



Uluslararası Turizm, Ekonomi ve İşletme Bilimleri Dergisi
International Journal of Tourism, Economic and Business Sciences
E-ISSN: 2602-4411, 8(2): 132-148, 2024, www.ijtebs.org

TEKNOLOJİK VE TEKNOLOJİK OLMAYAN İNOVASYONLARIN FİRMA VERİMLİLİĞİNE ETKİSİ*

Esra SÜT¹
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İktisat Bölümü, esra.sut@gmail.com,
ORCID ID: 0000-0002-6377-966X

Ahmet Kibar ÇETİN²
Prof. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi,
İİBF, İktisat Bölümü, Ankara-Türkiye,
ak.cetin@hbv.edu.tr
ORCID ID: 0000-0003-0275-5581

Şahika GÖKMEN³
Doç. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi,
İİBF, Ekonometri Bölümü, Ankara-Türkiye
sahika.gokmen@hbv.edu.tr
ORCID ID: 0000-0002-4127-7108

Sorumlu Yazar:
e-mail: esra.sut@gmail.com

Geliş Tarihi:26.12.2024
Kabul Tarihi:30.12.2024

Özet

Bu çalışmanın amacı, firmaların teknolojik ve teknolojik olmayan inovasyonlarının firma verimliliğine etkilerini ortaya koymaktır. Çalışmada, değişkenlerin doğası gereği oluşan seçim yanlılığı, eşzamanlılık ve içsellik sorunundan kaçınmak için CDM modelinin bir uyarlaması kullanılmaktadır. Kullanılan veriler, 2022 yılına ait olup TÜİK tarafından derlenen mikro A sınıfı kapsamındaki Yenilik Araştırması ile Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri verileridir. Elde edilen araştırma bulguları, Teknolojik olmayan inovasyonların firmanın çalışan başına satışlarını artırdığı ancak Teknolojik inovasyonların çalışan başına satışları anlamlı ve pozitif yönde etkileyemediği göstermektedir. Ayrıca ArGe-dışı yoğunluğu da benzer şekilde verimliliği artıran bir etkiye sahipken ArGe yoğunluğunun verimlilik üzerinde etkisi bulunmamaktadır. Bulgular, firmaların verimliliklerini artırmak için sadece ArGe faaliyetleri ya da teknolojik inovasyonlarla sınırlı kalınmayarak, Teknolojik olmayan ArGe-dışı inovasyon faaliyetlerine öncelik verilmesi gerektiğini göstermektedir. Firmaların verimliliğini artırmak için, süreç, organizasyonel ve pazarlama faaliyetleri gibi teknolojik olmayan inovasyonlara yönelik teşvik ve desteklere öncelik verilmesi politika önerisi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Teknolojik İnovasyon, Teknolojik Olmayan İnovasyon, ArGe, ArGe-dışı, Verimlilik, CDM Model

The Effect of Technological and Non-Technological Innovations on Firm Productivity

Abstract

The aim of this study is to reveal the effects of technological and non-technological innovations of firms on firm productivity. In the study, an adaptation of the CDM model is used to avoid selection bias, simultaneity and endogeneity problems that occur due to the nature of the variables. The data used are the Innovation Survey and Annual Industry and Service Statistics data within the scope of micro A class compiled by TÜİK for the year 2022. The research findings show that non-technological innovations increase the firm's sales per employee, but technological innovations do not have positive and significant effect on sales per employee. In addition, non-R&D intensity has a similar effect of increasing productivity, while R&D intensity has no effect on productivity. The findings show that in order to increase the productivity of firms, priority should be given to non-technological non-RD innovation activities, not limited to only R&D activities or technological innovations. In order to increase the productivity of firms, it is a policy recommendation to prioritize incentives and supports for non-technological innovations such as process, organizational and marketing activities.

Key Words: Technological Innovations, Non- Technological Innovations, RD, Non-RD, Productivity, CDM Model

* Bu makale Esra Süt'ün Prof. Dr. Ahmet Kibar Çetin ve Doç. Dr. Şahika Gökmen'in danışmanlığında hazırladığı "ArGe-dışı İnovasyon Faaliyetlerinin Firma Performansına Etkileri: Türkiye Örneği" isimli doktora tezinden yararlanılarak üretilmiştir.

1. GİRİŞ

İnovasyon, firmaların verimliliklerini artırmaları için kritik bir unsur olarak kabul edilmektedir. Geleneksel olarak, inovasyon ürün yenilikleriyle, dolayısıyla teknolojik inovasyonlarla ilişkilendirilmişken (OECD, 2005), son yıllarda inovasyonun daha geniş bir perspektifle ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Özellikle süreç, organizasyonel ve pazarlama gibi teknolojik olmayan inovasyonların firma verimliliğine önemli katkılar sunduğu belirtilmektedir (Schmidt ve Rammer, 2007). Bu durum, inovasyonun yalnızca teknik yeniliklerle sınırlı olmadığını, aynı zamanda iş süreçlerini geliştiren ve müşteri ilişkilerini iyileştiren yenilikçi yaklaşımları da içerdiğini göstermektedir.

Teknolojik inovasyonlar, ürün kalitesini artırarak, yeni pazarlar açarak ve üretim süreçlerini optimize ederek firmaların verimliliklerinde doğrudan artış sağlamaktadır. Öte yandan, teknolojik olmayan inovasyonlar, özellikle hizmet sektörlerinde organizasyonel esnekliği artırma, müşteri memnuniyetini iyileştirme ve pazarlama stratejilerini yenileme gibi dolaylı etkilerle ön plana çıkmaktadır (OECD, 2005). Literatürde, bu iki inovasyon türünün etkileşimleri ve verimlilik üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar, kapsamlı analizlerin gerekliliğini ortaya koymaktadır (Schmidt ve Rammer, 2007; Mairesse ve Mohnen, 2010).

Gelişmekte olan ülkelerde (GOÜ) inovasyon faaliyetleri, genellikle teknoloji transferi ve adaptasyonu gibi yöntemlere dayanmakta ve ArGe tabanlı teknolojik inovasyonların etkileri sınırlı kalmaktadır (Cirera, 2015; Navarro vd., 2010). Bu bağlamda, hem teknolojik hem de teknolojik olmayan inovasyonların verimliliğe etkilerinin bir arada incelenmesi önem arz etmektedir. Özellikle teknolojik olmayan inovasyonların, teknolojik inovasyonların başarı oranını artırarak dolaylı faydalar sağladığı belirtilmektedir (Schmidt ve Rammer, 2007).

Bu çalışmada, Türkiye örneğinde teknolojik ve teknolojik olmayan inovasyonların firma verimliliği üzerindeki etkileri incelenmektedir. Çalışmanın temel amacı, bu iki inovasyon türünün birbirini nasıl tamamladığını ve firma verimliliğine olan etkilerini anlamaktır. Oslo Kılavuzu'nun (2005) metodolojik çerçevesine dayanan bu çalışma, CDM (Crépon, Duguet, Mairesse) modeli kullanılarak firmaların inovasyon girdilerinin, çıktılarının ve verimlilik etkilerinin detaylı bir şekilde analizini içermektedir. Çalışma, hem söz konusu yöntemi inovasyon üzerinden düzenlemesi hem de Türkiye örneğini ele alması bakımından literatürdeki boşluğu doldurmaktadır.

Ampirik analizde, Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2022 Yenilik Araştırması ve Sanayi ve Hizmet İstatistikleri verileri kullanılmaktadır. Bu kapsamlı veri seti, firmaların teknolojik ve teknolojik olmayan inovasyon faaliyetlerine yönelik kararlarını ve bu faaliyetlerin verimlilik üzerindeki etkilerini değerlendirmek için güçlü bir temel sunmaktadır.

2) İnovasyon Girdisi olarak ArGe ve ArGe-Dışı Yatırımlar

Literatürde, inovasyon girdisi olarak ArGe ve ArGe-dışı inovasyon yatırımları iki temel unsur olarak yer almaktadır. Geleneksel yaklaşımlar genellikle ArGe'yi inovasyonun temel girdisi olarak merkez almaktadır. Bu durum ArGe'nin yenilikçi faaliyetlerin temel tetikleyicisi olduğu varsayımına dayanmaktadır (Smith, 2005). Bununla birlikte, Kline ve Rosenberg (1986) gibi araştırmacılar, ArGe'nin inovasyon için tek kaynak olmadığını ve ArGe-dışı faaliyetlerin de firmaların verimlilikleri üzerinde önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Evangelista vd., (1998) Avrupa Birliği ülkeleri üzerine yaptığı çalışmalarda, firmaların inovasyon harcamalarında en büyük payın ArGe-dışı faaliyetlere ayrıldığını göstererek bu görüşü desteklemektedir.

