

Araştırma Makalesi / Research Article

TÜRKİYE’NİN 2013-2023 KÜRESEL İNOVASYON ENDEKSİ GÖSTERGELERİNİN KIYASLAMALI İSTATİSTİKSEL ANALİZİ

Ahmet ÇUBUKCU¹ 

ÖZET

Küresel İnovasyon Endeksi, ülkelerin kapsamlı inovasyon performansını analiz ederek her sene bulgularını rapor halinde kamuoyu ile paylaşmaktadır. Ülkelerin inovasyon performansı temelde iki alt gösterge ile ölçülmektedir. Bunlar İnovasyon Girdi Alt Endeksi ile İnovasyon Çıktı Alt Endeksi’dir. Bu çalışmada Türkiye’nin Girdi ve Çıktı Alt Endeksleri arasındaki ilişkisi kanonik korelasyon analizi ile otaya konmaya çalışılmıştır. Böylelikle Türkiye’nin küresel inovasyon performansında güçlü ve zayıf yönleri analiz edilmeye çalışılmıştır. 2013-2023 yılları arasında yayınlanmış son on bir raporun verileri esas alınarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Analiz ve sonuçlara göre, Bilgi ve Teknoloji Çıktıları (%100) ve Yaratıcı Çıktılar (%75.5) Türkiye’nin inovasyon skorunun oluşumunda en açıklayıcı ve etki eden faktörler olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, Küresel İnovasyon Endeksi, Kanonik Korelasyon Analizi

JEL Sınıflandırması: O11, O47, O57

COMPARATIVE STATISTICAL ANALYSIS OF TURKEY’S GLOBAL INNOVATION INDEX INDICATORS FOR 2013-2023

ABSTRACT

The Global Innovation Index annually analyzes countries’ comprehensive innovation performance and shares its findings with the public in the form of a report. The innovation performance of countries is primarily measured by two sub-indices: the Innovation Input Sub-Index and the Innovation Output Sub-Index. In this study, the relationship between Turkey’s Input and Output Sub-Indices were analyzed through canonical correlation analysis. Thus, Turkey’s strengths and weaknesses in global innovation performance were tried to be analyzed. The study was conducted based on the data from the last eleven reports published between 2013 and 2023. According to the analysis and results, Knowledge and Technology Outputs (100%) and Creative Outputs (75.5%) are identified as the most explanatory and impactful factors in the formation of Turkey’s innovation score.

Keywords: Innovation, Global Innovation Index, Canonical Correlation Analysis

JEL Classification Codes: O11, O47, O57

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Konya, Türkiye. acubuk2@gmail.com

EXTENDED SUMMARY

Introduction

The Global Innovation Index (GII) measurement is based on two fundamental sub-indices: the 'Innovation Input Sub-Index' and the 'Innovation Output Sub-Index.' The Innovation Input Sub-Index comprises five different indices capturing parameters that facilitate innovative activities within the national economy. On the other hand, the Innovation Output Sub-Index consists of two indices resulting from innovative activities in the economy. Both sub-indices carry equal weight in the calculation of countries' overall GII scores. The overall GII score is calculated as the average of the two sub-indices (Dutta, Lanvin, and Wunsch-Vincent 2020: 11).

In this study, the relationship between Turkey's input and output sub-indices over the past eleven years has been analyzed through canonical correlation analysis using the GII data. The study was conducted based on the data from the last 11 reports published between 2013 and 2023. Additionally, the study explores the impact of innovation sub-index indicators on each other, the impact of innovation output sub-index indicators on each other, and the influence of innovation sub-index indicators on output indicators; and the influence of output sub-index indicators on input indicators. The study's reliance on up-to-date and extensive data spanning several years, its specific focus on Turkey, and its comprehensive comparison of all sub-indices both internally and comparatively contribute significant insights to the literature.

Methods

For this study, the GII data pertaining to Turkey for the period 2013-2023 has been compiled. During the organization of the data, the sub-index scores constituting Turkey's Innovation Input Sub-Index and the scores of the Innovation Output Sub-Index were extracted. The data has been analyzed using canonical correlation analysis.

Proposed by Hotelling in 1936, canonical correlation analysis is a method that addresses relationships between two sets of multivariate data obtained from a multivariate sample (Kalaycı 2010; Oturakci, 2023: 679). Canonical correlation analysis is a specialized type of multiple regression analysis. While multiple regression analysis explores the relationship between one dependent variable and multiple independent variables, canonical correlation analysis can include p dependent and q independent variables in two-variable datasets (Oturakci, 2023: 679). In its application to the Global Innovation Index, which inherently consists of two datasets (Input-Output), canonical correlation analysis is suitable due to the inclusion of diverse datasets within these two variables.

Results

According to the interpretations of the canonical correlation results, Knowledge and Technology Outputs (100%) and Creative Outputs (71.4%) have been identified as the most explanatory factors in the formation of the innovation score of Turkey. On the other hand, Institutions (X1) and Business Sophistication (X5) from the canonical variable formulas have emerged as factors most negatively impacting the input innovation score, while Information and Communication Technologies Outputs (Y1) have the most positive impact on the output innovation score. The final form of canonical correlations between factors is depicted in Figure 2.

In Figure 2, correlations between canonical variables of the first variable set and the original variables are broadly displayed. Since the second variable set is not significant, it has not been included in the analyses. Canonical variables represent Input (U1) and Output (V1) parameters, while X and Y values represent original variables within the two sets. Input variables are present in the first set, and output variables are present in the second set. The findings presented up to Table 4 provide an overview of the big picture. Upon examining the results, it is observed that there are correlations within the first set, within the second set, between canonical variables (0.945), and how much each set explains itself (Set 1: 23.9% and Set 2: 78.5%). Additionally, the first set explains the second set by 70.1%, and the second set explains the first set by 21.3%.

Discussion

When examining Turkey's innovation performance between 2013 and 2023 (Table 1), we observe a fluctuating trend in sub-index scores. However, despite the volatility, there is a general upward trajectory in its ranking each year. Even in the year with the best performance, ranking 37th, significant leaps are not observed in all seven key indicators. In fact, the five dimensions constituting the input sub-index generally displayed a negative trend, and this is reflected in the correlation scores. In other words, an increase in one of the input dimensions did not necessarily lead to an increase in the overall input score; instead, it sometimes resulted in a decrease, as evident in the analysis results. Conversely, we can easily see that Turkey's improvements in the Output Sub-Indicators are reflected in the Output score. However, the suboptimal Input scores have an impact on the overall GII score and ranking. When the analysis results are compared with the GII reports, the consistency of the analysis results can be observed.

