir dijital teknolojiyi benimsemesine gerek yok	2751	16,8
Diğer	176	1,1
Hiçbiri	632	3,9
Kayıp Gözlem	211	1,3
Toplam	16365	100

Tablo 5. Değişkenlerin tanımlanması ve betimleyici istatistikler

Değişken	Gözlem Sayısı	Ortalama	Std.hata.	Min	Maks.
Ürün inovasyonu	16,365	.2787046	.4483755	0	1
Süreç inovasyonu	16,365	.1974335	.3980744	0	1
Örgütsel inovasyonu	16,365	.1628475	.3692378	0	1
Pazarlama inovasyonu	16,365	.2102047	.4074664	0	1
Çevre inovasyonu	16,365	.2208983	.4148647	0	1
Sosyal inovasyonu	16,365	.192484	.3942631	0	1
Yaş	15,976	3.081.086	.6968419	1.098.612	6.931.472
Büyükük	16,365	2.453.917	1.420.173	0	1.126.958
Endeks	16,365	1.434.158	1.432.296	0	7
Dijitalleşme için iş stratejisinin olması	16,365	.2257256	.4180721	0	1
Dış finansman	16,365	2.192.606	1.304.593	1	6
Uluslararası finans	16,365	.2891537	.4533833	0	1

4. Ampirik Sonuçlar

Her bir inovasyon türü için çalıştırılan model sonuçları Tablo (6)'da gösterilmektedir. Buna göre Endüstri 4.0 uygulamalarından herhangi birini kullanmanın her bir inovasyon türüyle olan ilişkisi pozitif ve anlamlıdır. Buna ek olarak bu çalışmada firmanın dijitalleşmeyle ilgili bir stratejisinin olup olmadığı da sorgulanmıştır. Bu tür bir yol haritasına sahip olmak inovasyon türlerini pozitif ve anlamlı etkilemektedir. Kontrol değişkenleri arasında yer alan yaş değişkeni ile bağımlı değişkenler arasında negatif ve anlamlı bir ilişki vardır. Büyükük değişkenine baktığında ürün, süreç, ve örgütsel inovasyonla aralarında pozitif ve anlamlı bir ilişki vardır. Bu sonuçlardan yola çıkarak inovasyon faaliyetlerinin daha çok genç firmalar tarafından yürütüldüğü söylenebilir. Bunun temel sebebi, genç firmaların son teknolojiler konusunda tecrübeli olan firmalara göre daha bilgili olması ya da son teknolojilerle ilgili güncel bilgi edinmeye dair istekli ve hazır oluşlarıdır. Finansman konusuna gelindiğinde ise dış finansman değişkeni ile farklı inovasyon türleri arasında negatif ve anlamlı ilişki olduğu gözlemlenmektedir. Bir başka deyişle, firmalar inovasyon faaliyetlerini daha çok özsermayeye bağlı olarak yürütmektedir. He ne kadar literatürde dış finansmanın inovasyon faaliyetleri için önemini vurgulayan çalışmalar (Masood ve Sontag (2020) olsa da diğer bazı çalışma-

larda dış desteklerin çok da önemli olmadığı vurgulanmıştır. Bazen de firmalar dış finansmana erişimde bürokratik süreçleri uzun ve yorucu buldukları için daha çok özsermayeye yönelmektedirler. Uluslararası piyasalarla olan bağlantı ise farklı olarak inovasyon faaliyetleriyle pozitif ve anlamlı bir ilişkiye sahiptir. Uluslararası piyasalarla ilişki söz konusu olduğunda ilk akla gelen faaliyet ihracat faaliyetleridir. Yurtdışı piyasalarda gücü olan firmalar yeni ürünler, teknolojiler ve üretim süreçleriyle ilgili en güncel bilgiye de sahip oldukları için bu firmaların yeni ürün ve süreç üretmeleri de hızlanmaktadır. Bu çalışmada ayrıca firmaların buldukları ülkeler de modele eklenerek kontrol edilmiştir. Ek olarak firmaların faaliyet gösterdikleri sektörler de modele dahil edilmiştir.