ArGe ve ArGe-dışı yatırımlar, gelişmekte olan ülkeler (GOÜ) açısından değerlendirildiğinde, ArGe-dışı harcamaların önemi daha da belirgin hale gelmektedir. GOÜ'de ArGe yatırımları, genellikle finansal kaynakların yetersizliği, insan sermayesi eksikliği ve ArGe projelerinin uzun vadeli ve riskli doğası nedeniyle sınırlı düzeydedir (Navarro vd., 2010). Bu ülkelerdeki firmaların gerçekleştirdiği inovasyonlar büyük ölçüde adımsal yeniliklerden oluşmaktadır. GOÜ'lerde inovasyon çoğunlukla makine-teçhizat alımı, teknoloji lisans anlaşmaları ve tersine mühendislik uygulamaları gibi yöntemlere dayanmaktadır (Fagerberg vd., 2010). Bu nedenle, ArGe-dışı faaliyetlerin, bu ülkelerin inovasyon süreçlerinde ArGe'ye kıyasla daha etkili bir rol oynadığı görülmektedir.

Gelişmiş ülkeler (GÜ) bağlamında değerlendirildiğinde ise ArGe faaliyetleri, bu ülkelerin teknoloji yoğun sektörlerinde önemli bir rol oynasa da, ArGe-dışı faaliyetlerin de yenilik süreçlerinde sıkça kullanıldığı bilinmektedir. Kanada ve Avrupa Birliği'nde birçok firmanın yenilikçi faaliyetlerini ArGe-dışı yollarla gerçekleştirdiği gözlemlenmiştir (Arundel vd., 2007). Dolayısıyla hem GOÜ hem de GÜ'lerin inovasyon-verimlilik analizlerinde, yalnızca ArGe değil, ArGe-dışı faaliyetlerin de dikkate alınması gerekliliği açıktır.

ArGe ve ArGe-dışı faaliyetlerin birbirini tamamladığı ampirik çalışmalarla da ortaya konmuştur (Cabagnols & Le Bas, 2002). Örneğin, ArGe-dışı faaliyetler, ileri üretim teknolojileri ve süreç yenilikleriyle maliyetlerin düşürülmesine katkıda bulunurken, ArGe faaliyetleri bu yeniliklerin daha radikal ve rekabetçi hale gelmesini sağlamaktadır (Huang vd., 2010). Ayrıca, ArGe-dışı faaliyetlerin teknolojik olmayan inovasyonlar (süreç, pazarlama ve organizasyonel inovasyonlar) yoluyla firma verimliliği üzerindeki etkisi de göz ardı edilmemelidir. ArGe-dışı faaliyetler, yeni teknolojilerin benimsenmesi, tersine mühendislik, kademeli iyileştirmeler ve mevcut bilginin yeniden kombinasyonu gibi yöntemlerle inovasyon süreçlerini desteklemektedir. Öte yandan, ArGe faaliyetleri bu süreçlerin daha ileri düzeyde uygulanmasına ve yeni bilgi üretimine katkı sağlamaktadır (Xie, vd., 2019). ArGe yoğun firmalarda, ArGe-dışı faaliyetlerin yeni ürün performansı üzerinde daha güçlü bir etki yaratabileceği; düşük ArGe yoğunluğu olan firmalarda ise ArGe-dışı yollarla süreçlerde yenilikler yapılarak verimlilik artışı sağlanabileceği literatürde sıklıkla vurgulanmaktadır (Marsili & Salter, 2006; Santamaría et al., 2009).

ArGe, bilgi üretimi ve bu bilginin yeni ürün, süreç veya hizmetlere dönüştürülmesi amacıyla yapılan sistematik çalışmaları ifade eder (OECD, 2002). Temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirme olarak üçe ayrılan bu faaliyetler, inovasyon süreçlerinin itici gücüdür. Ancak her ArGe çalışmasının inovasyona dönüşmemesi ve yüksek maliyet-risk içermesi gibi dezavantajlar, ArGe'yi tek başına inovasyon sürecini temsil etmekten alıkoymaktadır (Akçomak & Kalaycı, 2016). Buna karşılık, ArGe-dışı yatırımlar, makine-teçhizat alımı, teknoloji transferi, endüstriyel tasarım, organizasyonel yenilikler ve pazarlama faaliyetleri gibi inovasyonu destekleyen tüm unsurları kapsar (OECD, 2005). Bu faaliyetler, özellikle düşük ve orta teknoloji sektörlerinde daha yaygın kullanılmaktadır. ArGe-dışı faaliyetlerin düşük maliyetli ve düşük riskli olmaları, küçük ve orta ölçekli firmalar tarafından sıklıkla tercih edilmesine neden olmaktadır (Navarro vd., 2010).

Gerek gelişmiş gerekse gelişmekte olan ülkelerde, bu iki girdi, sektörel farklılıklar ve firmaların kaynak kapasitelerine bağlı olarak inovasyon performansında farklı roller üstlenmektedir. Bu nedenle, özellikle GOÜ'lerde inovasyon ve verimlilik analizlerinde yalnızca ArGe'ye odaklanmanın bir eksiklik olduğu, ArGe-dışı faaliyetlerin de analizlere dahil edilmesi gerektiği açıktır. Hem GÜ'ler hem de GOÜ'ler için ArGe ve ArGe-dışı faaliyetlerin birlikte ele alındığı bir yaklaşım, inovasyon süreçlerinin daha kapsamlı ve doğru bir şekilde anlaşılmasına olanak sağlayacaktır.

3) İnovasyon Çıktısı Olarak Teknolojik ve Teknolojik-Olmayan İnovasyonlar

İnovasyonu temsilen ArGe ve ArGe-dışı inovasyon girdileri gibi bu girdilerin sonucu niteliğindeki inovasyon çıktıları da yer almaktadır (Lin & Chen, 2007; Oke, 2007; Gunday vd., 2011). İnovasyon çıktıları, firmaların yenilik süreçlerinin önemli sonuçlarını ifade eder ve genellikle teknolojik ve teknolojik olmayan inovasyonlar olarak sınıflandırılır. Teknolojik inovasyonlar ürün inovasyonlarını kapsarken, süreç, organizasyonel ve pazarlama inovasyonları teknolojik olmayan inovasyonlar olarak değerlendirilmektedir (OECD, 2005).

İnovasyon çıktısı olarak literatürde sıklıkla odak noktada yer alan ürün inovasyonu, yeni veya önemli ölçüde geliştirilmiş bir mal veya hizmetin sunulmasını ifade etmektedir. Oslo Kılavuzu'na (2005) göre bu inovasyon türü, ürünün teknik özelliklerinde, bileşenlerinde, malzemelerinde, kullanım kolaylığında veya işlevsel özelliklerinde önemli iyileştirmeler içermektedir. Ürün inovasyonu, teknolojik yeniliklerin en önemli göstergesidir ve genellikle ArGe faaliyetleri sonucu ortaya çıkmaktadır (Gunday vd., 2011). Ürün inovasyonu, firmaların verimlilik artışında önemli bir rol oynamaktadır. Pazar için yeni bir ürün geliştirmek, firmalara ilk yapan avantajı sağlayarak satış gelirlerini artırabilir ve karlılıkta önemli bir yükselişe yol açabilir (Mohnen & Hall, 2013). Bununla birlikte, ürün inovasyonlarının başarısı, nitelikli işgücü, sermaye yoğunluğu, firma büyüklüğü ve sektörel rekabet gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Waheed,

2011). Ancak ArGe harcamaları sonucu ortaya çıkan ürün inovasyonları, kaynak kapasiteleri sayesinde daha çok GÜ'ler tarafından ortaya çıkmaktadır (Taymaz, 2001).

Bununla birlikte süreç inovasyonu, pazarlama inovasyonu ve organizasyonel inovasyonlar ise literatürde teknolojik olmayan inovasyon çıktıları olarak tanımlanmaktadır (Schmidt & Rammer, 2007; Mothe & Thi, 2010). Süreç inovasyonu, yeni veya önemli ölçüde geliştirilmiş üretim ve teslimat yöntemlerini ifade eder. Bu tür inovasyonlar, üretim maliyetlerini düşürmeyi, ürün kalitesini artırmayı ve üretim süreçlerini daha verimli hale getirmeyi amaçlamaktadır (Oslo Kılavuzu, 2005). Süreç inovasyonları genellikle gelişmiş makine, yazılım ve donanım satın alımı, lojistik sistemlerin iyileştirilmesi ve iş akışlarının yeniden düzenlenmesi gibi ArGe-dışı faaliyetlerle gerçekleştirilmektedir (Reichstein & Salter, 2006). Özellikle GOÜ'lerde, sermaye kıtlığı nedeniyle süreç inovasyonları, maliyet düşürücü etkisi nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir (Waheed, 2011). Bir diğer teknolojik olmayan inovasyon türü olarak organizasyonel inovasyonlar, iş uygulamaları, işyeri organizasyonu veya dış ilişkilerde yeni yöntemlerin uygulanmasını ifade etmektedirler. Organizasyonel inovasyonlar, iş süreçlerinin yeniden yapılandırılması, bilgi yönetimi, müşteri ilişkileri geliştirme ve iş birliklerinin artırılması gibi faaliyetleri içermektedir (OECD, 2005). Bu tür inovasyonlar, işletme maliyetlerini düşürürken işgücü üretkenliğini ve iş süreçlerinin esnekliğini artırabilmektedir (Gunday vd., 2011). Literatürde, organizasyonel inovasyonların diğer inovasyon türleri için kolaylaştırıcı bir rol oynadığı da sıklıkla vurgulanmaktadır. Özellikle teknolojik yeniliklerle birlikte uygulandığında, organizasyonel değişimler firmanın yenilikçi performansını artırdığı bilinmektedir (Damanpour & Evan, 1984). Son olarak teknolojik olmayan inovasyonlardan pazarlama inovasyonu, ürün tasarımı, ambalajlama, fiyatlandırma ve tanıtım yöntemlerinde yapılan önemli değişikliklerle müşteri ihtiyaçlarını daha iyi karşılamayı ve satışları artırmayı hedeflemektedir (Oslo Kılavuzu, 2005). Pazarlama inovasyonu, firmaların müşteri beklentilerini karşılayarak yeni pazarlara ulaşmasına ve mevcut pazarlardaki performansını artırmasına yardımcı olmaktadır (Schilling & Shankar, 2019). Pazarlama inovasyonu ile ürün inovasyonu arasında güçlü bir tamamlayıcılık ilişkisi bulunmaktadır. Yeni bir ürünün başarılı bir şekilde pazarlanması, pazarlama inovasyonu stratejileri ile desteklenebilir ve bu da firmanın finansal performansını olumlu yönde etkilemektedir (John & Davies, 2000).