Conclusion

The analysis results reveal areas where Turkey can further advance its innovation capabilities. Improving business and regulatory policies, enhancing the quality of education, and increasing the number of skilled knowledge workers and knowledge networks emerge as critical areas. Strengthening technological infrastructure or expanding policy frameworks for entrepreneurship will likely contribute to sustainable growth in innovation performance.

1. Giriş

İnovasyon sistemleri farklı bileşenlerden oluşmaktadır. Bunlar arasında en bilinenleri kurumsal inovasyon sistemi, bölgesel inovasyon sistemi ve ulusal inovasyon sistemidir (Oh vd., 2016: 3). Kurumsal inovasyon sistemi, işletmelerde başarılı inovasyonların yönetimi ve yürütülmesi çerçevesinde işletmelerin, start-up'lar, devlet kurumları ve diğer paydaşlar arasındaki ilişki ağına dayanmaktadır. Genellikle yüksek derecede esneklik ve uyarlanabilirlik ile karakterize edilirler. Bölgesel ve ulusal inovasyon sistemleri ise coğrafi yakınlığa dayanmakta ve yerel pazarlar ve ülkeler için yeni ürün ve hizmetlerin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Küresel İnovasyon Endeksi de ulusal inovasyon sistemi çerçevesinde ülkelerin inovasyon performansına odaklanmış durumdadır.

Küresel İnovasyon Endeksi (KİE), Cornell Üniversitesi, INSEAD ve Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO) tarafından hesaplanmakta ve 2007 yılından bu yana ülkelerin kapsamlı inovasyon performansını ortaya koymaktadır (Gürtuna & Polat, 2020: 553). KİE, ülkelerin inovasyon yeterliliğini mukayeseli incelemesi ve detaylı raporlaması sonucunda, kamuoyu ile paylaşıldığı ilk günden beri geniş çapta kabul görmüş ve uluslararası olarak benimsenmiş bir ulusal inovasyon ölçüm aracı olmuştur (Huarng & Yu, 2022: 1; Yu vd., 2021: 39).

Türkiye'nin KİE içindeki konumu, özellikle değişen ekonomik ortamı bağlamında önemli bir analiz konusu olmuştur. Orta düzeyde bir yenilikçi olarak sınıflandırılmasına rağmen, Türkiye'nin KİE sıralamaları yıllar içinde dalgalanmalar göstermiş ve bu durum, inovasyon ekosistemindeki hem ilerlemeleri hem de zorlukları yansıtmıştır (Radojević, 2021; Kaynak et al., 2017). Örneğin, Türkiye, 2018 KİE raporunda 126 ülke arasında 50. sırada yer alırken Ar-Ge yoğunluğu OECD ve AB ortalamalarının oldukça altında kalmıştır. Bu da iyileştirilmesi gereken kritik bir alanı vurgulamaktadır (Kabadurmus, 2019). Ar-Ge harcamaları ile inovasyon çıktısı arasındaki ilişki özellikle önemlidir; zira ampirik çalışmalar, artan Ar-Ge yatırımları ile iyileşen KİE sıralamaları arasında olumlu bir ilişki olduğunu göstermektedir (Dritsaki & Dritsaki, 2023).

Türkiye'nin inovasyon göstergelerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılması, politika değişikliklerinin, ekonomik krizlerin ve küresel eğilimlerin inovasyon performansı üzerindeki etkilerini değerlendirme gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu göstergelerin analizi, Türkiye'nin mevcut durumunu sadece bir anlık görüntü sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda daha dayanıklı ve rekabetçi bir inovasyon ortamını teşvik etmeye yönelik stratejik kararları belirlemek için de önemlidir (Köksal, 2023).

Bu çalışmada, Türkiye'nin KİE verilerine göre son on bir yıllık girdi ve çıktı alt endeksleri arasındaki ilişkisi kanonik korelasyon analizi ile ortaya konmaya çalışılmıştır. 2013-2023 yılları arasında yayınlanmış son on bir raporun verileri esas alınarak çalışma gerçekleştirilmiştir. Analiz ve sonuçlara göre, Bilgi ve Teknoloji Çıktıları (%100) ve Yaratıcı Çıktılar (%71.4) Türkiye'nin inovasyon skorunun oluşumunda en açıklayıcı ve etki eden faktörler olarak bulunmuştur. Bununla birlikte inovasyon alt endeksi göstergelerinin kendi arasında, inovasyon çıktı alt endeksi göstergelerinin kendi arasında, inovasyon alt endeksi göstergelerinin çıktı göstergelerine; çıktı alt endeksi göstergelerinin girdi alt endeksi göstergelerine etkisi de analiz edilmiştir. Çalışmanın güncel ve geniş yılların verilerine dayalı olması, Türkiye özelinde bulguları özetlemiş olması ve tüm alt endeksleri hem kendi içinde hem karşılaştırmalı mukayese etmesi literatüre önemli kazanımlar sağlamaktadır.

