

BULLETIN
OF
ECONOMIC THEORY AND ANALYSIS

Journal homepage: https://dergipark.org.tr/tr/pub/beta

Ekonomik Performans Değişkenleri ve Yapay Zekâ İlişkisinin Kanonik Korelasyon ile İncelenmesi

Dilek VEYSİKARANİ GEYİK https://orcid.org/0000-0001-8071-0720

Nuran AKDAĞ https://orcid.org/0000-0002-9204-5606

Duygu KALKAY https://orcid.org/0000-0002-8729-9177

To cite this article: Veysikarani Geyik, D., Akdağ, N. & Kalkay, D. (2026). Ekonomik performans değişkenleri ve yapay zekâ ilişkisinin kanonik korelasyon ile incelenmesi. *Bulletin of Economic Theory and Analysis, 11*(3), 1617-1641.

Received: 29 Nov 2025

Accepted: 02 Jul 2026

Published online: 15 Oct 2026

©All right reserved

This manuscript is licensed under Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License (CC BY NC).

Bulletin of Economic Theory and Analysis

Volume 11, Issue 3, pp. 1617-1641, 2026
https://dergipark.org.tr/tr/pub/beta

Original Article / Araştırma Makalesi
Received / Alınma: 29.11.2025 Accepted / Kabul: 02.07.2026
Doi: https://doi.org/10.25229/beta.1832630

Ekonomik Performans Değişkenleri ve Yapay Zekâ İlişkisinin Kanonik Korelasyon ile İncelenmesi

Dilek VEYSİKARANİ GEYİK[a], Nuran AKDAĞ[b], Duygu KALKAY[c]

[a] Dr. Öğr. Üyesi, Munzur Üniversite Üniversite, İ.İ.B.F., Finans ve Bankacılık Bölümü, Tunceli, TÜRKİYE
https://orcid.org/0000-0001-8071-0720
[b] Arş. Gör. Dr., İstanbul Gelişim Üniversitesi, İktisat Politikaları Uygulama ve Araştırma Merkezi, İstanbul, TÜRKİYE
https://orcid.org/0000-0002-9204-5606
[c] Dr. Öğr. Üyesi, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi,İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, Balıkesir, TÜRKİYE
https://orcid.org/0000-0002-8729-9177

Öz

Yapay zekâ teknolojilerinin hızla yaygınlaşması, küresel ekonomik dengelerde belirgin bir dönüşüme yol açmaktadır. Bu teknolojiler yalnızca üretim süreçlerini iyileştirmekle kalmamakta; işgücü piyasalarında yeni beceri gereksinimlerinin ortaya çıkmasına, ticaret yapılarının değişmesine ve ülkelerin rekabet gücünün yeniden tanımlanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle yapay zekânın ekonomik sistemler üzerindeki etkilerinin çok boyutlu istatistiksel yöntemlerle incelenmesi önem kazanmıştır. Çalışmada, seçilmiş ülkelerin ekonomik göstergeleri ile yapay zekâyı temsil eden değişkenler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla kanonik korelasyon analizi kullanılmıştır. Bu yöntem, iki değişken kümesi arasındaki eşzamanlı ilişkileri bütüncül bir şekilde ortaya koyması bakımından avantaj sağlamaktadır. Analiz bulguları, yapay zekâ göstergeleri ile ekonomik performans arasında güçlü ve pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir. Özellikle Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi'nin birinci kanonik yapıya yüksek katkısı ve Rekabetçilik Skoru'nun ekonomik yapıda baskın değişken olarak öne çıkması, dijital kapasitenin ülkelerin rekabet gücünü doğrudan desteklediğini işaret etmektedir. Ayrıca çapraz yüklerin aynı yönde olması, dijitalleşme ve ekonomik performansın birbirini tamamlayan unsurlar olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, politika yapıcılar için dijital altyapı, Ar-Ge ve nitelikli insan sermayesine yatırımın önemini açıkça ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler
Yapay Zekâ, Ekonomik Büyüme, Kanonik Korelasyon Analizi

JEL Kodu
O30, 040, C53.

İletişim Duygu KALKAY ✉ dkalkay@bandirma.edu.tr ✉ Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, İ.İ.B.F., İktisat Bölümü, Balıkesir, TÜRKİYE.
Atıf Veysikarani Geyik, D., Akdağ, N., & Kalkay, D. (2026). Ekonomik performans değişkenleri ve yapay zekâ ilişkisinin kanonik korelasyon ile incelenmesi. *Bulletin of Economic Theory and Analysis, 11*(3), 1617-1641.

This manuscript is licensed under Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License (CC BY NC).

Examining the Relationship between Economic Performance Variables and Artificial Intelligence Using Canonical Correlation

Abstract

The rapid proliferation of artificial intelligence technologies is leading to a significant transformation in global economic balances. These technologies not only improve production processes but also lead to the emergence of new skill requirements in labor markets, shifting trade structures, and redefining countries' competitiveness. Therefore, examining the impact of artificial intelligence on economic systems using multidimensional statistical methods has become crucial. In this study, canonical correlation analysis was used to assess the relationship between economic indicators of selected countries and variables representing artificial intelligence. This method offers the advantage of holistically revealing the simultaneous relationships between two sets of variables. The analysis findings demonstrate a strong and positive relationship between artificial intelligence indicators and economic performance. In particular, the high contribution of the Artificial Intelligence Readiness Index to the first canonical structure and the dominant variable in the economic structure of the Competitiveness Score indicate that digital capacity directly supports the competitiveness of countries. Furthermore, the fact that cross-loadings are in the same direction demonstrates that digitalization and economic performance are complementary factors. The results clearly demonstrate the importance of investment in digital infrastructure, R&D and qualified human capital for policy makers.

Keywords
Artificial Intelligence, Economic Growth, Canonical Correlation Analysis

JEL Classification
O30, 040, C53

1. Giriş

Hesap makinesi gibi fonksiyonel işlev gören bilgisayarların daha fazla işlevsel hale gelmesiyle beraber yapay zekâ kavramı ortaya çıkmıştır. Yapay zekâ fonksiyonel özelliklere sahip olması nedeniyle birden fazla anlama sahiptir. Yapay zekânın kökeni hakkında birçok yazar farklı noktalara vurgu yapmıştır. Alan Turing'in 1950 tarihli "Hesaplama Makinaları ve Zekâ" makalesine ve "Makineler düşünebilir mi?" sorusuna kadar uzanır; zamanla bilgisayarların işlem gücü ve veri kapasitesi büyüdükçe Turing'in öngörülerinin önemli bir kısmı gerçekleşmiştir (Muggleton, 2014). Cahir Arf'in 1959 yılında "makinelerde düşünebilir mi ve nasıl düşünebilir" adlı makalesinde felsefi bir bakış açısıyla makinelerin insan gibi düşünüp düşünmeyeceği ve tasarım yapılarını ele almaktadır (Arf, 1959; İşcan & Durgun, 2024). Yapay zekâ bir makinenin öğrenmesini sağlamak, çıkarımlar yaparak bilinmeyenden bilineni bulması ve sihirli değnek gibi birçok komutu aynı andan uygulayarak işleri otomatikleştirmesi olarak da tanımlanmıştır (Schank, 1991). Bu sistemde makinelere ne kadar fazla fikir işleyip uygulanabilir hale getirilerek aktarılırsa, işlevi yüksek makineler ortaya çıkarılacağını savunmuşlardır (Schank, 1987). Yapay zekâ temel olarak derin öğrenme ve makine öğrenmesi olmak üzere iki fonksiyonel işleve sahiptir. Bu fonksiyonların en büyük adımı yapay sinir ağı algoritmada derin öğrenme olmuştur. Bir diğeri ise

teknolojik gelişmelere göre görsel, işitsel, tanıma, karar verme, konuşma ve dil gibi çeşitli ve karmaşık özelliklerle çevrili olmasıdır (Rouhiainen, 2019: 2).