Teknolojik ve teknolojik olmayan dört inovasyon türünün tümü de üretkenliğe katkıda bulunmaktadır ancak firmaların inovasyon stratejisine göre yaptıkları inovasyonların verimlilik üzerinde etkileri farklılık gösterebilmektedir. GOÜ'lerin inovasyon süreçlerinde ArGe-dışı inovasyon girdisinin daha yoğun olarak yer aldığı düşünüldüğünde, özellikle bu ülkelerde ArGe-dışı inovasyonun sonucu olarak teknolojik olmayan inovasyonlar sıklıkla ortaya çıkarken (Gunday vd., 2011; Wadho & Chaudhry, 2018; Aslan & Aygün, 2019), GÜ'lerde daha sıklıkla ArGe yoğun inovasyonlar neticesi teknolojik inovasyonlar yapılmaktadır. Ancak GÜ'lerin inovasyon süreçlerinde teknolojik girdi ve çıktılar kadar teknolojik olmayan inovasyonların da önemi dikkate alınmalıdır.

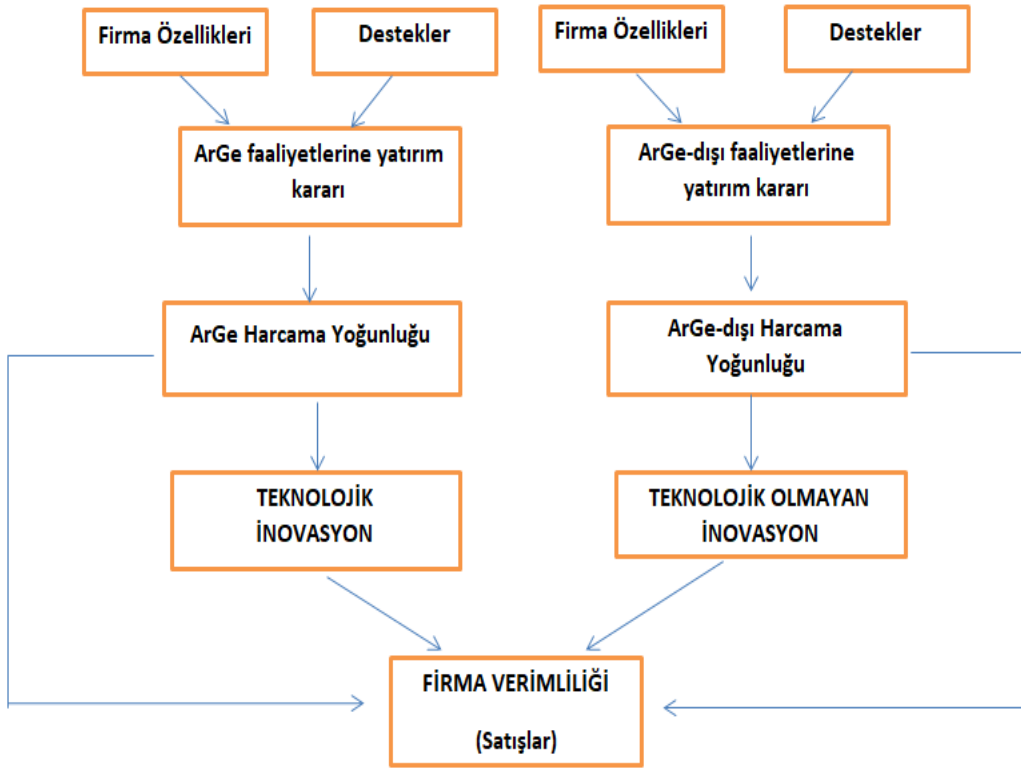
4) Uyarlanmış CDM Modeli ve Ampirik Model

Crépon, Duquet ve Mairesse (1998) tarafından geliştirilen CDM modeli, ArGe, inovasyon ve verimlilik arasındaki dinamik ilişkiyi ele alan önemli bir yaklaşımdır. Model, ArGe faaliyetlerinin inovasyon çıktıları üzerindeki etkisini ve bu çıktılar aracılığıyla firma verimliliğine katkısını analiz etmeyi hedeflemektedir. Bu sistematik çerçeve, ArGe'nin yalnızca inovasyon girdisi olmadığını, aynı zamanda verimlilik üzerinde dolaylı bir etkisi bulunduğunu vurgulamaktadır. Model, firma düzeyindeki inovasyon sürecini üç aşamada ele alır: (1) ArGe faaliyetlerine katılım kararını belirleyen karar denklemi ile ArGe harcama yoğunluğunu belirleyen yoğunluk denklemi (2) ArGe yoğunluğunun inovasyon üzerindeki etkisini belirleyen inovasyon çıktı denklemi ve (3) inovasyon çıktılarının verimliliğe etkisini inceleyen verimlilik denklemdir. Bu yapı, değişkenler arasındaki eşzamanlılık, içsellik ve seçim yanlılığı gibi metodolojik sorunlara çözüm getiren bir yaklaşımla uygulanmaktadır. CDM modeli, ArGe yatırımlarının etkilerini yalnızca yenilikçi firmalarla sınırlı kalmadan analiz edebilme yeteneği sayesinde seçim yanlılığı sorununu minimize eder. Aynı zamanda eşzamanlılık sorununun çözümü için içsel değişkenlerin tahmin edilen değerlerini araç değişkenler olarak kullanmaktadır. Böylece inovasyon girdisi ile çıktısı arasındaki karmaşık ilişkiyi daha tutarlı bir şekilde ortaya koymaktadır (Crépon vd., 1998).

Griffith vd. (2006) gibi sonraki çalışmalar, CDM modelinin hem eşzamanlı hem de sıralı yaklaşımlarla uygulanabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak CDM modeli, ArGe, inovasyon ve verimlilik arasındaki etkileşimlerin daha geniş bir perspektiften anlaşılmasına önemli katkılar sunmaktadır.

4.1. Uyarlanmış CDM Modeli

Bu çalışmada CDM modelinin bir uyarlaması yer almaktadır. Orijinal CDM modelinde yapı, ArGe faaliyetlerine yatırım kararı ve bu faaliyetlere yapılan harcama yoğunluğu sonucu ortaya çıkan inovasyonun firma verimliliğine etkisini incelemekte iken bu çalışma özelinde uyarlanan model yapısı Şekil 1'de gösterilmektedir. Firma özellikleri ve destekler, firmaların ArGe ve ArGe-dışı faaliyetlere yatırım kararını şekillendirmektedir. Bu karar, ArGe harcama yoğunluğu ve ArGe-dışı harcama yoğunluğu üzerinde etkili olmaktadır. ArGe harcama yoğunluğu Teknolojik inovasyonu, ArGe-dışı harcama yoğunluğu Teknolojik olmayan inovasyonu beslemektedir ve Teknolojik inovasyonlar ile Teknolojik olmayan inovasyonlar firmanın çalışan başına satışları yoluyla verimliliklerini etkilemektedir.