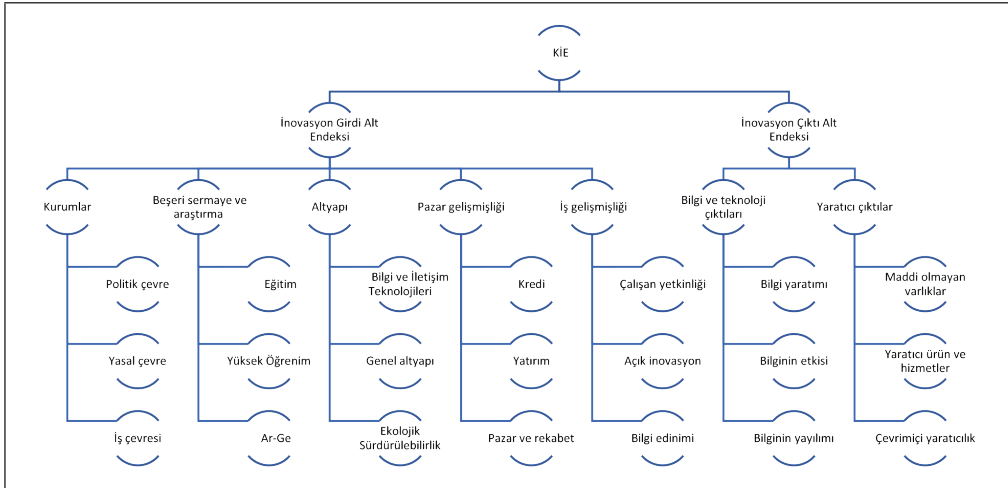
2. Teorik Arka Plan

2.1. Küresel İnovasyon Endeksi'nin Hesaplaması

KİE ölçümlemesi 'İnovasyon Girdi Alt Endeksi' ve 'İnovasyon Çıktı Alt Endeksi' olarak iki temel alt endekse dayanmaktadır. İnovasyon Girdisi Alt Endeksi, ulusal ekonominin yenilikçi faaliyetlere olanak sağlayan parametrelerini yakalayan beş farklı endeksten oluşmaktadır. İnovasyon Çıktısı Alt Endeksi ise ekonomideki inovatif faaliyetlerin sonucu olan iki endeksten oluşmaktadır. Her iki alt endeks de ülkelerin genel KİE puanlarının hesaplanmasında aynı ağırlığa sahiptir. Genel KİE puanı, iki alt endeksin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır (Dutta vd., 2020: 11).

KİE'yi oluşturan alt endeksler ve alt endeksleri oluşturan unsurlar Şekil 1'de gösterilmektedir. Her bir alt endeks, ayrı göstergelerden oluşan üç alt endekse daha bölünmüştür. Ülkelerin KİE puanları 0 ile 100 arasında bir değer olarak hesaplanmaktadır (Yu vd., 2021: 41). İnovasyon girdi endeksini oluşturan beş alt endeksin ortalaması alınarak inovasyon girdi alt endeksi, inovasyon çıktı endeksini oluşturan iki alt endeksin ortalaması alınarak da inovasyon çıktı alt endeksi puanı hesaplanmaktadır. Bu iki endeksin ortalamaları ise ülkelerin KİE puanını yansıtmaktadır (Baykul, 2022: 54). Puan sonuçlarına göre de ülkelerin genel sıralaması ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin son beş yıllık (2019-2023) inovasyon karnesine bakıldığında zaman 2019'da 49. sırada, 2020'de 51. sırada, 2021'de 41. sırada, 2022'de 37. sırada ve 2023'te 39. sırada kendine yer edindiği görülmektedir.

Şekil 1: Küresel İnovasyon Endeksi Çerçevesi



Kaynak: Ayşegül Baykul, İnovasyonun Belirleyicileri: Küresel İnovasyon Endeksi Üzerinde Bir Araştırma, Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, Dergipark, 2022, 52-66.

2.2. Küresel İnovasyon Alt Endeksleri

Küresel İnovasyon Endeksi (KİE), yedi temel göstergeye dayanarak ülkelerin inovasyon yeteneklerini değerlendirmek için kapsamlı bir ölçüm görevi görmektedir. KİE ölçümlemesi

Girdi ve Çıktı Alt Endekslerinin ortalaması alınarak hesaplanmaktadır. Girdi Alt Endeksi, Kurumlar, Beşeri Sermaye ve Araştırma, Altyapı, Pazar Gelişmişliği ve İş Gelişmişliği skorlarının ortalaması alınarak; Çıktı Alt Endeksi ise Bilgi ve Teknoloji Çıktıları ile Yaratıcı Çıktıların ortalaması alınarak hesaplanmaktadır.

Girdi alt endekslerinden Kurumlar, inovasyonu destekleyen kurumsal çerçevelerin ve politikaların etkinliği ile ilgili bileşenlerden oluşmaktadır. Şeffaflık, hukukun üstünlüğü ve iyi bir iş çevresi, elverişli bir inovasyon ortamına katkıda bulunur. Kurumlar bileşeni raporda politik çevre, düzenleyici çevre ve iş çevresi alt göstergelerinden oluşmaktadır. Politik çevre devletin toplumlarına sunduğu hizmet kalitesi ile politik istikrar ve güvenliğin iş çevresine yansımaları gibi bileşenler ön plana çıkmaktadır. Düzenleyici çevre devletin özel sektörüne ne kadar domine ettiği ve yönlendirdiğini ölçmektedir. Son gösterge ise tamamen iş çevresine ait yansımalarından oluşmaktadır.

Beşeri Sermaye ve Araştırma, eğitim sisteminin kalitesini, araştırma işbirliklerini ve bilim ve teknoloji alanlarındaki araştırmacı sayısı gibi göstergeleri inceler. Temel eğitim, yükseköğretim ve Ar-Ge'ye ilişkin niteliksel ve niceliksel göstergeler bu boyutun oluşumunu sağlamaktadır. Altyapı, bilgi ve iletişim teknolojileri de dahil olmak üzere bilimsel ve teknolojik altyapının kalitesi ve erişilebilirliği, bir ülkenin inovasyona hazır olup olmadığını ölçmek için değerlendirilir. Pazar rekabetinin düzeyi, çeşitli pazar yapılarının varlığı ve ticaret ve rekabet politikalarının kapsamı, Pazar Gelişmişliği boyutunda değerlendirilir. Özellikle start-up ve diğer kuruluşların finansmanı, risk sermaye ağları ve ticaret ağı bu bölümde bakılan önemli alt endekslerdir.

İş Gelişmişliği, rekabet düzeyi, bilgi çalışanları ve işletmelerin inovasyon kapasitesi de dahil olmak üzere genel iş ortamını değerlendirir. Kalifiyeli çalışanların durumu, açık inovasyon göstergeleri ve yeni bilgi edinim seviyesi bu boyutun oluşumuna katkı sağlar.

Bilgi ve Teknoloji Çıktıları boyutunda, bir ülkenin bilimsel yayınlarının, patentlerinin ve diğer bilgi ve teknoloji çıktılarının miktarı ve etkisi, inovasyon performansında değerlendirilir. Yaratıcı Çıktılar ise kültürel ve yaratıcı ürün ve hizmetlerin hacmi ve etkisi de dahil olmak üzere, yaratıcı endüstrilerle ilgili göstergeleri içerir.