Tablo 6. Farklı inovasyon türleri ile Endüstri 4.0 teknolojileri arasındaki ilişkiye dair çok terimli lojistik regresyon sonuçları

<i>Değişkenler</i>	<i>Ürün</i>	<i>Süreç</i>	<i>Örgütsel</i>	<i>Pazarlama</i>	<i>Çevresel</i>	<i>Sosyal</i>
Endüstri 4.0	0.244*** (0.0192)	0.391*** (0.0210)	0.530*** (0.0246)	0.646*** (0.0286)	0.669*** (0.0368)	0.760*** (0.0507)
Yaş	-0.0736** (0.0332)	-0.0897** (0.0390)	-0.0654 (0.0486)	-0.146** (0.0588)	-0.146* (0.0796)	-0.287** (0.118)
Büyükük	0.0632*** (0.0175)	0.0678*** (0.0202)	0.0506** (0.0249)	-0.0167 (0.0307)	0.0356 (0.0392)	0.00288 (0.0576)
Dijitalleşmeyle ilgili bir iş strajisinin olması	0.445*** (0.0633)	0.875*** (0.0661)	1.087*** (0.0763)	1.407*** (0.0883)	1.657*** (0.117)	1.948*** (0.174)
Dış finansman	-0.0816*** (0.0167)	-0.115*** (0.0207)	-0.155*** (0.0276)	-0.102*** (0.0334)	-0.184*** (0.0488)	-0.127* (0.0678)
Uluslararası piyasalar	0.338*** (0.0519)	0.490*** (0.0604)	0.519*** (0.0754)	0.620*** (0.0911)	0.818*** (0.123)	0.869*** (0.181)
Ülke sabit etkiler	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
Sektör sabit etkiler	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR
Sabit	-0.424 (0.322)	-1.227*** (0.400)	-2.282*** (0.555)	-1.705*** (0.513)	-3.646*** (0.773)	-5.777*** (1.293)
Log-Lik (Sadece Sabit)	-24482.756					
Log-Lik (Tüm Model)	-21832.049					
D (15616)	43664.099					
McFadden's R2	0.108					
AIC	2.778					
BIC	-107480.712					
BIC (Stata)	47148.482					
LR (354):	5301.414					
Prob > LR	0.000					
Gözlem sayısı (N)	15,976	15,976	15,976	15,976	15,976	15,976

Standard hatalar parantez içindedir. *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5. Tartışma ve Sonuçlar

Bu çalışmada inovasyon türleri ile Endüstri 4.0 teknolojileri arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre Endüstri 4.0 teknolojilerinden herhangi birini kullanmak tüm inovasyon türlerini pozitif ve anlamlı etkilemektedir.

Büyük verinin ürün inovasyonu (Wu ve diğerleri, 2019) ve süreç yeniliği (Lee ve diğerleri, 2014; Niebel vd. 2019) zerindeki etkisini inceleyen çalışmalar büyük verinin pozitif etkisini göstermektedir. Bu durum temelde iki tür inovasyon stratejisi olan keşif (exploration) ve var olan kaynakları en iyi şekilde kullanma (exploitation) ile ilgilidir. Firmaların Endüstri 4.0'ı gelecekteki operasyonlarında kullanmaya yönelik olumlu tutumu, yeni ürünleri tanıtmanın (keşif) yeni yollarını bulmalarını sağlarken aynı zamanda firma kaynaklarını verimli bir şekilde kullanmalarını (exploitation) da sağlar. Büyük veri araçları, firma içi operasyonları daha verimli hale getirir (Rialti ve diğerleri, 2019). Kontrol değişkenlerinin etkisine gelince, yeni ürünler ve süreçlerin ortaya çıkmasında genç şirketlerin buna yatkın olduğu gözlemlenmektedir. Büyüklükte ise ürün, süreç ve örgütsel inovasyon türlerinde büyük firma olmanın önemi ortaya çıkmaktadır.