Rekabet gücü, klasik iktisatçılarda mal ve hizmetlerin en düşük maliyetle üretilme becerisi olarak görülmekteydi. Ancak modern anlamda rekabet gücü firma endüstri ve ulusal (uluslararası) düzeyde düşük maliyetler üretme becerisinden ziyade verimlilik şartlarının gerçekleşmesi için faktör donanımları, talep koşulları, ilgili ve destekleyici endüstriler (kümeler) ve firmanın stratejik yapısı ile ekonomik gücün kazanılmasıdır (Siudek & Zawojska, 2014:92-95; WEF, 2006:4). Rekabet gücünün artması ise iktisadi faaliyetleri yürütürken aynı zamanda ürünlerin üretiminde, faaliyet süreçlerinde ve yönetişimde döngüsel yeniliği gerektirmektedir. 1998 World Economic Forum'un yayınladığı rapora göre rekabet gücü, toplumun genel olarak yaşam standardını yükselten piyasa başarısıdır. Firma düzeyinde başarı, daha fazla istihdam, daha yüksek gelir, daha geniş bir mal ve hizmet yelpazesi ve daha iyi çalışma koşulları anlamına gelir. Ayrıca daha yüksek gelir elde eden firmalar, yaşam standardını ve yaşam kalitesini de artıracak kamu hizmetlerinin sağlanmasına olanak tanımlanmaktadır. Ancak, işletmelerin başarısı yalnızca kendi yetkinlikleriyle değil, aynı zamanda ulusal düzeyde alınan geniş ölçekteki eylemlerle de belirlenir.

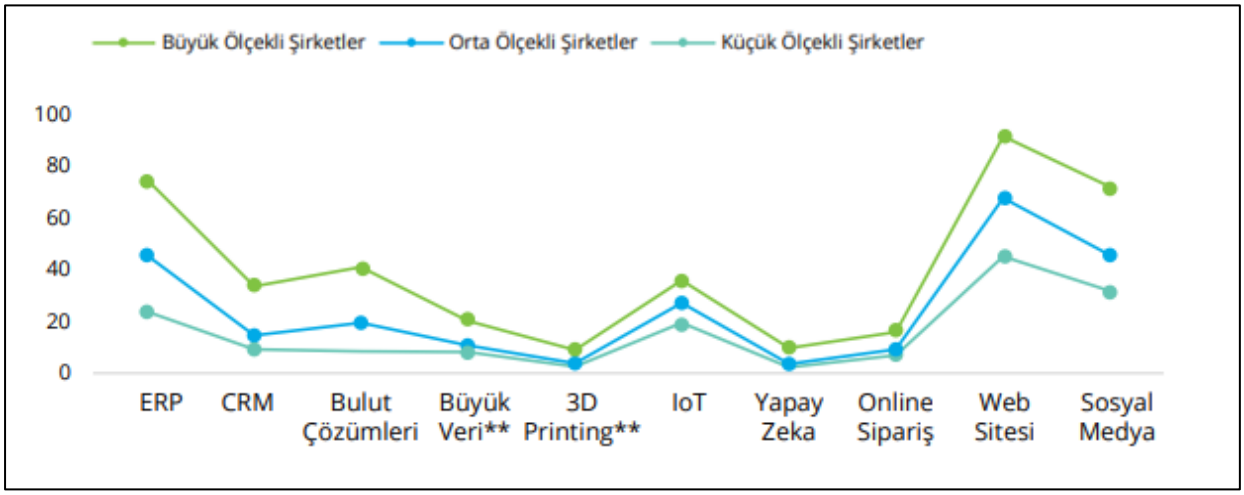
Ülke bazında rekabet gücü, genel refahla ölçülür ve bu refaha yönelik adımlar aynı zamanda rekabetçilikteki ilerlemeyi de gösterir (WEF,1998). Bu bağlamda bir ülkenin rekabet gücünde üstünlük kazanması o ülkenin kaynaklarını etkin ve doğru kullanmasına bağlı olduğunu göstermektedir. Rekabet gücü maliyet kavramı daha önceden üretim, talep koşulları gibi farklı etkenlere bağlıyken günümüzde teknolojinin gelişmesi, seri üretim, tedarik zincirini ilerleme kaydetmesi, üretim avantajları gibi pek çok faktörler rekabetin şekli değişmiştir. Teknolojik gelişmeler üzerine yeniden şekillenen bir rekabet yapısı ortaya çıkarmıştır. En kısa zamanda en az maliyetle üreten, dağıtan ve günümüz ihtiyaçlarına uyumlu mal ve hizmetleri sağlayan firma, endüstri ve ülkeler bir adım önde olmuştur. Bu sayede yapay zekâ yoluyla yeni üretilen ürünlerin öncelikli olarak insan emeğine olan ihtiyacı azaltarak maliyet ve zaman avantajı sağlaması, ihtiyaçlara hızlı cevap vermesi ve teknolojik yeniliklere kısa sürede adapte olması ülke ekonomilerinin büyümelerine olanak sağlamaktadır.

Bu çalışma Türkiye ekonomisinde yapay zekâ ve rekabet gücünün ekonomik büyüme üzerindeki etkisi çok değişkenli istatistiksel yöntemlerle analiz edilmiştir. İlk bölümde rekabet gücü ve yapay zekâ ilişkisi, ikinci bölümde yapay zekâ, rekabet gücü ve büyüme kapsamında

yapılan çalışmalar, üçüncü bölümde literatür taraması, dördüncü bölümde çalışmanın yöntemi ve son bölümde çalışma sonuçları ve politika önerileri yer almaktadır.

2. Merkezde, Yapay Zekâ ve Rekabet Gücü İlişkisi

Günümüzde yapay zekâ, sadece hesaplama işlemleri ile sınırlı kalmayıp insan zekâsını makinelere entegre ederek algoritmalar geliştirmek ve problemlere çözümler üretilen sistemler ile bilgiyi geliştirip üretebilen ve programlama yapabilen bir bilim dalı haline gelmiştir (Öztemel, 2020: 101). Günümüzde yapay zekâ temelli birçok teknoloji kullanılmaktadır. Bireylerin sadece kurumsal alanlarında değil, günlük hayatlarında da kullanabilecekleri öneri sistemleri, akıllı asistanlar, kişiselleştirilmiş hizmetler gibi geniş bir alana yayılmıştır. Öte yandan dijitalleşmeyi artırarak ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır (Haenlein & Kaplan, 2019; Zemánková, 2019: 568-572). Bu kapsamda Türkiye'de şirket büyüklüğüne göre en çok gelişme gösteren Şekil 1'de gösterilmektedir.