2.3. Küresel İnovasyon Endeksi'ne İlişkin Yapılmış Çalışmalar

KİE bulgularının analizi hem ulusal hem uluslararası literatürde giderek önem kazanan bir alan haline gelmeye başlamıştır. Al-Sudairi & Haj Bakry (2014), 2012 yılı KİE verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada KİE katmanlarını 'Bilgi Katmanları' görünümü ile ilişkileri ve entegrasyonu sunmak üzere yeniden yapılandırmıştır. Suudi Arabistan'ı Brezilya, Rusya, Malezya ve Güney Kore ile kıyaslamışlardır. Sohn vd., (2016) 2013 KİE verilerini kullanarak girdi ve çıktı alt endekslerini içeren bir yapısal eşitlik modeli önermişlerdir. İş gelişmişliği ve altyapı girdi alt endekslerinin çıktı alt endekslerinden yaratıcı çıktı üzerinde sırasıyla en güçlü doğrudan ve dolaylı etkilere sahip olduğunu keşfetmişlerdir. Vlasova vd., (2017) 2013 ve 2016 yılları arasında KİE verilerini Rusya için analiz etmiş ve ülkedeki bilim, teknoloji ve inovasyondaki ilerlemeye ilişkin güçlü ve zayıf yönleri ortaya koymuşlardır.

Dasic vd., (2020), 2011- 2019 yılları arasındaki KİE verilerini kullanarak Sırbistan için KİE endeksini yaklaşık olarak hesaplamak üzere bir trend analizi ve regresyon modeli oluşturmuşlardır. Huanng ve arkadaşları (2022), KİE 2020 verilerini incelemiş ve pazar gelişmişliğinin

KİE puanlarını diğer faktörler kadar önemli ölçüde etkilemediğini ortaya koymuşlardır. Oturakcı (2023), KİE 2013-2020 verilerini kanonik korelasyon analizi ile incelemiş, tüm ülkelerin ortalamasını almış, KİE puanlarının oluşumunda en önemli ve açıklayıcı faktörlerin İnovasyon Girdisi Alt Endeksi'nde %68,7 ile Beşeri Sermaye ve Araştırma ve %69,2 ile İş Gelişmişliği; İnovasyon Çıktı Alt Endeksi'nde ise %98,8 ile Yaratıcı Çıktılar olduğunu ortaya koymuştur. Yapılan analiz neticesinde açıklayıcı faktörlerin ülkelerin gelir düzeylerine göre farklılaşp farklılaşmadığını belirlemek için t-testi kullanmış ve analiz sonuçlarına göre, gelir düzeyindeki farklılıklar ile faktörler arasında anlamlı bir farklılaşmanın olduğunu tespit etmiştir.

Türkiye'de de küresel inovasyon endeksi çalışmaları giderek önem kazanmaya başlamıştır. Hancıoğlu (2016), OECD ülkeleri için 2011-2015 yılları arasındaki KİE raporlarından elde edilen verileri kullanarak inovasyon girdi ve çıktı alt endeksleri arasındaki ilişkiyi kanonik korelasyon analizi ile analiz etmeye çalışmış ve girdi ve çıktı alt endeksleri arasında anlamlı bir ilişkiye rastlamıştır. Bu çalışmada da metodolojik olarak Hancıoğlu (2016) ve Oturakcı (2023)'nin yaklaşımları benimsenmiştir. Veri seti olarak ise hem daha güncel hem daha geniş bir zaman aralığı olan 2013-2023 KİE verileri Türkiye özelinde incelenerek diğer çalışmalardan farklı olarak Türkiye için analiz ve önermeler yapılmıştır.

Devam eden yıllarda ve özellikle son yıllarda bu konuda Türkiye'de önemli çalışmalar devam etmiştir. Gürtuna ve Polat (2020), 2018 KİE verilerindeki inovasyon girdi ve çıktı alt endeksi ana göstergelerinin her birine ait üç alt başlıktaki endeksleri dikkate almışlar ve toplamda 21 değişken kullanarak, 126 ülkeye ait veriler kümeleme analizi ile incelenmiştir. Baykul (2022), 2021 KİE verileri içerisinde 99 ülkeyi incelemiş, inovasyon girdilerinin inovasyon çıktıları üzerindeki etkisini ve bu belirleyicilerin ülkelerin gelir grubuna göre nasıl değişiklik gösterdiğini analiz etmiştir. Çalışma sonuçlarında inovasyon girdi alt endeksi bileşenlerinden altyapı ve iş gelişmişliği değişkenleri ile inovasyon çıktıları arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif bir ilişki bulunmuştur. Karahan ve Duran (2023) ise Türk Devletleri Teşkilatına (TDT) üye ülkelerin KİE 2020 verilerine göre inovasyon performansları Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden TOPSIS ile analiz ederek ülkelerarası karşılaştırma yapmışlardır.

3. Örneklem ve Yöntem

Bu çalışma için Türkiye'nin 2013-2023 dönemine ait KİE verileri derlenmiştir. Veriler açık kaynak olarak Küresel İnovasyon Endeksi'nin yayınlandığı resmi web sitesinden her bir yılın raporuna tek tek ulaşılarak alınmış ve derlenmiştir. Veriler düzenlenirken Türkiye'nin İnovasyon Girdisi Alt Endeksini oluşturan alt endeks puanları ve İnovasyon Çıktı Alt Endeksi puanları dikkate alınmıştır. KİE raporlarına göre 2013-2023 yılları arasında Türkiye'nin alt endeks puanları ve bu yıllar arasında Türkiye'nin genel KİE sıralaması Tablo 1'de sunulmuştur.

1936 yılında Hotelling tarafından önerilen bir yöntem olan kanonik korelasyon analizi, çok değişkenli bir örneklemeden alınan iki değişkenli veri setleri arasındaki ilişkileri ele almaktır (Kalaycı 2010; Oturakcı, 2023: 679). Kanonik korelasyon analizi, çoklu regresyon analizinin özel bir türüdür. Çoklu regresyon analizi bir bağımlı ve birden fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi araştırırken kanonik korelasyon analizinde iki değişken veri seti içerisinde p bağımlı ve q bağımsız değişken barındırabilir (Oturakcı, 2023: 679). Bu haliyle Küresel İnovasyon Endeksi iki değişkenli veri seti (Girdi-Çıktı) içerisinde farklı veri setleri barındırdığı için kanonik korelasyon analizi için uygun veri setine sahiptir. Kanonik korelasyonun yapısı Denklem (1)'de gösterildiği gibidir (Oturakcı, 2023:679):

Tablo 1: Türkiye KİE Alt Endeks Puanları (2013-2023)