Her ne kadar tahmin edilen modelde Endüstri 4.0 kullanımıyla inovasyon arasındaki ilişki pozitif olsa da aynı etki dijitalleşmeye geçişle ilgili engeller yaşayan firmalarda gözlemlenmeyebilir. Buna göre firmaların en önemli engel olarak belirttiği husus kaynak yetersizliğidir. Politika nerileri de firmaların belirttiği engeller üzerinden kurulmalıdır. Finansal kaynakların yetersizliği özellikle kk ölçekli firmalar açısından önemli bir engeldir. Firmalar yeterli dış finansman kaynağı bulamadıklarından öz sermayeleriyle bu teknolojilere yatırım yapmakta zorlanmaktadır. Masood ve Sontag (2020) alışmalarında KOBİ'lerin Endüstri 4.0 teknolojilerindeki önemli engellerin finansal kaynak bulma zorluğu olduğunu belirtmiştir. Bunun temel sebebi dijitalleşmenin başlangıç maliyetinin yüksek oluşuyla ilgilidir. Bununla ilgili önerilebilecek temel politika önerilerinden en yaygın olarak vurgulananı devlet destekleridir. Daha da önemli olan husus ise destek sağlandıktan sonra faydalanıcı firmaların izlenmesi ve performanslarının değerlendirilmesi konusudur. Çünkü firmada bu teknolojilerden maksimum faydayı elde etmeyi sağlayan diğer koşullar yoksa finansal destek ya kısa vadeli faydalar yaratacak ya da hiç yaratmayacaktır. Bu koşullar örgütün hazır oluşu başlığında özetlenebilir. Bu başlık altında mevcut durumda yeni teknolojinin gerektirdiği becerilere sahip olan işgücünün varlığı, st yönetimin bu teknolojilerin benimsemesinde oynadığı

destekleyici rol ve firmanın dijitalleşme stratejisinin olup olmayışı düşünülebilir. Nitelikli işgücü problemi üniversiteler ve araştırma kuruluşlarıyla oluşturulacak stratejik ortaklıklarla bir ölçüde çözülebilir. Bu ortaklık sayesinde konuda uzman bir akademisyenin danışmanlık hizmeti vererek know-how'unu aktarmasıyla mevcut personel eğitilebilir. Ek olarak ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından desteklenecek eğitimler de yine bu eksikliğin giderilmesinde önemli rol oynar. Birçok kararda olduğu gibi dijitalleşme sürecinde de üst yönetimin tutumu kritiktir. Bu teknolojiler hakkında yeterli bilgiye, öngörüye ve vizyona sahip olmayan yöneticiler her ne kadar bu konuda istekli olan bir ekibe sahip olsa da dijitalleşmenin önünde önemli bir engel oluştururlar. Daha çok büyük ölçekli firmalarda gözlediğimiz tüm karar ve yetkilerin merkezde toplandığı hiyerarşik bir yapıda hızlı bir dijitalleşme sürecinin yaşanması elbette bu konuda öncü rol oynayabilecek lider yöneticilerin varlığına bağlıdır.

Güncel teknolojilerin düzenli bir şekilde takip edilmesi yine bu teknolojilerin benimsenmesinde önemli rol oynar. Bu noktada gerek ihracat faaliyetleri aracılığıyla gerekse kurulabilecek diğer iş birliği ağlarıyla ileri teknolojilerle ilgili bilgi sağlanabilir. Bu sebeple, araştırmacılar ayrı bir bütçesi olan bir Ar-Ge biriminin firmada var olup olmadığını sorgularlar. Çünkü tüm bu faaliyetler genelde bu birim tarafından yönetilir.

Bu çalışmada hem AB ülkeleri hem de aday ülkelerine ait bilgileri içeren geniş bir veri setinden faydalanılarak Endüstri 4.0 ve inovasyon faaliyetleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Bununla birlikte anket ilk defa 2020 yılında gerçekleştirildiğinden zaman boyutu tek yılla sınırlı kalmaktadır. Önümüzdeki yıllarda bu çalışmada kullanılan veri setinin güncellenmesiyle zaman boyutunun da yer aldığı daha kapsamlı bir başka çalışma ile sonuçların geçerliliği test edilecektir.

Kaynakça

Agostini, L., ve Nosella, A. (2019). "The adoption of Industry 4.0 technologies in SMEs: results of an international study", *Management Decision*, 58(4), 625-643.