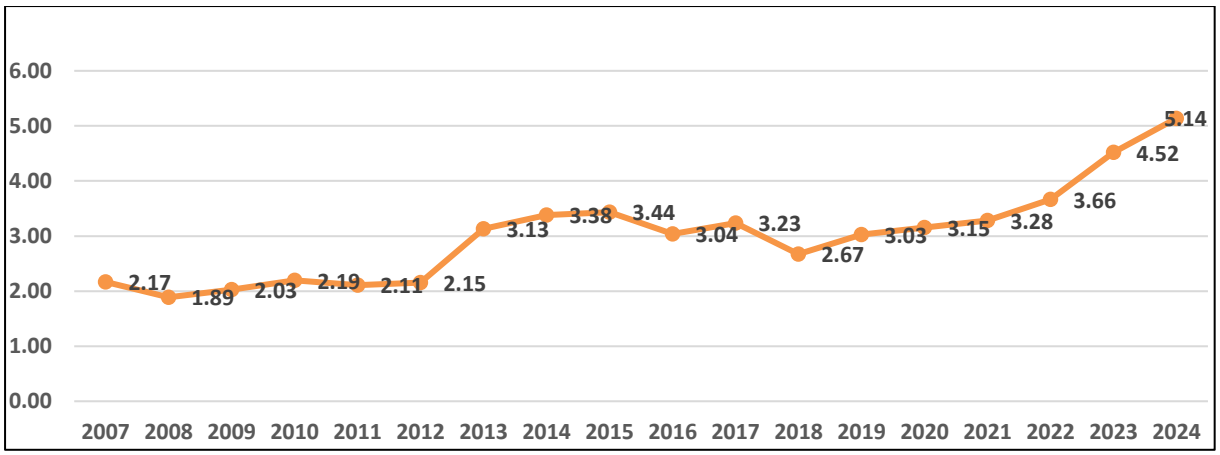
Şekil 1. Büyüklüğüne göre şirketler ve Teknolojiye Adaptasyonları, TÜBSİAD, 2023

Şekil 1 'ye göre Türkiye'de şirket büyüklüklerine göre teknolojide ne kadar değiştiklerini göstermektedir. Genel olarak büyük ölçekli şirketler teknolojiyi en fazla benimseyen olmaları ile beraber iş süreçlerinde (ERP), müşteri ilişkileri yönetiminde (CRM), web sitesi, nesnelerin interneti (IoT) ve sosyal medya alanında ağırlıklı olarak geliştiğini göstermektedir. Bu durum Türkiye'deki teknolojik gelişmeler ile ilgili iki yönlü duruma işaret etmektedir. İlk olarak şirket büyüklükleri ile teknolojik gelişmeler arasında doğru orantı olurken, asıl teknolojinin verimliliği arttıracak alanlarda henüz istenilen gelişmeyi gösteremediği işaret etmektedir. Türkiye'de yapay zekaya yatırım yapan şirket sayısında ise 2022 yılında %3.5 iken 2023 yılında ise %5'e

yükseltilmiştir. Günümüz ekonomisinde Türkiye'de şirketler yapay zekâ hizmetlerine uyumlu bir şekilde büyümeye çalışsa da finansal açıdan çok az şirket desteklemekte ve harcama yapmaktadır. Ancak küresel gelişmelere bakıldığında küresel yapay zekâ pazarı 2020 yılında 93 milyar dolar iken 2030'a kadar 826.7 milyar dolar olması beklenmektedir. Başka bir raporda da Digital Sprinters (dijital koşucular) olarak adlandırılan 2020 yılında Türkiye'nin de dahil olduğu 16 ülke ekonomisinin dijitalleşmeyi tam benimserse 2030 yılında 3.4 trilyon dolarlık büyümeye sahip olacağını öngörmüştür. Bu ülkeler küresel GSYİH'nin %13'ünü, nüfusun %16'sını ve internet kullanıcılarının %19'unu oluşturmaktadır. Rapor ülkelerin ekonomik büyümesi ile internet kullanımı ile doğru yönlü ilişki olduğunu belirtmekle birlikte internet kullanıcı sayılarının ekonomik büyümenin %7'sini oluştururken ve işgücü verimliliğinde yaklaşık 15 kat fazla olmuştur. Türkiye'de 2030 yılına kadar sektörel büyüme açısından üç aşamada yapay zekâ gelişmeleri gerçekleşeceğini tahmin etmektedirler. Öncelikle finansal hizmetler, iletişim ve üretim alanında gelişme gösterebilecek sektörler olarak öngörülürken, sağlık, eğitim ve tarım bu gelişmeleri takip ederken altyapı ve hükümet faaliyetleri izlenmesi beklenmektedir. Bu bağlamda rapora göre beklenmeyen çıkarımlardan birisi de Türkiye finansal hizmetlerde 2 kat dijital büyümeye sahip olsa da tam olarak içselleştirmediği için sektörel olarak geri kaldığını göstermektedir. Bu durum potansiyelini tam olarak gerçekleştirilmesine engel olduğunu göstermektedir (AlphaBeta, 2020; TÜBSİAD, 2023).

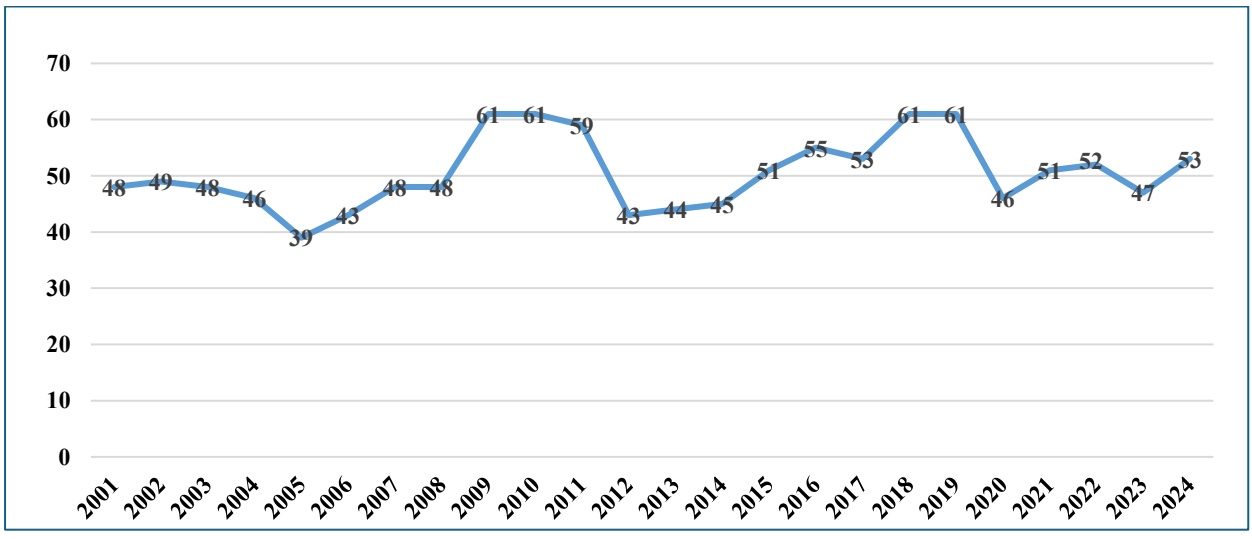
Yapay zekâ, ülke ekonomik büyümesine ilişkin iş süreçlerine teknoloji ile adaptasyonu sağlanılarak verimlilik artışı ve yeni iş alanlarının ortaya çıkmasına katkı sağlar. Ancak Türkiye gibi genç nüfusa sahip ülkelerde bazı konularda endişeler artmaktadır. Bu çerçevede artan teknolojik gelişmelerle konaklama ve yemek hizmetleri, toptan perakendecilik, ulaşım gibi bazı meslek gruplarının risk altında olması söz konusu endişelerden bazılarıdır (WEF, 2020). Bir diğer taraftan da otomasyon sistemi ile yiyecek hazırlama, inşaat, temizlik ve ulaşım gibi alanlarda kaybolmaya yüz tutacak mesleklerinde artacağı öngörülmektedir (Tekin & Demirel, 2024).