Yıl	Türkiye (Genel Sıralama)	Kurumlar (Puan)	Beşeri Sermaye ve Araştırma (Puan)	Altyapı (Puan)	Pazar Gelişmişliği (Puan)	İş Gelişmişliği (Puan)	Bilgi ve Teknoloji Çıktıları (Puan)	Yaratıcı Çıktılar (Puan)
2013	68	55,80	29,80	31,20	47,50	25,70	30,40	37,80
2014	54	54,90	33,30	35,60	49,10	25,40	32,30	41,20
2015	58	55,80	35,90	41,00	49,50	26,30	27,20	40,06
2016	42	54,60	39,20	43,60	47,70	27,60	29,10	42,00
2017	43	50,60	38,10	45,70	47,80	29,30	27,60	43,40
2018	50	51,00	35,80	49,30	48,40	28,70	25,70	38,70
2019	49	57,40	36,30	52,20	50,80	29,50	23,00	34,20
2020	51	55,40	38,40	45,00	54,70	28,20	23,20	27,70
2021	41	56,00	48,50	47,00	49,70	30,80	25,30	35,30
2022	37	46,80	38,90	49,20	41,60	32,50	27,40	41,50
2023	39	36,50	37,50	46,70	45,10	33,50	31,10	43,60

$$\begin{aligned} U_i &= a_{i1} y_{i1} + \dots + a_{ip} y_{ip} & V_i &= b_{i1} x_{i1} + \dots + b_{iq} y_{iq} \\ \cdot & & & \\ \cdot & & & \\ U_i &= a_{i1} y_{i1} + \dots + a_{ip} y_{ip} & V_i &= b_{i1} x_{i1} + \dots + b_{iq} y_{iq} \end{aligned} \quad (1)$$

y_{ij} = kriter değişkenleri ($1 \leq j \leq p$)

x_{ik} = tahmin edici değişkenler ($1 \leq k \leq q$)

i = değişken çiftlerinin sayısı (p ve q 'dan küçük olanı)

p = kriter değişkenlerinin sayısı

q = tahmin edici değişkenlerin sayısı

U_i = i th çiftindeki kriter değişkenleri için kanonik değişken değerleri

V_i = i th çiftindeki tahmin edici değişkenler için kanonik değişken değerleri

a_{ij} = i th çiftindeki j th değişkeni için kriter seti kanonik ağırlığı ($1 \leq j \leq p$)

b_{ik} = i th çiftindeki k th değişkeni için tahmin edici seti kanonik ağırlıkları ($1 \leq k \leq q$)

Kanonik korelasyon analizi, her bir set içindeki değişkenlerin doğrusal kombinasyonlarını bulmayı ve bu kombinasyonlar arasındaki korelasyonları maksimuma çıkarmayı amaçlar. Spesifik olarak, bu analiz her iki setten birer tane olmak üzere kanonik değişken çiftlerini tanımlar ve bu çiftler arasındaki korelasyon en yüksek olacak şekilde belirlenir. Örneğin, bir araştırmacının, akademik performans (örneğin, matematik, fen ve edebiyat derslerindeki notlar) ile bilişsel beceriler (örneğin, hafıza, akıl yürütme ve işlem hızı) arasındaki ilişkiyi ince-

lemek istediğini varsayalım. Kanonik korelasyon, bu iki değişken seti arasındaki ilişkinin ne kadar güçlü olduğunu ve hangi spesifik bilişsel becerilerin akademik başarıyla en çok ilişkili olduğunu belirlemeye yardımcı olur.

Çalışma kapsamında gerekli analiz çalışmaları için IBM SPSS Statistics 25.0 kullanılarak bulgular ortaya çıkarılmıştır.

4. Bulgular

Küresel İnovasyon Endeksi (KİE) hesaplamasında kullanılan beş girdi ve iki çıktı endeksi arasındaki ilişkileri incelemek için kanonik korelasyon analizi yapılmıştır. Tam bir kanonik korelasyon analizi yapmadan önce, kanonik değişkenlerin anlamlılığını belirli istatistiksel testler aracılığıyla değerlendirmek önemlidir. Bunun için öncelikle temel bir doğrusal korelasyon analizi yapılmış, daha sonra kanonik ağırlıklar (katsayılar) hesaplanmış, kanonik yükler ve çapraz kanonik yükler ortaya çıkarılarak çalışmaya dahil edilmesi gereken katsayılar ve değişken setlerine karar verilmiştir.

Analiz öncesinde girdi ve çıktılar için şu kod yapıları uygulanmıştır: X1 : Kurumlar; X2 : Beşeri Sermaye ve Araştırma; X3 : Altyapı; X4 : Pazar Gelişmişliği; X5 : İş Gelişmişliği; Y1 : Bilgi ve Teknoloji Çıktıları; Y2 : Yaratıcı Çıktılar. Ayrıca, U1 ve U2 değerleri birinci değişken setindeki beş orijinal değişkenin her biri için hesaplanan kanonik değişken değerleriyken, V1 ve V2 değerleri ikinci değişken setindeki iki orijinal değişkenin her biri için hesaplanan kanonik değişken değerleridir.

Kanonik korelasyon analizine geçmeden önce tüm değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin düzeyini ve yönünü gösteren basit doğrusal korelasyon incelenmiş ve Tablo 2’de sunulmuştur. Tablo 2’ye göre girdiler arasındaki en güçlü ilişkilerin ters yönlü olarak %77,40 ile Pazar Gelişmişliği ve Yaratıcı Çıktılar; aynı yönlü olarak %73,40 düzeyinde Bilgi ve Teknoloji Çıktıları ile Yaratıcı Çıktılar arasında olduğu görülmüştür.

Tablo 2: Değişkenler Arasındaki Korelasyon

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y ₁	Y ₂
X ₁	1.0000	-0,031	-0,273	0,641	-0,731	-0,393	-0,534
X ₂		1.0000	0,566	0,055	0,548	-0,419	-0,162
X ₃			1.0000	-0,062	0,729	-0,658	-0,126
X ₄				1.0000	-0,484	-0,524	-0,774
X ₅					1.0000	-0,181	0,154
Y ₁						1.0000	0,734
Y ₂							1.0000

Tablo 3 kanonik değişkenlerin katsayılarını göstermektedir. Bu değişkenler, kanonik korelasyonların anlamlılık testinden sonra önemli bulunan korelasyon katsayılarının yorumlanmasında kullanılmaktadır. Barlett testi sonucuna göre, birinci kanonik korelasyon katsayısı istatistiksel olarak anlamlı ($p=0.023 < 0.05$), ikinci kanonik korelasyon katsayısı ise ($p=0.067 > 0.05$) anlamsız bulunmuştur. Bu durumda, sadece birinci kanonik korelasyon katsayısının

yorumlanması gerektiği için (U_1 ve V_1) tabloda koyu renkle gösterilmiştir. Bu kapsamda ilk kanonik değişken formülü şu şekilde oluşturulmuştur:

$$U_1 = -0.868*X_1 + 0.311*X_2 - 0.506*X_3 - 0.473*X_4 - 0.843*X_5 \text{ ve} \quad (2)$$
$$V_1 = 0.966*Y_1 + 0.045*Y_2.$$