Ancarani, A., Di Mauro, C. ve Mascali, F. (2019). "Backshoring strategy and the adoption of Industry 4.0: Evidence from Europe", *Journal of World Business*, 54(4), 360-371.

Arias-Pérez, J., ve Vélez-Jaramillo, J. (2022). "Ignoring the three-way interaction of digital orientation, Not-invented-here syndrome and employee's artificial intelligence awareness in digital innovation performance: A recipe for failure", *Technological Forecasting and Social Change*, 174, 121305.

Corò, G., ve Volpe, M. (2020). "Driving factors in the adoption of Industry 4.0 technologies: An investigation of SMEs", In *Industry 4.0 and regional transformations* (pp. 112-132). Routledge.

Dachs, B., Kinkel, S. ve Jäger, A. (2019). "Bringing it all back home? Backshoring of manufacturing activities and the adoption of Industry 4.0 technologies", *Journal of World Business*, 54(6), 101017.

Faria, B. S., Simões, A. C. ve Rodrigues, J. C. (2021). "Impact of governmental support for the implementation of Industry 4.0 in Portugal", In *International Conference Innovation in Engineering* (pp. 108-120). Springer, Cham.

Frank, A. G., Dalenogare, L. S. ve Ayala, N. F. (2019). "Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies", *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26.

Guarascio, D., ve Pianta, M. (2017). "The gains from technology: new products, exports and profits", *Economics of Innovation and New Technology*, 26(8), 779-804.

Horváth, D., ve Szabó, R. Z. (2019). "Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and medium-sized companies have equal opportunities?", *Technological forecasting and social change*, 146, 119-132.

Jankowska, B., Mińska-Struzik, E., Bartosik-Purgat, M., Götz, M. ve Olejnik, I. (2022). "Industry 4.0 technologies adoption: barriers and their impact on Polish companies' innovation performance", *European Planning Studies*, 1-21.

Kotey, B., ve Sorensen, A. (2014). "Barriers to small business innovation in Australia". *Australasian Journal of Regional Studies*, 20(3), 405-429.

Masood, T., ve Sonntag, P. (2020). "Industry 4.0: Adoption challenges and benefits for SMEs", *Computers in Industry*, 121, 103261.

Mubarak, M. F., ve Petraite, M. (2020). "Industry 4.0 technologies, digital trust and technological orientation: What matters in open innovation?", *Technological Forecasting and Social Change*, 161, 120332.

Madrid-Guijarro, A., Garcia, D. ve Van Auken, H. (2009). "Barriers to innovation among Spanish manufacturing SMEs", *Journal of small business management*, 47(4), 465-488.

Muscio, A., ve Ciffolilli, A. (2020). "What drives the capacity to integrate Industry 4.0 technologies? Evidence from European R&D projects", *Economics of Innovation and New Technology*, 29(2), 169-183.

Niebel, T., Rasel, F. ve Viete, S. (2019). "BIG data–BIG gains? Understanding the link between big data analytics and innovation", *Economics of Innovation and New Technology*, 28(3), 296-316.

OECD (2018). *Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation*. OECD publishing.

Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations*. New York, Free Press of Glencoe.

Rogers, E. M., ve Williams, D. (1983). *Diffusion of. Innovations* (Glencoe, IL: The Free Press, 1962).

Sarbu, M. (2022). "The impact of industry 4.0 on innovation performance: Insights from German manufacturing and service firms", *Technovation*, 113, 102415.

Schilling, M. A. (2005). *Strategic management of technological innovation (Vol. 3)*. New York: McGraw-Hill/Irwin.

T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2018). *Verimlilik Gelişim Haritası Projesi Türkiye Bölgesel ve Sektörel Saha Çalışması*, İstanbul.

Tirgil, A., ve Fındık, D. (2022). "How Does Awareness Toward the Industry 4.0 Applications Affect Firms' Financial and Innovation Performance?", *Journal of the Knowledge Economy*, 1-23.

Yang, J., Ying, L. ve Gao, M. (2020). "The influence of intelligent manufacturing on financial performance and innovation performance: the case of China", *Enterprise Information Systems*, 14(6), 812-832.