Şekil 1: Uyarlanmış Modelin Yapısı

4.2 Ampirik Model

Bu çalışmada kullanılan model, firmaların yenilik süreçlerini ve bu süreçlerin verimlilik üzerindeki etkilerini analiz etmek amacıyla yapılandırılmıştır. Çalışmada kullanılan yapı, Crépon vd. (1998) tarafından geliştirilen CDM modelinin bir uyarlamasıdır. CDM modeli, yenilik sürecinin birbiriyle ilişkili farklı aşamalarını – yenilik girdileri, yenilik çıktıları ve verimlilik – sistematik bir çerçevede ele almaktadır. Bu çalışmada uyarlanan model, Hem ArGe kararı ile yapılan ArGe harcamaları sonucu ortaya çıkan teknolojik inovasyonu hem de ArGe-dışı kararı ile yapılan ArGe-dışı harcamaları sonucu ortaya çıkan teknolojik olmayan inovasyonları tahmin ederek verimlilik üzerindeki etkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu bağlamda, çalışmada kullanılan model, aşağıdaki aşamalara dayalı bir dizi denklemi içermektedir:

1. Karar Denklemleri:

$$ArGe = \beta_{büyük}X_{büyük} + \beta_{sektör}X_{sektör} + \beta_{destekler}X_{destekler} + \varepsilon_1 \quad (1)$$

$$Arge = 1 \quad [Arge^* > 0]$$

$$ArGedisi = \beta_{büyük}X_{büyük} + \beta_{sektör}X_{sektör} + \beta_{destekler}X_{destekler} + \varepsilon_2 \quad (2)$$

$$Argedisi = 1 \quad [Argedisi^* > 0]$$

Denklem-1’de gösterilen karar denklemindeki açıklanan değişken, ArGe: firmaların “ArGe yenilik harcaması yaptı mı?” sorusuna verdiği yanıtı gösteren bir kukla değişkendir ve $Arge^* > 0$ olması durumunda ArGe faaliyetlerine yatırım yaptığı varsayılmaktadır. Buna ilave olarak Denklem-1’de yer alan açıklayıcı değişkenlerden; $X_{büyük}$ firma büyüklüğünü (çalışan sayısına bağlı olarak; küçük (50-249), orta (250-499) ve büyük (500+) olacak şekilde sınıflanmıştır); $X_{sektör}$, firmanın sektör bilgisini (Nace Rev. 2¹); $X_{destekler}$, firmanın maddi bir destek alıp almadığını (yerelden-belediye/valilik-, merkezi kamu kuruluşlarından, Horizon veya diğer AB’den finansal desteği alıyorsa, ArGe, yenilik veya diğer vergi istisnalarından yararlandıysa 1; diğer durumlarda 0 değerini almak üzere) göstermektedir. Buna bağlı olarak $\beta_{büyük}$, $\beta_{sektör}$, $\beta_{destekler}$ parametreleri ilişkili katsayı vektörünü ve ε_1 ise karar denkleminin hata terimini göstermektedir.

Denklem-2’de açıklanan değişken ArGedisi: firmaların “ArGe-dışında yenilik harcaması yaptı mı?” sorusuna verdiği yanıtı gösteren bir kukla değişkendir ve $Argedisi^* > 0$ olması durumunda ArGe-dışı faaliyetlere yatırım yaptığı varsayılmaktadır. Diğer açıklayıcı değişkenler; yukarıda ifade edilen Denklem-1 ile benzer olarak; $X_{büyük}$ firma büyüklüğünü; $X_{sektör}$, firmanın sektör bilgisini, $X_{destekler}$ ise firmanın maddi bir destek alıp almadığını göstermektedir. Buna bağlı olarak $\beta_{büyük}$, $\beta_{sektör}$, $\beta_{destekler}$ parametreleri ilişkili katsayı vektörünü ve ε_2 ise karar denkleminin hata terimini göstermektedir.

2. Yoğunluk Denklemi:

Yoğunluk denklemlerinde yer alan açıklanan değişkenler ArGe yoğunluğu ve ArGe-dışı yoğunluğu ile ifade edilmektedir.

$$Arge_yoğ: \beta_{imr_ArGe}X_{imr_ArGe} + \beta_{büyük}X_{büyük} + \beta_{destekler}X_{destekler} + \varepsilon_3 \quad (3)$$

$$Arge_disi_yoğ: \beta_{imr_ArGedisi}X_{imr_ArGedisi} + \beta_{büyük}X_{büyük} + \beta_{destekler}X_{destekler} + \varepsilon_4 \quad (4)$$

Denklem-3’te gösterilen ArGe yoğunluk denklemindeki açıklanan değişken, $Arge_yoğ$: çalışan başına ArGe yenilik harcamaları ile ifade edilmektedir. Açıklayıcı değişkenler; X_{imr_ArGe} : olası seçim yanlılığını düzeltmek için Denklem-1’den gelen ters çevrilmiş “Mill’s Oranı”dır (Heckman, 1979), Yine Denklem-1 ile açıklandığı üzere; $X_{büyük}$ firma büyüklüğünü, $X_{destekler}$ firmanın maddi bir destek alıp almadığını göstermektedir. Buna bağlı olarak β_{imr_ArGe} , $\beta_{büyük}$, $\beta_{destekler}$ parametreleri ilişkili katsayı vektörünü ve ε_3 ise ArGe yoğunluk denkleminin hata terimini göstermektedir.

Denklem-4’te gösterilen ArGe-dışı yoğunluk denklemindeki açıklanan değişken, $Arge_disi_yoğ$: çalışan başına ArGe-dışı yenilik harcamalarını ifade ederken açıklayıcı değişkenler; $X_{imr_ArGedisi}$: olası seçim yanlılığını düzeltmek için Denklem-2’den gelen ters çevrilmiş “Mill’s Oranı”dır (Heckman, 1979). Diğer değişkenler ise yine Denklem-1’de açıklandığı üzere; $X_{büyük}$ firma büyüklüğünü ve $X_{destekler}$ ise firmanın maddi bir destek alıp almadığını göstermektedir. Buna bağlı olarak $\beta_{imr_ArGedisi}$, $\beta_{büyük}$, $\beta_{destekler}$ parametreleri ilişkili katsayı vektörünü ve ε_4 ise ArGe-dışı yoğunluk denkleminin hata terimini göstermektedir.

¹ Bu aşamada Türkiye İstatistik Kurumu’nun referans aldığı “Ekonomik Faaliyetlerin İstatistiki Sınıflaması” olarak adlandırılan NACE. Rev.2’nin kısımları dikkate alınmıştır.

3. İnovasyon Denklemi:

Üçüncü denklemde, inovasyon çıktıları açıklanmaktadır. CDM modelinin orijinalinde inovasyon çıktısını ifade etmek için iki farklı değişkene (patent sayısı ve yenilikçi satışların payı) yer verilmektedir. Bu çalışmada açıklanan değişkenler: ArGe harcamalarının bir sonucu olan Teknolojik İnovasyonlar ve ArGe-dışı inovasyon harcamalarının çıktısı olarak Teknolojik olmayan inovasyonlarla ifade edilmektedir.

$$TEKNOLOJİK: \beta_{Arge_yoğ} \widehat{X}_{Arge_yoğ} + \beta_{büyük} X_{büyük} + \beta_{sektör} X_{sektör} + \beta_{patent} X_{patent} + \beta_{isbirliği} X_{isbirliği} + \beta_{engeller} X_{engeller} + \varepsilon_5 \quad (5)$$

$$TEKNOLOJİK_OLM: \beta_{Argedisi_yoğ} \widehat{X}_{Argedisi_yoğ} + \beta_{büyük} X_{büyük} + \beta_{sektör} X_{sektör} + \beta_{FM} X_{FM} + \beta_{isbirliği} X_{isbirliği} + \beta_{engeller} X_{engeller} + \varepsilon_6 \quad (6)$$

Denklem-5'te yer alan *TEKNOLOJİK*; ile gösterilen açıklanan değişken ürün inovasyonunu, açıklayıcı değişkenlerden $\widehat{X}_{Arge_yoğ}$ Denklem 3'ten tahmin edilen ArGe yoğunluğu değişkenini ifade ederken diğer değişkenler Denklem-1'de de açıklandığı üzere; $X_{büyük}$ firma büyüklüğünü, $X_{sektör}$, firmanın sektör bilgisini göstermekte ve farklı olarak bu denklemde X_{patent} firmanın patent koruması olup olmadığını (Patent koruması varsa 1; diğer durumda 0); $X_{isbirliği}$ firmanın ArGe, ArGe-dışı veya diğer faaliyetlerini içeren iş birliği olup olmadığını (iş birliği varsa 1; diğer durumda 0); $X_{engeller}$ firmanın yenilik yapmasını durduran ya da azaltan faktörler olup olmadığını (Finansal veya nitelikli personel kaynak eksikliği, Yeniliğe talebin azaltıcı veya durdurucu etkisi, diğer nedenlerin yeniliği azaltıcı veya durdurucu etkisi varsa 1; diğer durumda 0) göstermektedir. Buna bağlı olarak $\beta_{Arge_yoğ}$, $\beta_{sektör}$, $\beta_{büyük}$, β_{patent} , $\beta_{isbirliği}$, $\beta_{engeller}$ parametreleri ilişkili katsayı vektörünü ve ε_5 ise inovasyon denkleminin hata terimini göstermektedir.