Altyapıda standart sapmada bir birim artış Türkiye'nin İnovasyon Girdi Endeksi'nde yaklaşık 0.87 lik bir standart sapma azalışı; Bilgi ve Teknoloji Çıktılarında yaklaşık standart sapmada bir birim artış Türkiye'nin İnovasyon Girdi Endeksi'nde 0.97'lik bir artışa sebep olmaktadır. Bu ilk kanonik değişken çiftler (Girdi-Çıktı) arasındaki basit korelasyon ise %94.5 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3: Birinci ve İkinci Değişken Setlerinin Kanonik Katsayıları (Standartlaştırılmış)

	U_1	U_2		V_1	V_2
X_1	-0.868	-0.552	Y_1	0.966	-1,113
X_2	0.311	0.414	Y_2	0.045	1,473
X_3	-0.506	1.337			
X_4	-0.473	-0.989			
X_5	-0.843	-1.598			

Tablo 4, birinci değişken kümelerine ait kanonik değişkenler ile orijinal değişkenler arasındaki korelasyonları göstermektedir. İkinci değişken kümesi anlamsız çıktığı için bundan sonraki analizlere dahil edilmemiştir. Birinci değişken kümesini oluşturan değişkenlerin U_1 kanonik değişkeni ile korelasyonlarının orta düzeyde ve genellikle negatif yönde olduğu görülmektedir. Çıktıların, diğer bir ifadeyle, ikinci değişken kümesini oluşturan değişkenlerin V_1 kanonik değişkeni ile korelasyonları ise pozitif yönde ve oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 4: Birinci Değişken Setlerine Ait Kanonik Değişkenler ile Orijinal Değişkenler Arasındaki Korelasyonlar

	U_1		V_1
X_1	-0.428	Y_1	1.000
X_2	-0.436	Y_2	0.755
X_3	-0.678		
X_4	-0.573		
X_5	-0.178		

Tablo 4'e göre, U_1 kanonik değişkeninin tanımlanmasında en önemli değişkenler sırasıyla Altyapı (%67,8) ve Pazar Gelişmişliği (%57,3)'dir. Başka bir deyişle, bu değişkenler U_1 kanonik değişkeninin oluşumunda daha önemli bir etkiye sahiptir. V_1 kanonik değişkeninin tanımlanmasında en önemli değişkenler ise sırasıyla Bilgi ve Teknoloji Çıktıları (%100) ve Yaratıcı Çıktılar (%75,5)'dir.

Tablo 5’de orijinal değişkenler ile karşıt kümeye ait kanonik değişkenler arasındaki korelasyonlar verilmiştir. Bu tablodan görüleceği üzere, bağımsız değişken kümesinde yer alan Altyapı ile Pazar Gelişmişliği değişkenlerinin, ikinci değişken kümesine ait kanonik değişkeni (V1) en yüksek oranda negatif olarak açıkladığı görülmektedir. Bağımlı değişken kümesini oluşturan değişkenlerde ise Bilgi ve Teknoloji Çıktıları değişkeni birinci kanonik değişkenin (U1) açıklanmasında büyük bir orana sahiptir.

Artıklık endeksi Tablo 6’da incelendiğinde, birinci kanonik korelasyon için Y değişkenlerindeki değişkenliğin yaklaşık %70,1’inin X değişkenleri tarafından açıklandığı anlaşılmaktadır. Sonuçlar incelendiği zaman birinci setin kendi içerisinde korelasyonları, ikinci setin kendi içinde korelasyonları, kanonik değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyonları ve her setin kendisini ne kadar açıkladığı (Set 1 – X : %23.9 ve Set 2 - Y: %78.5) görülmektedir. Ayrıca birinci set ikinci seti (X, Y’yi) %70,1; ikinci set birinci seti (Y’nin X’i) ise %21.3 oranında açıklamaktadır.

Kanonik korelasyon sonuçlarının yorumlarına göre, Bilgi ve Teknoloji Çıktıları (%100) ve Yaratıcı Çıktılar (%71.4) inovasyon skorunun oluşumunda en açıklayıcı faktörler olarak tespit edilmiştir. Diğer taraftan kanonik değişken formüllerinden Kurumlar (X1) ve İş Gelişmişliği (X5), girdi inovasyon skorunu en negatif yönde etkileyen; Bilgi ve Teknoloji Çıktıları (Y1), çıktı inovasyon skorunu en pozitif yönde etkileyen faktörler olarak ortaya konmuştur. Faktörler arasında kanonik korelasyonların son hali Şekil 2’deki gibi oluşmuştur.

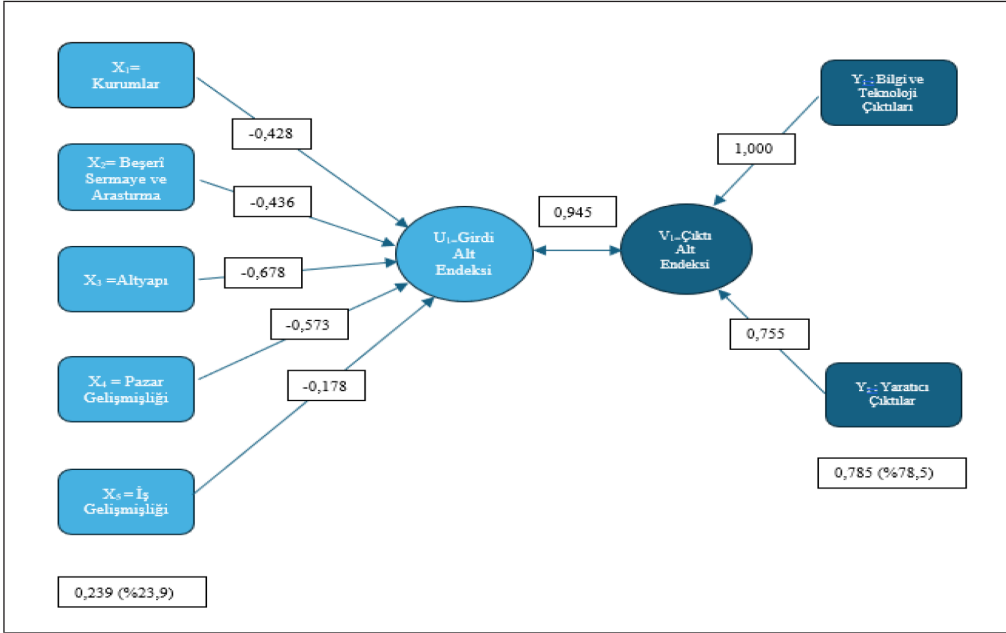
Tablo 5: Orijinal Değişkenler ile Karşıt Kümeye Ait Kanonik Değişkenler Arasındaki Korelasyonlar