Bir ülkede üretim faaliyetlerinin düşük maliyetle gerçekleştirilmesi, verimlilik artışının sağlanması, ürün yelpazesinin artarak geliştirilmesi ve bu üretimin hem yurtiçi hem de yurtdışı talebe uygun olarak gerçekleştirilmesi, söz konusu ülkenin rekabet gücünün arttığını ortaya koyar. Bu kapsamda yüksek teknoloji ihracatı önemli göstergeler arasındadır. Şekil 2'de 2007-2024 yılları arasında yüksek teknoloji ihracatındaki değişimleri gösterilmektedir.



Şekil 2. 2007-2024 Yılları Arasında Yüksek Teknoloji İhracatı (% Değişim). World Bank (2025), verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Şekil 2'e göre yüksek teknoloji ihracatı 2007'den 2024 yılına kadar artmıştır. Ancak bu artış kriz dönemleri ve pandemi döneminde azalmıştır. Kriz dönemlerinin yanı sıra 2019 COVID-19 döneminde diğerlerinden farklı olarak teknolojik ivme kazanmıştır. Bu süreçte e-ticaretteki gelişmeler, dijitalleşme, online yapılan işlemler geçişi kolaylaştırmıştır. Ayrıca dijitalleşme tabanlı uzaktan çalışma gibi farklı sistemlere geçişi de hızlandırmıştır. Teknolojik ivmeler rekabet gücüne etkisi Şekil 3'teki IMD'nin yayınladığı küresel rekabet raporunda yer almaktadır.



Şekil 2. IMD Küresel Rekabet Sıralamasında Türkiye Göstergeleri, https://kalkinmaguncesi.izka.org.tr/index.php/2021/01/27/kuresel-rekabet-endeksi-ve-turkiye/ ; IMD, 2023; TÜSİAD, 2010.

Şekil 3' e göre 2001-2024 yılları arasında Türkiye'de rekabet gücü gelişimi verilmiştir. IMD küresel rekabet raporu ilk başta 127 ülkeyi inceleyerek rekabet gücünü ölçse de günümüzde sadece 67 ülkenin rekabet gücünü ölçmektedir. Türkiye'nin genelde olarak 40- 61 arasında sıralaması değişmekte olup çoğunlukla kriz dönemlerinde rekabet gücünün düştüğü görülmektedir. 2019 COVID-19 sonrası rekabet gücü yine artış göstermiştir. Bu rapordaki değerler ile yüksek teknoloji ihracatı arasında doğru ilişkinin var olduğu söylenebilir.

Genel olarak Türkiye'nin rekabet gücünü kazanmasında birçok faktör etkilidir. Teknolojik gelişmeler açısından bakıldığında işgücü verimliliği, tedarik zinciri, enerji, ilaç, otomotiv gibi alanlarda teknolojik entegrasyonun kısıtlı olduğu görülmektedir. Bu kapsamda otomotiv sektöründe makineleşmenin artırılması ile birlikte iş gücü verimliliğinin yükseltilmesi gerekmektedir. Teknolojik avantajlardan yararlanılarak uluslararası talebe uygun ürünlerin geliştirilmesi, sürdürülebilir ve düşük maliyetli alternatif enerji kaynaklarının güçlendirilmesi oldukça önemlidir. Bunun yanında ilaç ve enerji gibi alanlarda ileri teknolojilerden yararlanılması ve teknolojik yeniliklerle desteklenmiş bir tedarik zinciri ağına ihtiyaç duyulmaktadır (YASED, 2014).

3. Literatür

Yapay zekâ çok çeşitli sektör ve alanlarda gelişmektedir. Bu kapsam yapılan çalışmalar daha çok patent sayıları, araştırmacı sayısı, yayın sayısı ve bilgi iletişim teknolojisi üzerinden ilerlemektedir. Rekabet gücü ile ilgili yapılan çalışmalar daha firma bazında olup bu çalışmayı literatürdeki diğer çalışmalardan ayıran temel nokta makro ekonomik göstergeleri de baz almasıdır.

Akbıyık & Meçik (2025) yapay zekanın ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin G7 ülkeleri üzerinde 1997-2020 yılları arasında panel nedensellik analizi ile incelemişlerdir. Yapay zekanın gelişmesiyle beraber iktisadi etkilerinin de yaygınlaştığı göz önüne alındığında eğitimden yapay zekaya doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. İmamoğlu (2024) 2018-2022 yılları arasında 63 ülkenin Küresel Rekabetçilik Endeksi 2022 yılı verilerine dayanarak dünya ve Türkiye'nin dijitalleşmesindeki gelişmeleri analiz etmiştir. Buna göre ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile doğru orantılı olduğunu ve Türkiye'nin Covid-19 sonrası ivme kazanıp sonrasında sabit bir seyir izlediğini tespit etmiştir.

Eren vd., (2024) ülkeler bazında yapay zekâ verileri ile ekonomik göstergeler arasındaki ilişkiyi imcelemişlerdir. İktisadi etkinlik ve performans analizini zaman serileri, regresyon analizi

ve K-means kümeleme yöntemi kullanmışlardır. Elde edilen bulgulara göre yapay zekanın ülkeler arası sınırları aşarak uluslararası düzeye taşındığını ve bilim ile sınırlı kalmayıp tüm iktisadi ve sosyal alanlarda etkili olduğunu saptamışlardır.

Gonzales (2023), yapay zekayı temsilen patent sayılarını alarak ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1970- 2019 yılları arasında gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin verilerinin kukla değişken olarak alındığı Genelleştirilmiş Momentler tahmincisiyle analiz etmişlerdir. Elde edilen analiz bulgularına göre yapay zekadaki her bir birimlik artık ekonomik büyümeyi artırmaktadır. Akyol vd. (2023) 27 AB ülkesinde 2000-2020 yılları arasında yapay zekâ göstergesi olarak dijitalleşmeyi baz alarak ekonomik büyüme üzerindeki etkisini panel ver analizi ile analiz etmiştir. Analiz bulguları literatürü destekleyici nitelikte dijitalleşmenin ekonomik büyümeyi arttırdığı saptanmıştır.

Dağlı (2022) yapay zekâ patentleri ile teknolojik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi bir ve iki aşamalı sistem GMM analizi yoluyla incelenmiştir. 2005-2017 yılarını baz alan ve 17 ülke üzerinde yapılan araştırma sonuçlarına göre AR-GE harcamaları ve bilimsel yayın sayılarının yapay zekâ patenlerini arttırdığını ortaya koymuştur. Aghion vd. (2019), yapay zekayı üretim fonksiyonuna dahil etmişlerdir. Bu kapsam da Yapay zekâ sadece ekonomik büyümeyi arttırmakla kalmayıp aynı zamanda kendini besleyip büyüten bir olgu olarak ele almışlardır.

Haseeb vd. (2019), Asya-Pasifik'te 1998–2016 dönemi için 19 makroekonomik göstergeyi inceleyerek yapay zekâ ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yapay zekâ ile ilgili çıkan yayınların sayıları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelendiği çalışmada 2030 yılına kadar AI'nin %16'lık büyüme potansiyeli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Vancauteren (2018) Hollanda'da 91 adet gıda firmasının 2000-2008 yılları arasında yapılan inovatif geliştirmelerin patentler üzerindeki etkisini panel veri analizi ile incelemiştir. Analiz bulgularına göre beşerî sermaye yatırımlarının paten sayılarını arttırdığını tespit etmiştir.