Denklem-6'da yer alan *TEKNOLOJİK_OLM*; ile gösterilen açıklanan değişken süreç inovasyonunu, mal üretme veya hizmet sağlama yöntemleri, mal veya hizmet geliştirme yöntemleri, lojistik, teslimat ve dağıtım yöntemleri, bilgi işlem veya iletişim yöntemleri, muhasebe veya diğer idari işlemler için yöntemler, prosedürleri veya dış ilişkileri düzenlemek için iş uygulamaları, iş sorumluluğu, karar verme veya insan kaynakları yönetimini organize etme yöntemleri, tutundurma, ambalajlama, fiyatlama, ürün yerleştirme veya satış sonrası hizmetler için pazarlama yöntemlerini kapsamaktadır. Açıklayıcı değişkenlerden $\widehat{X}_{Argedisi_yoğ}$ Denklem 4'te tahmin edilen ArGe-dışı yoğunluk değişkenini göstermektedir. Bununla birlikte $X_{büyük}$ firma büyüklüğünü ve $X_{sektör}$ firmanın sektör bilgisini gösterirken farklı olarak bu denklemde yer alan X_{FM} firmanın fikri mülkiyet koruması olup olmadığını (Endüstriyel tasarım tescili, ticari marka, telif hakkı ya da ticari sır korumalarından biri varsa 1; diğer durumda 0), $X_{isbirliği}$ firmanın ArGe, ArGe-dışı veya diğer faaliyetlerini içeren işbirliği olup olmadığını ve son olarak $X_{engeller}$ ise firmanın yenilik yapmasını durduran ya da azaltan faktörler olup olmadığını (Finansal veya nitelikli personel kaynak eksikliği, Yeniliğe talebin azaltıcı veya durdurucu etkisi, diğer nedenlerin yeniliği azaltıcı veya durdurucu etkisi varsa 1; diğer durumda 0) göstermektedir. Buna bağlı olarak $\beta_{Argedisi_yoğ}$, $\beta_{sektör}$, $\beta_{büyük}$, β_{FM} , $\beta_{isbirliği}$, $\beta_{engeller}$ parametreleri ilişkili katsayı vektörünü ve ε_6 ise inovasyon denkleminin hata terimini göstermektedir.

4. Verimlilik Denklemi:

Dördüncü aşamada açıklanan değişken *Verimlilik Çalışan başına ciro* ile temsil edilmektedir. *Verimlilik* için iki farklı tahmin, Denklem-8 ve Denklem-9'da gösterilmiştir.

$$\text{Verimlilik(1): } \beta_{TEKNOLOJİK} \widehat{X}_{TEKNOLOJİK} + \beta_{TEKNOLOJİK_OLM} \widehat{X}_{TEKNOLOJİK_OLM} + \beta_{büyük} X_{büyük} + \beta_{sektör} X_{sektör} + \beta_{makina} X_{makina} + \beta_{üniversite} X_{üniversite} + \beta_{calisan} X_{calisan} + \varepsilon_7 \quad (8)$$

$$\text{Verimlilik(2): } \beta_{Arge_yoğ} \widehat{X}_{Arge_yoğ} + \beta_{Argedisi_yoğ} \widehat{X}_{Argedisi_yoğ} + \beta_{büyük} X_{büyük} + \beta_{sektör} X_{sektör} + \beta_{makina} X_{makina} + \beta_{üniversite} X_{üniversite} + \beta_{calisan} X_{calisan} + \varepsilon_8 \quad (9)$$

Denklem-8'de yer alan açıklayıcı değişkenlerden, $\hat{X}_{TEKNOLOJİK}$ ve $\hat{X}_{TEKNOLOJİK_OLM}$ bir önceki Denklem-6 ve Denklem-7'de tahmin edilen teknolojik inovasyon ve teknolojik olmayan inovasyonu göstermektedir. Diğer yandan Denklem-1'den bilindiği gibi $X_{büyük}$ firma büyüklüğünü ve $X_{sektör}$ firmanın sektör temsil ederken; farklı olarak bu denklemde yer alan X_{makina} firmaların kullandığı makinalardan veya yeni teknolojik makinalardan, yurtiçi ya da AB'den makine teçhizat alımı durumunun olup olmadığını (varsa 1, yoksa 0 olmak üzere), $X_{üniversite}$ firmaların istihdamı içinde yükseköğrenim oranını ve son olarak $X_{çalışan}$ firmalardaki çalışan sayısını göstermektedir. Buna bağlı olarak $\beta_{TEKNOLOJİK}$, $\beta_{TEKNOLOJİK_OLM}$, $\beta_{büyük}$, $\beta_{sektör}$, β_{makina} , $\beta_{üniversite}$, $\beta_{çalışan}$; parametreleri ilişkili katsayı vektörünü ve ε_7 ise verimlilik denkleminin hata terimini temsil etmektedir.

Denklem-9'da yer alan açıklayıcı değişkenlerden, $\hat{X}_{Arge_yoğ}$ ve $\hat{X}_{Argedisi_yoğ}$ Denklem-3 ve Denklem-4'te tahmin edilen ArGe yoğunluğu ve ArGe-dışı yoğunluğunu ifade etmektedir. Benzer şekilde Denklem-1'de açıklanan $X_{büyük}$ firma büyüklüğünü ve $X_{sektör}$ firmanın sektör bilgisini göstermekte ve Denklem-8'de ifade edildiği gibi X_{makina} firmaların kullandığı makinalardan veya yeni teknolojik makinalardan, yurtiçi ya da AB'den makine teçhizat alımı durumunun olup olmadığını, $X_{üniversite}$ firmaların istihdamı içinde yükseköğrenim oranını ve son olarak $X_{çalışan}$ firmalardaki çalışan sayısını göstermektedir. Buna bağlı olarak $\beta_{Arge_yoğ}$, $\beta_{Argedisi_yoğ}$, $\beta_{büyük}$, $\beta_{sektör}$, β_{makina} , $\beta_{üniversite}$, $\beta_{çalışan}$; parametreleri ilişkili katsayı vektörünü ve ε_8 ise verimlilik denkleminin hata terimini göstermektedir.

5. Veriler, Değişkenler ve Tahmin Sonuçları

5.1 Veriler

Bu çalışmada kullanılan veriler, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından sağlanan mikro düzeydeki "Yenilik Araştırması" ve "Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri" veri setlerinden elde edilmiştir. Çalışmada, Türkiye'deki firmaların teknolojik ve teknolojik olmayan inovasyonlarının firma verimliliği üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla 2022 yılına ait verilerden yararlanılmıştır. Bu veri setleri, Türkiye'deki firmaların yenilikçi faaliyetlere yönelik harcamaları, bu harcamaların yoğunluğu, inovasyon çıktıları ve firma verimliliği ile ilgili ayrıntılı bilgiler sunmaktadır. Veri seti, Türkiye ekonomisinin farklı sektörlerinde faaliyet gösteren firmaları kapsamaktadır. Bu sektörler arasında imalat sanayi, hizmetler, toptan ve perakende ticaret, inşaat, tarım ve ormancılık ile ulaşım ve depolama gibi çeşitli endüstriler yer almaktadır. Araştırmanın örneklemini, toplamda 5.514 firmadan oluşmaktadır. Bu firmalar mikro, küçük, orta ve büyük ölçekli işletmeler olarak sınıflandırılmıştır ve büyüklükleri yıllık ciro ve çalışan sayısı gibi kriterlere dayanmaktadır. Verilerin analizi, STATA yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

5.2 Değişkenler

Çalışmada kullanılan 2022 dönemini kapsayan veriler ve bu verilerle ilişkili değişkenlerin tanımlamaları, literatürle bağlantıları ve modeldeki rollerine dair açıklamalar ilişkilerin doğru bir şekilde analizi için önemlidir. Çalışmada kullanılan değişkenlerin büyük bir kısmı, yenilik faaliyetleri ve firma verimliliğini ölçmek amacıyla literatürde yaygın olarak kullanılan göstergelerle uyumludur. Ancak, bazı değişkenler için logaritma dönüşümü, oranlar ve kukla değişkenler gibi özel işlemler uygulanmıştır. Tablo 1'de yer alan değişkenler TÜİK Yenilik Anketi Soru Setleri ve Yıllık Sanayi ve Hizmet İstatistikleri veri setlerinden alınarak düzenlenmiştir.

Tablo-2'de Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Çalışmanın tanımlayıcı istatistiklerine göre, firmaların %48'i ArGe harcaması yaparken, %49'u ArGe dışı yenilik harcamalarında bulunmaktadır. Çalışan başına düşen ArGe yoğunluğu ortalama 9,55 iken, ArGe dışı yoğunluğu 7,49'dur. Teknolojik inovasyon gerçekleştiren firmaların oranı %56, teknolojik olmayan inovasyon gerçekleştirenlerin oranı ise %88 olup, teknolojik olmayan inovasyonların daha yaygın olduğunu göstermektedir. Çalışan başına düşen verimlilik değerleri 4,85 ile 21,65 arasında değişirken, ortalama 14,10'dur. Firma ölçeklerine bakıldığında, büyük ölçekli firmalar %19, orta ölçekli firmalar %23, küçük ölçekli firmalar %23, mikro ölçekli firmalar ise %35 ile örnekleme en yüksek orana sahiptir. Çalışan sayısı ortalama 4,75 ile genelde küçük ve orta ölçekli firmaların baskın olduğunu teyit etmektedir. Firmaların

yalnızca %4'ü yerel desteklerden, %32'si ulusal desteklerden, %4'ü ise AB desteklerinden faydalanırken, %56'sı vergi teşviklerinden yararlanmaktadır. Patent tesciline sahip firmalar %37, fikri mülkiyet hakkı tesciline sahip firmalar ise %65 ile yenilik çıktılarını koruma konusunda görece daha iyi durumdadır. İşbirliklerine katılan firmaların oranı %46'dır, bu da iş birliklerinin önemli bir seviyede olduğunu göstermektedir. Firmaların %26'sı finansal kaynak yetersizliğini, %28'i ise talep yetersizliğini yenilik faaliyetleri önündeki bir engel olarak görmektedir. Buna karşın, %68 oranında firma makine ve teknoloji yatırımı yapmıştır. Üniversite mezunu çalışan oranı 1 ile 7 arasında değişmekte olup, ortalama 4,31'dir. Bu, firmaların eğitilmiş işgücüne sahip olduğunu ancak daha yüksek oranlarda üniversite mezunu çalışan istihdam etme potansiyelinin bulunduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Değişkenlerin tanımı