	V ₁		U ₁
X ₁	-0.404	Y ₁	0.945
X ₂	-0.412	Y ₂	0.714
X ₃	-0.641		
X ₄	-0.542		
X ₅	-0.168		

Tablo 6: Açıklanan Varyans Oranı (Artıklık/Gereksizlik Endeksi)

Kanonik Değerler	X’in Kendi Tarafından Açıklanma Oranı	X’in Y Tarafından Açıklanma Oranı	Y’nin Kendi Tarafından Açıklanma Oranı	Y’nin X tarafından açıklama Oranı
1	0,239	0,213	0,785	0,701

Şekil 2: Küresel İnovasyon Endeksi Kanonik Korelasyon İlişkisi- Türkiye



Şekil 2’de birinci değişken kümesine ait kanonik değişkenler ile orijinal değişken arasındaki korelasyonlar büyük çerçevede görülmektedir. İkinci değişken kümesi analiz sonuçlarında anlamlı çıkmadığı için analizlere ve görsele dahil edilmemiştir. Kanonik değişkenler, Girdi (U1) ve Çıktı (V1) parametrelerini temsil etmekteyken; X ve Y değerleri iki set içerisindeki orijinal değişkenleri temsil etmektedir. Birinci sette girdi değişkenleri, ikinci sette ise çıktı değişkenleri yer almaktadır. Tablo 4’e kadar yer alan bulgular bu şekil ile özetlenebilmektedir.

5. Tartışma ve Değerlendirme

Türkiye’nin 2013-2023 yılları arası inovasyon karnesine bakıldığı zaman (Tablo 1) alt endeks puanlarında dalgalı bir seyir olmasına rağmen yıllar içerisinde sıralamasında genel bir artış olduğunu görülmektedir. Bununla birlikte genel sıralamada 37’lik ile en iyi performansı gösterdiği senede bile yedi temel göstergede puan olarak çok büyük sıçramaların olmadığı görülmektedir. Bu analiz sonuçlarına da yansımış durumdadır. Hatta girdi alt endeksini oluşturan beş boyut genel olarak düşüş eğiliminde bir duruş sergilemiş, korelasyon skorlarına da bu durum yansımıştır. Girdi boyutlarından bir tanesindeki artış, genel girdi skorunu artırmadığı gibi düşüşe sebep verdiği analiz sonuçlarında görülmüştür. Diğer taraftan Şekil 2’de girdi ve çıktı parametrelerinin birbirini kuvvetli ve ters yönlü olarak etkilediği ortaya konmuştur.

Türkiye’nin Çıktı Alt Göstergelerindeki artışların Girdi Alt Göstergelerinden farklı olarak genel çıktı skoruna yansıdığı görülmektedir. Yalnız girdi skorlarının iyi durumda olmaması genel KİE puanını ve sıralamasını da etkilemektedir. Analiz sonuçları ile KİE raporları karşılaştırıldığı zaman analiz sonuçlarının tutarlılığı görülebilmektedir. Örneğin en iyi KİE sıralamalarının elde edildiği son iki sene (2022 ve 2023) içerisinde fark yaratılan noktaların

çıkıtı göstergelerinde olduğu aşıkardır. Örneğın genel sıralamada Türkiye'nin 51. sırada olduğu 2020 senesinde girdi sıralaması 52, çıkıtı sıralaması 53 olarak gerçekleştirerek makasın çok fazla açılmadığı söylenebilir. Genel sıralamada en iyi performansların elde edildiği 2022 ve 2023 senelerinde ise sırasıyla girdi ve çıkıtı sıralaması 2022'de girdi (49) ve çıkıtı (33); 2023'te girdi (52) ve çıkıtı (32) olarak gerçekleştirilmiştir. Diğer bir ifadeyle, genel sıralamada fark yaratılan yıllar çıkıtı alanında gelişim gösterilen yıllar olmuştur. Analiz sonuçları da bu durumu destekleyerek özellikle Bilgi ve Teknoloji Çıkıtıları'nın bu aşamadaki etkisini gözler önüne sermektedir.

Oturakcı (2023), KİE 2013-2020 verilerini kanonik korelasyon analizi ile incelemiştir, tüm ülkelerin ortalamasını almış, KİE puanlarının oluşumunda en önemli ve açıklayıcı faktörlerin İnovasyon Girdisi Alt Endeksi'nde %68,7 ile Beşeri Sermaye ve Araştırma ve %69,2 ile İş Gelişmişliği; İnovasyon Çıkıtı Alt Endeksi'nde ise %98,8 ile Yaratıcı Çıkıtılar olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Bilgi ve İletişim Teknolojileri Çıkıtılarının açıklayıcılık oranını %70,7 olarak ortaya koymuştur. Türkiye'nin puanını girdi skorları ile açıklamak mümkün değilken hem Türkiye hem dünya ortalaması puanlarında en açıklayıcı faktörler çıkıtı göstergelerine ait olduğu görülmektedir.

6. Sonuç ve Öneriler

İnovasyon, günümüzde hızla değişen ve rekabetin keskin olduğu küresel ekonomide hayati bir öneme sahiptir. Sadece şirketlerin değil, aynı zamanda ülkelerin ve toplumların sürdürülebilir kalkınmasının temel itici gücü olarak görülen inovasyon, yeni fikirlerin, teknolojilerin ve süreçlerin yaratılması ve uygulanması sürecidir. İnovasyon, iş dünyasında rekabet avantajı elde etmenin yanı sıra, toplumların yaşam kalitesini artırmak, çevresel sürdürülebilirliği desteklemek ve küresel sorunlara çözümler bulmak için katalizör görevi görmektedir. İnovatif düşünce ve uygulama, geleceği şekillendirmede kilit bir rol oynarken, bu sürece katkıda bulunanlar, başarılarını sadece bugün değil, yarının zorluklarına karşı hazırlıklı olmada da fark yaratmaktadırlar.