Franco & Oliveira (2016) Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika ülkelerinde ve Ciocanel ve Pavalescu (2015) AB ülkelerinde ve rekabet gücü ve teknolojik yenilikler arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Yapılan analiz sonucunda rekabet gücü ile teknolojik yenilikler arasında doğrudan ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Özer & Kılınç (2014), OECD ülkelerinde teknolojik gelişmeler ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla panel veri analizi yapmışlardır. 1991-2011 yılları arasında

yapılan analizde elde edilen bulgulara göre teknolojik gelişmeler arttıkça ekonomik büyüme artmaktadır.

Türedi (2013) gelişmiş ve gelişmekte olan 53 ülkenin bilgi iletişim teknolojisi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri analizi ile incelemiştir. Analiz neticesinde bilgi iletişim teknolojilerinin gelişmiş ülkelerde gelişmekte olan ülkelere göre ekonomik büyümeyi daha çok arttırdığını tespit etmiştir.

Gani (2009) 1996-2004 yılları arasında 45 OECD ülkesinde yüksek teknoloji ihracatı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla genelleştirilmiş en küçük kareler (GLS) kullanmıştır. GLS tahmin yöntemi ülkeye özgü faktörleri dikkate almadığı için ülkeye özgü kukla değişkenleri içeren sabit etkiler (fixed effects) tahmin yöntemi benimsenmiştir. Yüksek teknoloji ihracatının, teknoloji lideri kategorisindeki ülkelerin büyümesi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir etkiye sahipken ve potansiyel lider kategorisindeki ülkelerin büyümesi üzerinde ise pozitif ancak istatistiksel olarak anlamsız bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Düşük teknolojik başarı ve büyüme seviyelerine sahip düşük gelirli ülkelerin, küresel ticaret ortamında rekabet edebilmek ve büyüme ve kalkınmalarını artırmak için yüksek teknoloji içerikli yeni ürün geliştirmeye odaklanmaları gerektiğini sonucuna ulaşmıştır.

Altay & Pazarlıoğlu (2007) rekabet gücünü uluslararası düzeyde ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemek amacıyla 2000-2004 dönemleri arasında rekabet gücü en yüksek 51 ülkeyi En küçük kareler yöntemi (EKKY) modeli ile analiz etmişlerdir. Analiz bulgularına göre beşerî sermayeyi temsilen kullanılan eğitim değişkeninde meydana gelen artış uluslararası düzeyde rekabet gücünü arttırdığını tespit etmişlerdir.

Heinze (2004) AB ülkeleri ile ABD arasında nanoteknolojinin gelişimi ile ilgili yapılmış olan yayınlar ve patent sayıları incenmiş ve bakış açısı farklılığı bibliyometrik analiz ile ölçülmeye çalışılmıştır. 15 kamu kurumunun nanoteknoloji ile ilgili çalışmaları incelendiğinde AB ülkelerinin nanoteknoloji ile ilgili daha aktif süreç içeresinde yer aldığı tespit etmiştir.

Cameron vd. (2003) Birleşik Krallık'ta 1970-1992 yılları arasında verimlilik, teknoloji transferi ve uluslararası ticareti araştırmak üzere 14 imalat sektörü üzerine panel veri analizi yapmıştır. Teknoloji transferinin verimlilik artışında etkili olduğunu ortaya koymuş ve çalışma teknolojik sınırın gerisinde kalan ülkeler için teknoloji transferinin önemini vurgulamaktadır.

Sylwester (2001) 20 OECD ülkesi üzerinde AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme ilişkisini regresyon analizi ile incelemiştir. Analiz bulgularına göre ülkelerin gelişmişlik derecesi arttıkça AR-GE harcamaları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki artmaktadır.

4. Yöntem

Kanonik korelasyon analizi (KKA), iki veya daha fazla değişken seti arasındaki karmaşık ilişkileri incelemek amacıyla kullanılan çok değişkenli istatistiksel yöntemlerden biridir. Temel amaç, birinci değişken setinin doğrusal bileşenleri ile ikinci değişken setinin doğrusal bileşenleri arasındaki korelasyonu en yüksek düzeyde açıklayan kanonik değişken çiftlerini elde etmektir. Bu yöntem, Hotelling (1936) tarafından geliştirilmiş olup, her biri birden fazla değişkenden oluşan iki veri seti arasındaki ilişkilerin bütüncül olarak analiz edilmesine imkân tanımaktadır (Özçomak ve Demirci, 2010).

Kanonik korelasyon analizi, çoklu regresyon yöntemine benzer şekilde değerlendirilebilir; ancak her iki tarafta da birden fazla değişken bulunması bakımından farklılaşmaktadır. Bu sayede, birden fazla bağımlı ve bağımsız değişkenin aynı anda incelenmesi mümkün olmakta ve tek değişkenli yöntemlerin yol açabileceği yanlış anlamlı sonuçların ortaya çıkma olasılığını azalmaktadır. Elde edilen kanonik değişkenler, her iki değişken setindeki değişkenlerin lineer kombinasyonları aracılığıyla oluşturulmakta ve kümeler arasındaki ilişkileri özetleyen yeni boyutlar olarak yorumlanmaktadır (Hancıoğlu, 2016: 96).

Çok sayıda değişkenden meydana gelen iki değişken kümesi arasındaki ilişkilerin matematiksel yapısı Eşitlik (1) ve (2)'de gösterilmektedir (Hotelling, 1936; Yılmaz Özsoy, 2023)

$$U_1=a_{11} X_1+a_{12} X_2+\cdots+a_{1p} X_p \quad V_1=b_{11} Y_1+b_{12} Y_2+\cdots+a_{1q} Y_q \qquad (1)$$

$$U_p=a_{p1} X_1+a_{p2} X_2+\cdots+a_{pp} X_p \quad V_q=b_{q1} Y_1+b_{q2} Y_2+\cdots+a_{qq} Y_q \qquad (2)$$

Analiz sonucunda elde edilen kanonik korelasyonların istatistiksel anlamlılığı, Wilks' Lambda, Pillai's Trace, Lawley-Hotelling Trace ve Roy's Largest Root gibi çok değişkenli test istatistikleri ile sınanmaktadır. Böylece, iki değişken kümesi arasında anlamlı doğrusal ilişkilerin varlığı test edilmektedir. KKA'nın uygulanabilmesi için bazı varsayımların sağlanması gerekmektedir. Bu varsayımlar; değişken kümelerinin çoklu normalliği, kanonik çiftler arasındaki ilişkinin doğrusal olması, uç değerlerin bulunmaması ve çoklu bağlantı (multicollinearity)

sorununun olmamasıdır (Kalaycı, 2008: 245; Yılmaz ve Sevüktekin, 2023). Çalışmada kullanılan veriler bu varsayımlar açısından test edilmiş ve analize uygun olduğu belirlenmiştir.

Bu nedenlerle, söz konusu çalışma kapsamında ekonomik göstergeler ve yapay zekâya ilişkin değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde kanonik korelasyon analizi uygun bir yöntem olarak tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan veri kaynakları ile değişken setleri Tablo 1'te sunulmaktadır.