Değişkenler	Kaynak	Tanımlama
ArGe	YA	Kukla= 1 Eğer ArGe yenilik harcaması pozitif ise, aksi taktirde 0.
ArGe_disi	YA	Kukla = 1 Eğer ArGe dışında yenilik harcaması pozitif ise, aksi taktirde 0.
ArGe_yog	YA-YSHİ	Çalışan başına ArGe yenilik harcaması
ArGe_disi_yog	YA-YSHİ	Çalışan başına ArGe-dışı yenilik harcaması
Teknolojik	YA	Teknolojik İnovasyonlar: Kukla = 1 Eğer yeni ya da önemli derecede iyileştirilmiş mal/hizmet sunulduysa, aksi taktirde 0. Teknolojik Olmayan İnovasyonlar: Kukla = 1 Eğer 7 adet iş sürecinden biri (Mal üretme veya hizmet sağlama yöntemleri (mal veya hizmet geliştirme yöntemleri, Lojistik, teslimat ve dağıtım yöntemleri, Bilgi işlem veya iletişim yöntemleri, Muhasebe veya diğer idari işlemler için yöntemler, Prosedürleri veya dış ilişkileri düzenlemek için iş uygulamaları, İş sorumluluğu, karar verme veya insan kaynakları yönetimini organize etme yöntemleri, Tutundurma, ambalajlama, fiyatlama, ürün yerleştirme veya satış sonrası hizmetler için pazarlama yöntemleri dahil) var ise, aksi taktirde 0.
Teknolojik_olm	YA	
Verimlilik	YA-YSHİ	Ln(calisan basına ciro)
buyuk	YA	Kukla = 1 Eğer Çalışan sayısı 500+
Orta	YA	Kukla = 1 Eğer Çalışan sayısı 250-499
kucuk	YA	Kukla = 1 Eğer Çalışan sayısı 50-249
cokkucuk	YA	Kukla = 1 Eğer Çalışan sayısı 10-49
calisan	YSHİ	Ln(Çalışan Sayısı)
destek_yerel	YA	Kukla = 1 Eğer Yerelden -belediye/valilik- finansal destek alıyorsa, aksi taktirde 0.
destek_ulusal	YA	Kukla = 1 Eğer Merkezi kamu kuruluşlarından destek alıyorsa, aksi taktirde 0.
destek_AB	YA	Kukla = 1 Eğer Horizon veya diğer AB finansal desteği alıyorsa, aksi taktirde 0.
destek_vergi	YA	Kukla = 1 Eğer ArGe, Yenilik veya diğer vergi istisnalarından yararlandıysa, aksi taktirde 0.
Patent	YA	Kukla = 1 Eğer Patent kullanımı varsa, aksi taktirde 0.
FM	YA	Kukla = 1 Eğer Endüstriyel tasarım tescili, Ticari marka, Telif hakkı başvurusu veya Ticari sır kullanımı varsa, aksi taktirde 0.
isbirligi	YA	Kukla = 1 Eğer ArGe, ArGe dışı veya diğer faaliyetleri içeren işbirlikleri varsa, aksi taktirde 0.
engel_kaynak	YA	Kukla = 1 Eğer Finansal veya nitelikli personel kaynak eksikliği yeniliği azaltıcı ve durdurucu etki yaratıyorsa, aksi taktirde 0.
engel_talep	YA	Kukla = 1 Eğer Yeniliğe talebin azaltıcı veya durdurucu etki yaratıyorsa, aksi taktirde 0.
makina	YA	Kukla = 1 Eğer Kullanılan makinalardan veya yeni teknolojik makinalardan satın alma, Yurtiçi ya da AB'den makine teçhizat alımı varsa, aksi taktirde 0.
Universite	YA	İstihdam edilenlerin yaklaşık yüzde kaçını yüksek öğrenim derecesi %0=1, %1 - %5'ten az ise 2, %5 - %10'dan az ise 3, %10 - %25'ten az ise 4, %25 - %50'den az ise 5, %50 - %75'ten az ise 6, %75'ten fazla ise 7.

Tablo 2. Değişkenlerin Süt Geçim ve Gökmen (MFE) (2022): 132-148, 2024, www.ijtebs.org

Değişkenler	Minimum	Maksimum	Ortalama
ArGe	0	1	0,48
ArGe_disi	0	1	0,49
ArGe_yog	-6,88	17,07	9,55
ArGe_disi_yog	-6,10	19,71	7,49
Teknolojik	0	1	0,56
Teknolojik_Olm	0	1	0,88
Verimlilik	4,85	21,65	14,10
buyuk	0	1	0,19
orta	0	1	0,23
kucuk	0	1	0,23
cokkucuk	0	1	0,35
calisan	2,20	10,05	4,75
destek_yerel	0	1	0,04
destek_ulusal	0	1	0,32
destek_AB	0	1	0,04
destek_vergi	0	1	0,56
Patent	0	1	0,37
FM	0	1	0,65
isbirligi	0	1	0,46
engel_kaynak	0	1	0,26
engel_talep	0	1	0,28
makina	0	1	0,68
Universite	1	7	4,31

5.3 Tahmin Sonuçları

Bu bölümde, çalışmada kullanılan veri seti için uyarlanan CDM modelinin tahmin sonuçları yer almakta ve yorumlanmaktadır. İlk olarak, Heckman (1979) tarafından geliştirilen ve seçim yanlılığını kontrol etmeye yönelik kullanılan iki aşamalı model çerçevesinde, ilk aşamada firmaların ArGe ve ArGe-dışı harcama yapma kararlarını etkileyen faktörler incelenmiştir. Daha sonra, bu harcamaların yoğunluk düzeyine ilişkin tahmin sonuçları sunulmaktadır. Ardından inovasyon tahmin sonuçları sunulacak ve tartışılacaktır. Son olarak da Teknolojik ve Teknolojik olmayan inovasyonların firma verimliliği üzerindeki etkilerini gösteren verimlilik tahmin sonuçları değerlendirilecektir.

5.3.1. Yoğunluk Tahmin Sonuçları

Heckman (1979) tarafından geliştirilen seçim modeli, seçim yanlılığını kontrol etmek için kullanılan bir ekonometrik yöntemdir. Bu yöntem, gözlemlerin yalnızca belirli bir alt kümesinin mevcut olduğu durumlarda uygulanmaktadır. Bu çalışmada, Teknolojik ve Teknolojik olmayan inovasyonların firma verimliliği üzerindeki etkisini analiz etmek amacıyla oluşturulan modelin ilk aşamasında, firmaların ArGe ve ArGe-dışı harcama yapma kararları ve bu harcamaların yoğunluğu iki ayrı denklem ile tahmin edilmiştir. Seçim yanlılığını kontrol etmek için kullanılan ters Mills oranı (imr), Heckman modelinin iki aşamalı yaklaşımıyla tahmin edilmekte ve ikinci aşamada yer alan yoğunluk denkleminde dahil edilerek seçim yanlılığının düzeltilmesi sağlanmaktadır.

Modelin ilk aşamasında elde edilen tahmin sonuçları Tablo 3'te sunulmakta olup, seçim yanlılığının varlığını değerlendirmek için Lambda değerleri dikkate alınmaktadır. İlk aşamada elde edilen imr, modelin ikinci aşamasında seçim yanlılığını düzeltmek için kullanılan kritik bir parametre olarak öne çıkmaktadır. Tablo 3'teki ilk aşama bulguları, ArGe ve ArGe-dışı harcama kararı ve ArGe yoğunluğu ve ArGe-dışı yoğunluk denklemlerinin birlikte tahmin edilerek seçim yanlılığının varlığını göstermektedir. Tablo 3'te yer alan ikinci aşama ise yanlılığın düzeltilmiş tahmin sonuçlarını içermektedir. Bu çerçevede, modelin seçim yanlılığını etkili bir şekilde ele aldığı ve tahminlerde doğruluğu artırdığı görülmektedir.

İlk aşama tahminlerinde Lambda katsayısının anlamlı olup olmadığı, seçim önyargısının varlığını göstermektedir. Buna göre ilk aşama sonuçlarında, ArGe karar ve ArGe yoğunluk denklemlerine ait -3,66 lambda değeri (p-değeri <0.05) ve ArGe-dışı karar ve ArGe-dışı yoğunluk denklemlerine ait 1,79 lambda değeri (p-değeri <0.05) ile Lambda'nın istatistiksel olarak anlamlı olması, seçim yanlılığının varlığını doğrulamaktadır. Tablo 3'teki ArGe ve ArGe-dışı karar tahmin sonuçları incelendiğinde açıklayıcı değişkenlerden destekler dışında tümü benzer şekilde anlamlı etkileri bulunmakta iken yerel desteklerin ArGe-dışı kararı için pozitif ve anlamlı, ulusal desteklerinse ArGe kararı için pozitif ve anlamlı etkileri olduğu görülmektedir.