Türkiye'nin 2013'ten 2023'e kadar olan on bir yılı kapsayan Küresel İnovasyon Endeksi (KİE) göstergelerinin karşılaştırmalı istatistiksel analizi, Türkiye'nin inovasyon ortamına ilişkin kritik içgörülere ışık tutmaktadır. Analiz edilen dönem boyunca Türkiye, inovasyon ekosistemini geliştirmeye yönelik dinamik çabaları yansıtan, inovasyonun çeşitli boyutlarında dikkate değer değişimler ve eğilimler göstermiştir.

Analiz sonuçlarından Türkiye'nin yıllar içerisinde genel sıralaması yükseliş trendinde olsa da puan yönünden yıllar içerisinde fark yarattığı bir alt endeksin olduğunu söylemek zor görünmektedir. Girdi alt endeksleri içerisinde genel puanı en çok artan 'Altyapı' endeksi olmuştur. Diğer alt endekslerde sıçramaların olmaması hatta 'Kurumlar' olmak üzere bazı alt endekslerde puan ve sıralamalarda düşüşlerin gerçekleşmesi 'Altyapı' gibi yükseliş trendinde olunan göstergelerin dahi genel girdi sıralaması üzerinde katkı yaratamaması ile sonuçlanmıştır.

Türkiye'nin yükseliş trendine en çok etki eden parametreler Çıkıtı parametreleri olmuştur. Genel sıralamada en iyi sıralamaların elde edildiği 2022 ve 2023 senelerinde girdi ve çıkıtı sıralaması 2022'de girdi (49) ve çıkıtı (33); 2023'te girdi (52) ve çıkıtı (32) olarak gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte girdi ve çıkıtı arasındaki farkın zaman içerisinde oldukça açıldığını görülmektedir.

Analiz sonuçları Türkiye'nin inovasyon yeteneklerini daha da ileriye taşıyabileceği alanları ortaya çıkarmaktadır. İş ve düzenleyici politikaların iyileştirilmesi, eğitimde niteliğin artırılması, nitelikli bilgi işçilerinin ve bilgi ağlarının artırılması kritik öneme sahip alanlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Teknoloji altyapısının güçlendirilmesi veya girişimciliğe yönelik politika çerçevelerinin daha da genişletilmesi, inovasyon performansında sürdürülebilir büyümeye katkıda bulunacaktır.

Bu çalışmanın sonuçları Türkiye'nin KIE verileri ışığında analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Aynı alanda farklı endeks ve parametreler de dahil edilerek ortaya çıkan sonuçların karşılaştırmalı bir analizi ilerleyen çalışmalarda yapılabilir. Ayrıca gelişmekte olan ülkelerin verilerinin dahil edilip değerlendirildiği deneysel bir çalışma ile Türkiye'nin sonuçları kıyaslanarak bir analiz yapılabilir. Diğer taraftan, gelişmiş ülkelerin verilerinin dahil edildiği bir çalışma, atılması gereken adımlara bir ışık tutabilir.

Araştırmacıların Katkı Oranı

Çalışma tek yazarlı gerçekleştirilmiştir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çalışma kapsamında herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır

Kaynakça

- Al-Sudairi, M., & Haj Bakry, S. (2014). Knowledge issues in the global innovation index: Assessment of the state of Saudi Arabia versus countries with distinct development. *Innovation*, 16(2), 176-183.
- Baykul, A. (2022). İnovasyonun belirleyicileri: Küresel inovasyon endeksi üzerine bir araştırma. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(1), 52-66.
- Dašić, P., Dašić, J., Antanasković, D., & Pavićević, N. (2020). Statistical analysis and modeling of global innovation index (GII) of Serbia. *In New Technologies, Development and Application III* 6, 15-521. Springer International Publishing.
- Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (Eds.). (2020). Global innovation index 2020. Johnson Cornell University.
- Dritsaki, M., & Dritsaki, C. (2023). R&D Expenditures on innovation: A panel cointegration study of the EU Countries. *Sustainability*, 15(8), 6637.
- Gürtuna, F., & Polat, U. (2020). Küresel inovasyon endeksi verilerinin kümeleme analizi ile değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(2), 551-566.
- Hancıoğlu, Y. (2016). Küresel inovasyon endeksini oluşturan inovasyon girdi ve çıktı göstergeleri arasındaki ilişkinin kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi: Oecd örneği. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 131-158.
- Huang, K. H., & Yu, T. H. K. (2022). Analysis of Global Innovation Index by structural qualitative association. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 121850.
- Kabadurmuş, F. N. K. (2019). The relationship between logistics performance and innovation: An empirical study of Turkish Firms. *Alphanumeric Journal*, 7(2), 157-172.
- Kayış, A. (2010). Güvenirlilik analizi (reliability analysis). İçinde Ş. Kalaycı (Ed.). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (s. 401-419). Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Karahan, M., & Duran, S. (2023). Küresel inovasyon endeksi verilerine göre Türk Devleti Teşkilatına üye ülkelerin inovasyon performanslarını analizi. *Beykoz Akademi Dergisi*, 11(1), 51-70.

- Kaynak, S., Altuntas, S., & Dereli, T. (2017). Comparing the innovation performance of EU candidate countries: an entropy-based TOPSIS approach. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 30(1), 31-54.
- Köksal, M. S. (2023). Analysis of Turkey's innovation performance in pandemic times: Comparison of the performances in pre-pandemic and pandemic times (2019–2021). *STI Policy and Management Journal*, 8(1).
- Oh, D. S., Phillips, F., Park, S., & Lee, E. (2016). Innovation ecosystems: A critical examination. *Technovation*, 54, 1-6.
- Oturakci, M. (2023). Comprehensive analysis of the global innovation index: statistical and strategic approach. *Technology Analysis & Strategic Management*, 35(6), 676-688.
- Radojević, N. (2022). Innovating (a Lot) with a little: High-tech innovation in Southeast Europe. *Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies*, 27(3), 47-57.
- Sohn, S. Y., Kim, D. H., & Jeon, S. Y. (2016). Re-evaluation of global innovation index based on a structural equation model. *Technology Analysis & Strategic Management*, 28(4), 492-505.
- Vlasova, V., Kuznetsova, T., & Roud, V. (2017). Drivers and limitations of Russia's development based on the evidence provided by the Global Innovation Index. *Voprosy Ekonomiki*, (8).
- Yu, T. H. K., Huarng, K. H., & Huang, D. H. (2021). Causal complexity analysis of the Global Innovation Index. *Journal of Business Research*, 137, 39-45.