Tablo 1

Araştırmada Kullanılan Değişken Setleri ve Veri Kaynakları

Değişken Kümesi	Değişken No	Değişken Adı	Veri Kaynağı
Ekonomi Değişkenleri	X_1	Rekabetçilik sıralama skoru	IMDB
	X_2	GSYİH Büyüme Oranı	Dünya Bankası
Yapay Zekâ Değişkenleri	Y_1	Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi	
	Y_2	Yüksek Teknoloji İhracatı	Dünya Bankası
	Y_3	Bilgi ve İletişim Teknolojileri Hizmetleri	IMD
	Y_4	Sabit Genişbant abonelikleri	Dünya Bankası

Ekonomik değişkenlerin oluşturduğu yer alan Rekabetçilik Sıralama Skoru (X1), ülkelerin küresel piyasalarda rekabet edebilme kapasitesini ölçen bir gösterge olarak kabul edilmiştir. Bu değişken, üretim verimliliği, yenilikçilik kapasitesi ve piyasa etkinliği gibi unsurların ülkeler için önemini ortaya çıkarmaktadır. İkinci ekonomik gösterge olarak çalışmada yer alan GSYİH Büyüme Oranı (X2) ise ülkelerin ekonomik performansını ölçen en temel göstergelerden biri olarak kabul görmüştür ve ülkelerin ekonomik genişleme veya daralma eğilimlerini ortaya koymaktadır.

Yapay zekâ değişkenlerinin oluşturduğu grupta yer alan ilk değişken Yapay Zekâ Hazırlık indeksi (Y1)'dir ve bu indeks, ülkelerin yapay zekâ teknolojilerini geliştirme ve uygulama konusundaki kurumsal, altyapısal ve stratejik yeterliliklerine işaret etmektedir. İkinci değişken olan Yüksek Teknoloji İhracatı (Y2), ekonominin yenilikçilik kapasitesini ve teknoloji tabanlı üretim gücünü yansıtan kritik bir göstergedir. Yapay zekâ göstergelerinin bir diğeri olan Bilgi ve İletişim Teknolojileri Hizmetleri (Y3), dijitalleşme sürecinin ekonomik ve toplumsal boyutunu temsil

ederken, Sabit Geniş bant Abonelikleri (Y4) dijital altyapının yaygınlığını ve bilgiye erişim kapasitesini temsil etmektedir. Bu değişkenlerin beraber incelenerek analize dahil edilmesi, ekonomik göstergeler ile yapay zekâ kapasitesine ilişkin unsurlar arasındaki karşılıklı ilişkilerin ortaya konulmasına imkân sağlamaktadır.

5. Bulgular

Çalışmanın uygulama aşamasında 63 ülkenin ekonomik göstergeleri ile yapay zekâ göstergeleri arasındaki ilişki kanonik korelasyon analizi (KKA) yöntemiyle incelenmiştir. Analizler IBM SPSS 24 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiş olup, ekonomik ve yapay zekâ değişken grupları kapsamında toplam 6 farklı gösterge değerlendirmeye alınmıştır.

Araştırmanın birinci değişken kümesi olan Ekonomik Göstergeler kümesinde "Rekabetçilik Sıralama Skoru (X1)" ve "GSYH Büyüme Oranı (X2)" olmak üzere toplam 2 değişken yer almaktadır (p=2). Kıyaslama yapılacak olan diğer değişken grubu Yapay Zekâ Göstergeleri kümesinde ise "Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi (Y1)", "Yüksek Teknoloji İhracatı (Y2)", "Bilgi ve İletişim Teknolojileri Hizmetleri (Y3)" ve "Sabit Geniş bant Abonelikleri (Y4)" olmak üzere 4 değişken yer almaktadır (q=4). Bu bağlamda, Ekonomik Göstergeler ve Yapay Zekâ Göstergeleri kümeleri arasındaki ilişkiler değerlendirilirken ulaşılabilecek maksimum kanonik korelasyon sayısının 2 olduğu saptanmıştır (min(p,q)=2).

Analizin ilk aşamasında değişken kümelerinin kendi içlerindeki korelasyon katsayıları değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Ekonomik Göstergeler kümesi için elde edilen korelasyon katsayıları Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2

Ekonomi Küme Değişkenlerine İlişkin Korelasyonlar

	X_1	X_2
X_1	1	**-0,257**
X_2		1

Ekonomik Göstergeler kümesinde yer alan "Rekabetçilik Sıralama Skoru (X1)" ve "GSYH Büyüme Oranı (X2)" değişkenlerine ait korelasyonlar Tablo 2'de incelendiğinde, söz konusu iki değişken arasında %25,7 oranında negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir.

Çalışmanın diğer değişken kümesi olan Yapay Zekâ Göstergeleri kümesine ait korelasyon katsayıları ise Tablo 3'te özetlenmiştir.

Tablo 3

Yapay Zekâ Küme Değişkenlerine İlişkin Korelasyonlar

	Y₁	***Y₂***	***Y₃***	***Y₄***
Y_1	1	0,247	0,1884	0,6941
Y_2		1	**0,260**	0,299
Y_3			1	**0,067**
Y_4				**1**

Yapay Zekâ Göstergeleri kümesinde en yüksek korelasyon %69,4 ile "Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi (Y1)" ve "Sabit Geniş bant Abonelikleri (Y4)" arasında olduğu gözlenmiştir. İkinci olarak %29,9 ile "Yüksek Teknoloji İhracatı (Y2)" ve "Sabit Geniş bant Abonelikleri (Y4)" değişkenleri arasındaki pozitif ilişki olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte Tablo X1'de görüldüğü üzere Yapay Zekâ Göstergeleri kümesinde yer alan dört değişken arasındaki tüm korelasyonların pozitif olduğu saptanmıştır.

Ekonomik Göstergeler ve Yapay Zekâ Göstergeleri kümelerinde yer alan değişkenlerin kendi kümeleri içerisindeki korelasyon katsayıları hesaplandıktan sonra, iki küme arasındaki karşılıklı ilişkiler Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4

Ekonomi ve Yapay Zekâ Kümeleri Değişken Korelasyonları

	Y₁	*Y₂*	*Y₃*	*Y₄*
X_1	0,753	0,308	0,316	0,459
X_2	-0,352	0,145	-0,126	-0,251

Tablo 4 değerlendirildiğinde, "Rekabetçilik Sıralama Skoru (X1)" ile "Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi (Y1)" değişkenleri arasında %75,3 düzeyinde pozitif yönlü bir korelasyon olduğu görülmektedir. Ayrıca, "Rekabetçilik Sıralama Skoru (X1)" ile "Sabit Geniş bant Abonelikleri (Y4)" arasındaki korelasyon %45,9 düzeyinde pozitif yönlüdür. Diğer yandan, "GSYH Büyüme

Oranı (X2)" ile "Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi (Y1)" arasında %35,2 düzeyinde negatif yönlü bir korelasyon, "GSYH Büyüme Oranı (X2)" ile "Sabit Geniş bant Abonelikleri (Y4)" arasında ise %25,1 düzeyinde negatif yönlü bir korelasyon saptanmıştır. Bu doğrultuda Ekonomik Göstergeler ve Yapay Zekâ Göstergeleri kümeleri arasında hem pozitif hem de negatif korelasyonların mevcut olduğu gözlenmiştir. Rekabetçi ülkelerde yapay zekâ hazırlık düzeyi ve dijital altyapı genellikle yüksekken, hızlı büyüyen bazı ekonomilerde ilgili göstergeler sınırlı kalabilmektedir. Bu durum, ekonomik performans ile yapay zekâ ve dijital altyapı kapasitesi arasındaki ilişkinin tek boyutlu olmadığını, farklı göstergelerin hem destekleyici hem de sınırlayıcı etkiler taşıyabileceğine işaret etmektedir.