Tablo 3'te ikinci aşama ArGe ve ArGe-dışı yoğunluk denklemlerinin tahmininde seçim yanlılığını düzeltmek için Heckman yöntemi ile tahmin edilen ters mills oranı (imr) modele eklenmiştir. Tahmin sonuçlarına göre imr_ArGe ve imr_ArGedisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sonuç olarak ilk aşamada seçim yanlılığı içeren dönemler için tahmin edilen imr katsayısı, ikinci aşama tahminlerinde yer alarak seçim yanlılığını düzeltmiştir. Ayrıca ikinci aşama tahmin sonuçlarında, ArGe ve ArGe-dışı yoğunluğunu belirlemede; firma büyüklüğü, yerel, ulusal ve AB desteklerinin etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Heckman seçim modeli: (iki-aşama tahmin)

Değişkenler	ArGe Kararı	ArGe-dışı Kararı	ArGe Yoğunluğu	ArGe-dışı Yoğunluğu
imr_ArGe	--	--	-3,66*** (0,24)	--
imr_ArGedisi	--	--	--	1,79** (0,84)
<i>Firma Büyüklükleri</i>				
buyuk	0,77*** (0,05)	-0,44*** (0,05)	-2,56*** (0,16)	-2,31*** (0,31)
orta	0,35*** (0,05)	-0,37*** (0,04)	-1,47*** (0,15)	-2,14*** (0,27)
kucuk	0,17*** (0,05)	-0,14*** (0,05)	-0,69*** (0,15)	-1,12*** (0,19)

<i>Destekler</i>				
Destek_yerel	-0,06 (0,09)	0,17*** (0,08)	-0,94*** (0,23)	-1,03*** (0,35)
Destek_ulusal	0,51*** (0,42)	0,01 (0,04)	-0,60*** (0,14)	0,36** (0,16)
Destek_AB	0,33 (0,09)	-0,01 (0,08)	-0,50*** (0,20)	-0,85** (0,36)
Destek_vergi	0,53*** (0,04)	0,06 (0,04)	0,13 (0,18)	0,77*** (0,15)
Sektor Dummy	Var	Var	Yok	Yok
sabit	-1,44*** (0,11)	-0,03 (0,09)	14,07*** (0,39)	6,45*** (0,71)
lambda	-3,66*** (0,31)	1,79*** (0,87)		
Rho	-0,98	0,48		
Sigma	3,72	3,71		
Gözlem sayısı	5.514	5.514	2.109	2.288
Wald Chi^2	181,82***	115,63***		
F değeri			77,71***	18,68***

*** $\alpha=0,01$ düzeyinde istatistiksel anlamlılığı; ** ise $\alpha=0,05$ düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir

5.3.2. İnovasyon Tahmin Sonuçları

Tablo 4, Probit modeli kullanılarak tahmin edilen teknolojik ve teknolojik olmayan inovasyon sonuçlarını içermektedir. Bu aşamada gerçekleştirilen iki ayrı tahminde, ilk olarak ArGe yoğunluğu ve diğer açıklayıcı değişkenlerin teknolojik inovasyon üzerindeki etkileri, ikinci olarak ise ArGe-dışı yoğunluğu ve diğer açıklayıcı değişkenlerin teknolojik olmayan inovasyon üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. İnovasyon tahmininde, bir önceki aşamada elde edilen Ar-Ge yoğunluğu (ArGe_yog_hat) ve ArGe-dışı yoğunluk (ArGe_disi_yog_hat), araç değişken olarak kullanılarak bu değişkenlerin inovasyon türleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Tablo 4. Probit modeli (Teknolojik İnovasyon -Teknolojik Olmayan İnovasyon tahmin)

DEĞİŞKENLER	TEKNOLOJİK İNOVASYON	TEKNOLOJİK-OLMAYAN İNOVASYON
ArGe_yog_hat	0,12*** (0,02)	--
ArGe_disi_yog_hat	--	0,15*** (0,05)
<i>Firma Büyüklükleri</i>		
buyuk	0,21*** (0,05)	0,21** (0,10)
orta	0,03 (0,05)	0,13 (0,09)
kucuk	0,01 (0,04)	0,01 (0,07)
Patent	0,47*** (0,04)	--
FM	--	0,21*** (0,05)
isbirliği	0,55*** (0,04)	0,69*** (0,05)
Engel_kaynak	-0,03 (0,04)	0,05 (0,05)
Engel_talep	-0,30*** (0,04)	-0,24*** (0,05)

Sektor Dummy	Var	Var
sabit	-1,69*** (0,20)	-0,39 (0,41)
Chi^2	910,82***	327,58***
R^2	0,12	0,08
Gözlem sayısı	5.514	5.514

*** $\alpha=0,01$ düzeyinde istatistiksel anlamlılığı; ** ise $\alpha=0,05$ düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4'teki teknolojik inovasyon tahmin sonuçlarına göre, ArGe_yog_hat değişkeninin katsayısı pozitif ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu sonuç, ArGe harcamalarının teknolojik inovasyonun önemli bir belirleyicisi olduğunu göstermektedir. Özellikle büyük ölçekli firmalar için yüksek ArGe harcama yoğunluğunun teknolojik inovasyon süreçlerine doğrudan katkı sağladığı ve bu firmaların inovasyon faaliyetlerinde patent ve iş birliklerinin önemli bir rol oynadığı ortaya konmuştur. Benzer şekilde, Tablo 4'te yer alan teknolojik olmayan inovasyon tahmin sonuçları, ArGe_disi_yog_hat değişkeninin de pozitif ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Ar-Ge-dışı harcamaların teknolojik olmayan inovasyonu artıran önemli bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Büyük firmaların yüksek ArGe-dışı harcama yoğunluğu, teknolojik olmayan inovasyon faaliyetlerine doğrudan katkıda bulunmakta ve bu süreçlerde firma içi yönetim uygulamaları ile iş birliklerinin de etkili olduğu görülmektedir.

5.3.3. Verimlilik Tahmin Sonuçları

Teknolojik ve Teknolojik olmayan inovasyonların firma verimliliğine etkileri tahmin edilirken, sonuçların tutarlılığını görmek için üç farklı model tahmin edilmiştir. Model 1'de teknolojik inovasyonların, Model 2'de teknolojik olmayan inovasyonların ve Model 3'te hem teknolojik hem de teknolojik olmayan inovasyonların birlikte verimlilik üzerindeki etkileri tahmin edilmiştir. Ayrıca inovasyonların kaynağı olan ArGe ve ArGe-dışı faaliyetlerin verimlilik üzerindeki doğrudan etkilerini görmek için teknolojik inovasyon yerine ArGe yoğunluğu ve teknolojik olmayan inovasyon yerine ArGe-dışı yoğunluğu değişkenleri kullanılmıştır. Bu değişkenlerin hepsi daha önceki aşamalarda tahmin edilmiş araç değişkenleridir.

Tablo 5'te Model 1'deki Verimlilik-1 denklemi tahmin sonuçlarına göre teknolojik inovasyonların verimlilik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi yoktur. Model 3'te Verimlilik-1 denkleminde teknolojik inovasyon teknolojik olmayan inovasyonla birlikte tahmin edildiğinde de istatistiksel olarak anlamlı olsa da pozitif bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Teknolojik inovasyonları temsilen ArGe yoğunluğu kullanıldığında Model 1 ve Model 3'teki Verimlilik-2 denklemlerindeki tahminlerinde yine anlamlı bir etki bulunamamıştır. Ürün inovasyonu olan teknolojik inovasyonlar yalnız ve birlikte tahmin edildiğinde ve ArGe ile temsil edildiğinde de verimlilik üzerinde pozitif etkisinin olmadığı güçlü bir şekilde görülmektedir.

Model 2'de Verimlilik-1 denkleminde teknolojik olmayan inovasyon yüzde 1 düzeyinde pozitif ve anlamlı bulunmuştur. Bu güçlü etki Model 3'te Verimlilik-1 denkleminde teknolojik inovasyonla birlikte tahmin edildiğinde yine kendini korunmaktadır. Ayrıca teknolojik olmayan inovasyon yerine ArGe-dışı değişkeni kullanıldığında Model 2'deki ve Model 3'teki Verimlilik-2 denklemlerindeki tahminlerde yüzde 1 düzeyinde pozitif ve anlamlı olmaya devam etmiştir. Süreç inovasyonu olan teknolojik olmayan inovasyonların verimlilik üzerinde çok güçlü etkiye sahip olduğu görülmektedir. Verimliliği açıklamak için kullanılan makine, çalışan ve üniversite kontrol değişkenlerinin de tüm denklemlerde yüzde 1 düzeyinde pozitif ve anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Probit modeli (Verimlilik/Satışlar tahmin)

Değişkenler	MODEL 1		MODEL 2		MODEL 3	
	Teknolojik İnovasyon		Teknolojik-Olmayan İnovasyon		Teknolojik ve Tekn.-Olmayan İnovasyon	
	Verimlilik-1	Verimlilik-2	Verimlilik-1	Verimlilik-2	Verimlilik-1	Verimlilik-2
TEKNOLOJİK_hat	0,11 (0,10)	--	--	--	-0,48*** (0,18)	--
TEKNOLOJİK_OLM_hat	--	--	0,66*** (0,21)	--	1,50*** (0,38)	--
ArGe_yog_hat	--	0,04** (0,02)	--	--	--	-0,04 (0,03)
ArGe_disi_yog_hat	--	--	--	0,12*** (0,03)	--	0,18*** (0,05)
Buyuk	0,07 (0,14)	0,10 (0,14)	0,09 (0,14)	0,28* (0,15)	0,12 (0,14)	0,35** (0,15)
Orta	0,08 (0,11)	0,10 (0,10)	0,11 (0,11)	0,27** (0,12)	0,11 (0,10)	0,34*** (0,13)
Kucuk	0,15** (0,07)	0,15** (0,07)	0,17** (0,07)	0,25*** (0,07)	0,19*** (0,06)	0,30*** (0,08)
Makine	0,09*** (0,04)	0,08** (0,35)	0,08** (0,04)	0,08** (0,03)	0,09*** (0,03)	0,09*** (0,03)
Calisan	0,13*** (0,03)	0,13*** (0,03)	0,13*** (0,03)	0,13*** (0,03)	0,13*** (0,03)	0,13*** (0,03)
Universite	0,09*** (0,01)	0,13*** (0,01)	0,13*** (0,10)	0,13*** (0,28)	0,13*** (0,01)	0,13*** (0,03)
Sektor Dummy	var	Var	Var	Var	Var	Var
Sabit	12,66*** (0,14)	12,37*** (0,19)	12,16*** (0,22)	11,71*** (0,28)	11,56*** (0,31)	11,55*** (0,30)
F değeri	108,21	108,53	108,89	109,32	103,00***	103,03***
R ²	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24
Gözlem sayısı	5.514	5514	5514	5514	5.514	5.514

*** $\alpha=0,01$ düzeyinde istatistiksel anlamlılığı; ** ise $\alpha=0,05$ düzeyinde istatistiksel anlamlılığı ifade etmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, teknolojik ve teknolojik olmayan inovasyonların firma verimliliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışma, CDM modelini Türkiye'nin yapısına uyarlayarak yenilik süreçlerinin farklı aşamalarını sistematik bir şekilde analiz etmiştir. Elde edilen bulgular, iki inovasyon türü arasındaki etkileşimlerin ve farklılaşan etkilerin firma verimliliği açısından kritik olduğunu göstermektedir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, teknolojik olmayan inovasyonların (süreç, organizasyonel ve pazarlama inovasyonları) firma verimliliğini artırdığı güçlü bir şekilde ortaya konurken teknolojik (ürün) inovasyonların firma verimliliği üzerinde anlamlı ve pozitif bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara göre ArGe-dışı harcamaların, ArGe yatırımlarından daha güçlü bir şekilde firma verimliliğini artırdığı görülmektedir. Elde edilen bu bulgular, Bacalı 2014 ve Yaldurak ve Çetin (2024)'ın CDM modeli kullanarak Türkiye'de ArGe harcamalarının firma verimliliğini artırmadığı yönünde bulgularıyla birebir örtüşmektedir. Bu çalışmada elde edilen bulgular literatürle birlikte değerlendirildiğinde, GOÜ'lerde ArGe ve teknolojik inovasyonların GÜ'lerde olduğu gibi firma verimliliği üzerinde güçlü bir etkisinin olmadığını doğrulamaktadır. Ayrıca çalışmanın özgün bulgularıyla GOÜ'lerde ArGe-dışı faaliyetler ve teknolojik olmayan inovasyonların firma verimliliğini artırmada ArGe ve teknolojik inovasyona göre çok daha güçlü etkilere sahip olduğu gösterilmiştir.

Politika önerisi olarak politika yapımcılarının teşviklerde ArGe ve teknolojik inovasyon yanında ArGe-dışı faaliyetler ve teknolojik olmayan inovasyonlara yönelik destek sistemlerinin de desteklenmesi önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Arundel, A., Bordoy, C., & Kanerva, M. (2007). Neglected innovators: How do innovative firms that do not perform R&D innovate. *Results of an analysis of the Innobarometer*, 9.
- Bacanlı, S. (2014). Research, innovation and labour productivity in Turkey. Sabancı Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul.
- Cabagnols, A., & Le Bas, C. (2002). Differences in the determinants of product and process innovations: the French case. A. Kleinknecht, & P. Mohnen içinde, *Innovation and firm performance* (s. 112-149). Palgrave Macmillan, London.
- Cirera, X. (2015). Catching Up to the Technological Frontier? The World Bank. No.21684.
- Crépon, B., Duguet, E., & Mairesse, J. (1998). Research, Innovation, and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level. NBER Working Paper No. 6696.
- Crespi, G., & Zuniga, P. (2012). Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. *World development*, 40(2), 273-290.
- Damanpour, F., & Evan, W. M. (1984). Organizational innovation and performance: the problem of "organizational lag". *Administrative science quarterly*, 392-409.
- Evangelista, R., Sandven, T., Sirilli, G., & Smith, K. (1998). Measuring innovation in European industry. *International Journal of Economics and Business*, 3(5), 311-333.
- Fagerberg, J., Srholec, M., & Verspagen, B. (2010). Innovation and economic development. In *Handbook of the Economics of Innovation*, 2, 833-872.
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., & Peters, B. (2006). Innovation and productivity across four European countries. *Oxford review of economic policy*, 22(4), 483-498.
- Gunday, G., Ulusoy, G., Kilic, K., & Alpkan, L. (2011). Effects of innovation types on firm performance. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 662-676.
- Huang, C., Arundel, A., & Hollanders, H. (2010). How firms innovate: R&D, non-R&D, and technology adoption. UNU-MERIT 2010-027.
- Kline, S. J., & Rosenberg, N. (1986). An Overview of Innovation, In R. Lindau, N. Rosenberg (eds), *The Positive Sum Strategy, Harnessing Technology for Economic Growth*. Washington DC: National Academy Press.
- Lin, C. Y., & Chen, M. Y. (2007). Does innovation lead to performance? An empirical study of SMEs in Taiwan. *Management research news*.
- Löf, H., & Heshmati, A. (2002). Knowledge Capital and Performance Heterogeneity: A firm-level Innovation Study. *International Journal of Production Economics* 76, 3(1), 61-85.
- Marsili, O., & Salter, A. (2006). The dark matter of innovation: design and innovative performance in Dutch manufacturing. *Technology analysis & strategic management*, 18(5), 515-534.

- Mohnen, P., & Hall, B. H. (2013). Innovation and productivity: An update. *Eurasian Business Review*, 3(1), 47-65.
- Mothe, C., & Thi, T. U. (2010). The link between non-technological innovations and technological innovation. *European Journal of Innovation Management*.
- Reichstein, T., & Salter, A. (2006). Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms. *Industrial and Corporate change*, 15(4), 653-682.
- Mairesse, J., & Mohnen, P. (2010). Using innovation surveys for econometric analysis. In *Handbook of the Economics of Innovation*, 2, 1129-1155.
- Mohnen, P., & Hall, B. H. (2013). Innovation and productivity: An update. *Eurasian Business Review*, 3(1), 47-65.
- Navarro, J. C., Llisterra, J. J., & Zuniga, P. (2010). The importance of ideas: Innovation and productivity in Latin America. *The Age of Productivity: Transforming Economies From the Bottom Up. Development in the Americas*. . Washington, DC, United States: Inter-American Development Bank/Palgrave-McMillan.
- OECD. (2002). *Frascati Manual*. Paris.
- OECD. (2005). *Oslo Manual: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. Paris.
- Oke, A. (2007). Innovation types and innovation management practices in service companies. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Reichstein, T., & Salter, A. (2006). Investigating the sources of process innovation among UK manufacturing firms. *Industrial and Corporate change*, 15(4), 653-682.
- Santamaría, L., Nieto, M. J., & BArGe-Gil, A. (2009). Beyond formal R&D: Taking advantage of other sources of innovation in low-and medium-technology industries. *Research Policy*, 38(3), 507-517.
- Schmidt, T., & Rammer, C. (2007). Non-technological and technological innovation: strange bedfellows? *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*, 07-052.
- Smith, K. (2005). Measuring innovation. J. Fagerberg, D. C. Mowery, & R. R. Nelson içinde, *The Oxford handbook of innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Taymaz, E. (2001). *Ulusal Yenilik Sistemi: Türkiye İmalat Sanayiinde Teknolojik Değişim ve Yenilik Süreçleri*. Ankara: TÜBİTAK/TTGV/DİE.
- Yalburdak, M., & Çetin, A. K. (2024). Türkiye’de ArGe İnovasyon ve Verimlilik İlişkisi. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(3), 1073-1094.
- Wadho, W., & Chaudhry, A. (2018). Innovation and firm performance in developing countries: The case of Pakistani textile and apparel manufacturers. *Research Policy*, 47(7), 1283-1294.
- Waheed, A. (2011). Innovation and firm-level productivity: econometric evidence from Bangladesh and Pakistan. *UNU-MERIT #2011-061* .
- Xie, X., Wang, H., & Jiao, H. (2019). Non-R&D innovation and firms’ new product performance: the joint moderating effect of R&D intensity and network embeddedness. *R&D Management*, 49(5), 748-761.