Çalışmanın bir sonraki aşamasında, söz konusu iki değişken seti arasındaki ilişkilerin düzeyini tespit etmek amacıyla kanonik korelasyon katsayıları ve bunlara ait anlamlılık testleri hesaplanmıştır, elde edilen bulgular Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5'de verilen kanonik korelasyon katsayıları ve anlamlılık testleri incelendiğinde, en fazla 2 adet kanonik korelasyon fonksiyonu elde edilebileceği görülmektedir. Ancak elde edilen bu fonksiyonlardan yalnızca birincisinin %5 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle analiz sürecinde, istatistiksel olarak anlamlı bulunmayan ikinci kanonik korelasyon fonksiyonuna ilişkin yorumlara yer verilmemiştir, sadece anlamlı kabul edilen birinci fonksiyonun değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tablo 5

Kanonik Korelasyon Katsayıları ve Anlamlılık Testleri

Değişken Çifti	*Katsayı*	*Wilks' Lambda*	*Chi-SQ*	*s.d.*	*p*
1	0,794	0,331	61,404	8	0,000*
2	0,325	0,894	6,201	3	0,102

Elde edilen sonuçlar, Ekonomi ve Yapay Zekâ değişken setleri arasında var olduğu öngörülen ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olduğuna işaret etmektedir. Tablo 5'te yer alan ve anlamlı bulunan kanonik korelasyon değeri 0,794 olarak belirlenmiştir. Ayrıca değişken grupları arasında açıklanamayan varyans miktarını gösteren Wilks'in Lambda değeri 0,331 olarak elde edilmiştir. KKA'de etki büyüklüğü (1-Wilks' Lambda) şeklinde hesaplandığından, modele yönelik etki büyüklüğü (1-0,33) =0,669 olarak bulunmuştur. Bu değer, determinasyon katsayısına (R^2)

benzer şekilde yorumlanmaktadır. Böylelikle, anlamlı bulunan birinci kanonik değişken çiftinin, toplam varyansın yaklaşık %66,9'unu açıkladığı gözlenmiştir. KKA sonucunda elde edilen standartlaştırılmış kanonik katsayılar Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6

Anlamlı Kanonik Değişken Çifti İçin Standartlaştırılmış Kanonik Katsayılar

	U_1		V_1
X_1	-0,934	Y_1	-1,007
X_2	0,192	Y_2	-0,044
		Y_3	-0,209
		Y_4	0,127

Standartlaştırılmış katsayılar, kanonik değişkenlerin oluşturulmasında kullanılan orijinal değişkenlerin etki büyüklüklerini ifade etmektedir. Söz konusu bu değerler, elde edilen regresyon modelindeki beta katsayılarına eşdeğer olarak değerlendirilmektedir. Tablo 6'ya göre, anlamlı bulunan birinci kanonik değişken çiftine ait U1 ve V1 katsayıları mutlak değerleri üzerinden incelendiğinde, U1 kanonik değişkeninin oluşumuna en yüksek katkıyı (-0,934) ile "Rekabetçilik Sıralama Skoru (X1)" değişkeninin sağladığı görülmektedir. Diğer yandan, V1 kanonik değişkeninin oluşumuna en yüksek katkıyı (-1,007) ile "Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi (Y1)" değişkeni sağlamıştır.

Standartlaştırılmış kanonik katsayıların ardından anlamlı bulunan birinci fonksiyona ait kanonik yükler de hesaplanmıştır. Kanonik yükler, kanonik değişkenler ile ilgili kümede yer alan orijinal değişkenler arasındaki basit korelasyon katsayılarını ifade etmektedir. Bu bağlamda, anlamlı bulunan birinci kanonik değişken çifti için hesaplanan kanonik yükler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

Ekonomik ve Yapay Zekâ Kümeleri İçin Elde Edilen Kanonik Yükler

	U_1		V_1
X_1	**-0,983**	Y_1	**-0,970**

X_2	0,431	Y_2	-0,328
		Y_3	-0,402
		Y_4	**-0,600**

Tablo 7 incelendiğinde, U1 kanonik değişkenine en yüksek katkıyı sağlayan ekonomik gösterge (-0,983) ile "Rekabetçilik Sıralama Skoru (X1)" olurken, V1 kanonik değişkenine en yüksek katkıyı sağlayan yapay zekâ göstergesi (-0,970) ile "Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi (Y1)" olarak belirlenmiştir. Kanonik değişkenlere ait kanonik yüklerin işaretlerinin birbirine paralel olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, Ekonomik Göstergeler ve Yapay Zekâ Göstergeleri kümeleri arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir ve literatürde beklenen sonuçlarla uyumludur.

Kanonik yüklerin hesaplanmasının ardından çapraz yükler de (yapı katsayıları) elde edilmiştir. Çapraz yükler, kanonik değişkenler ile diğer değişken kümesindeki orijinal değişkenler arasındaki ilişkileri göstermektedir. Elde edilen kanonik çapraz yükler Tablo 8'de özetlenmiştir.

Tablo 8

Ekonomik ve Yapay Zekâ Değişken Kümeleri İçin Kanonik Çapraz Yükler

	V1		***U1***
X_1	**-0,780**	Y_1	**-0,770**
X_2	0,342	Y_2	-0,260
		Y_3	-0,013
		Y_4	-0,050

Tablo 8'de yer alan çapraz yükler incelendiğinde, U1 kanonik değişkenine en yüksek katkıyı sağlayan yapay zekâ göstergesi (-0,770) ile "Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi (Y1)" olurken, V1 kanonik değişkenine en büyük katkıyı sağlayan ekonomik gösterge 0,677 ile "Rekabetçilik Sıralama Skoru (X1)" olarak belirlenmiştir. Analiz sonucunda elde edilen çapraz yüklerin işaretlerinin paralel olduğu görülmektedir; diğer bir deyişle, iki değişken kümesi arasındaki ilişkinin aynı yönde olduğu saptanmıştır. Bu bağlamda, Ekonomik Göstergeler ve Yapay Zekâ Göstergeleri değişkenlerinin pozitif yönde hareket ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Kanonik ve çapraz kanonik yükler belirlendikten sonra, kanonik değişkenlerin özgün değişkenlerin varyansını ne ölçüde açıkladığını gösteren fazlalık analizi (redundancy index; Sharma, 1995:405) hesaplanmıştır. Bu analizin sonuçları Tablo 9'da sunulmaktadır.

Tablo 9

Fazlalık Analizi (Redundancy)

Kanonik Değişkenler	Kendi Kanonik Değişkeni ile Açıklanma	Karşıt Kanonik Değişken ile Açıklanma
CV1-1	0,576	0,247
CV1-2	0,424	0,021
CV2-1	0,393	0,363
CV2-2	0,200	0,045

Tablo sonuçları, her iki kümenin kanonik yapılarında belirgin bir asimetri olduğunu göstermektedir. Ekonomi kümesine ait kanonik değişkenler (CV1-1 ve CV1-2) kendi varyanslarını oldukça yüksek oranda açıklarken (sırasıyla %57,6 ve %42,4), Yapay Zekâ kümesinin bu değişkenleri açıklama düzeyi oldukça düşüktür (CV1-1 için %24,7; CV1-2 için %2,1). Bu durum, Ekonomik göstergelerin içsel tutarlılığının yüksek ve yapısının daha kompakt olduğunu göstermektedir. Öte yandan Yapay Zekâ kümesinin kanonik değişkenleri kendi varyanslarını daha sınırlı düzeyde açıklamakta (CV2-1: %39,3; CV2-2: %20), buna karşın Ekonomik eksenler Yapay Zekâ kümesinin varyansını daha güçlü şekilde yansıtmaktadır (CV2-1 için %36,3; CV2-2 için %4,5). Bu bulgu, Yapay Zekâ göstergelerinin daha çok boyutlu ve heterojen bir yapıya sahip olduğunu, ancak ekonomik faktörlerle güçlü bir ortak varyans ürettiğini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, iki küme arasındaki ilişki karşılıklı olsa da yapay zekâ değişkenlerinin ekonomik yapı tarafından daha fazla "açıklanabilir" olduğu; buna karşın ekonomik değişkenlerin daha sınırlı düzeyde yapay zekâ göstergelerine bağımlı olduğu anlaşılmaktadır.

6. Sonuç ve Öneriler

21.yüzyılda rekabet gücü başta ticaret savaşları, kur savaşları ve teknolojik gelişmeler olmak üzere pek çok farklı şekilde gelişmiştir. Bu kapsamda ülkeler arasındaki ticaret savaşları kısmen ılımlı olan kur savaşlarından daha sert olarak değerlendirilen gümrük tarifesi ve kotalarla yapılan ticaret savaşlarında ülkelerin ellerinde bulundurdukları en büyük silah rekabet gücüdür. Ülkeler rekabet gücü ile ulusal ve uluslararası düzeyde dış ticaret dengesinin sağlamakta, üretimde etkinlik ve verimliliği yoluyla üretim potansiyelini yakalayabilmekledir. Üretim potansiyellerinin büyük bir kısmını da teknoloji oluşturmaktadır. Bu nedenle rekabet gücünü kaybetmek istemeyen

veya artırmak isteyen ekonomiler teknolojik yeniliklere ağırlık vermektedirler. Bu çerçevede genelde teknolojik yatırımlar özelde yapay zekâ yatırımları ülkelerin rekabet gücü ve ekonomik büyüme açısından oldukça belirleyicidir. Bu bağlamda, yapay zekâ yatırımlarının ekonomik göstergelere etkisinin incelenmesi oldukça önem arz etmektedir.

Bu kapsamda yapılan analiz bulguları, yapay zekâ göstergeleri ile ekonomik performans dinamikleri arasında güçlü ve pozitif yönlü bir etkileşim bulunduğunu ortaya koymaktadır. Kanonik korelasyon analizi sonuçlarına göre, Yapay Zekâ Hazırlık Endeksi (Y_1) değişkeni U_1 kanonik yapısına en yüksek katkıyı sağlarken, Rekabetçilik Sıralama Skoru (X_1) değişkeni V_1 kanonik yapısında en belirleyici unsur olarak öne çıkmıştır. Bu durum, yapay zekâya hazırlık düzeyinin artmasının ülkelerin rekabet gücünü doğrudan desteklediğini göstermektedir.

Çapraz yüklerin aynı işarete sahip olması, yapay zekâ ve ekonomik performans göstergeleri arasındaki ilişkinin aynı yönde hareket ettiğini ve iki değişken kümesinin birbirini tamamladığını ortaya koymaktadır. Diğer bir ifadeyle, dijitalleşme sürecine entegre edilen yapay zekâ teknolojileri, yenilikçilik kapasitesini, verimliliği ve üretim etkinliğini artırarak ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır.

Elde edilen sonuçlar, yapay zekânın yalnızca teknolojik bir dönüşüm aracı değil, aynı zamanda ekonomik rekabetin yeni belirleyicisi haline geldiğini göstermektedir. Yapay zekâ kapasitesi yüksek ülkelerin, küresel pazarlarda daha sürdürülebilir rekabet avantajı elde ettikleri ve ekonomik dirençliliklerini artırdıkları söylenebilir. Bu çerçevede, politikaların dijital altyapının güçlendirilmesi, Ar-Ge yatırımlarının artırılması ve yapay zekâ odaklı insan sermayesinin geliştirilmesi yönünde şekillendirilmesi, ekonomik performansın uzun vadede sürdürülebilir biçimde artmasına katkı sağlayacaktır.

Türkiye özelinde ise finansman olanaklarının arttırılması, yatırım teşvikleri, üniversitelerle iş birliği yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda ülkelerin gelişmişlik düzeyleri ile teknolojik gelişmeler arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu söylenebilir. Türkiye sahip olduğu nadir elementler başta olmak üzere genç nüfus ve geleceğe yönelik dinamik yapısıyla büyük teknolojik potansiyeli barındırmaktadır. Bu potansiyeli kullanarak rekabet gücünün artırılmasına odaklanılması, beyin göçü veren değil alan bir ülke görünümün sağlanması da oldukça önem arz etmektedir.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Etik komite onayı ve/veya yasal/özel izin gerektirmeyen bu çalışma, araştırma ve yayın etiğine uygundur.

Araştırmacının Katkı Oranı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamıştır.

Araştırmacının Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması yoktur.

Kaynakça

Aghion, P., Jones, B., ve Jones, C. (2019). Artificial Intelligence and Economic Growth. The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda. Chicago: University of Chicago Press, 237–290

Akbıyık, Z. H., & Meçik, O. (2025). Yapay zekâ ve ekonomik dinamikler: G7 ülkeleri üzerine bir analiz. *İzmir Yönetim Dergisi, 6*(1), 41–54. https://doi.org/10.56203/iyd.1636889

Akyol, H., Akar, T., & Akar, G. (2023). Dijitalleşme ve ekonomik büyüme: AB ülkelerinden yeni kanıtlar. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 26*(49), 99–114. https://doi.org/10.31795/baunsobed.1171424

Altay, A., & Pazarlıoğlu, M. V. (2007). Uluslararası rekabet gücünde beşerî sermaye: Ekonometrik yaklaşım. *Selçuk Üniversitesi Karaman İ.İ.B.F. Dergisi, 9*(12), 96–108.

AlphaBeta (2020). The Digital Sprinters, https://accesspartnership.com/wp-content/uploads/2023/03/201113_fa-main-report-gem-pages-os.pdf

Arf, C. (1959). Makine Düşünebilir mi ve Nasıl Düşünebilir? Atatürk Üniversitesi 1958- 1959 Öğretim Yılı Halk Konferansları (1), 91-103.

Cameron, G., Proudman, J., & Redding, S. (2005). Technological convergence, R&D, trade and productivity growth. *European Economic Review, 49*(3), 775–807. https://doi.org/10.1016/S0014-2921(03)00070-9

Ciocanel, A. B., & Pavelescu, F. M. (2015). Innovation and competitiveness in European context. *Procedia Economics and Finance, 32*, 728–737. https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01455-0

Dağlı, İ. (2022). Yapay zekâ teknolojilerinde etkili faktörler üzerine bir model denemesi: En başarılı ülkelerle panel veri analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 17*(2), 368–386. https://doi.org/10.17153/oguiibf.1046758

Eren, F., Dülek, L. N., Uraz, Ö. A., Kuşcu, B., & Sakallı, M. (2024). Yapay zekâ endeksi kapsamında ülke bazlı yapay zekâ politika stratejilerinin etkinliği: Performans ve verimlilik değerlendirmesi incelenmesi. *Bilgi ve İletişim Teknolojileri Dergisi, 6*(2), 113–148. https://doi.org/10.53694/bited.1546626

Franco, C., & de Oliveira, R. H. (2017). Inputs and outputs of innovation: Analysis of the BRICS. *RAI Revista de Administração e Inovação, 14*(1), 79–89. https://doi.org/10.1016/j.rai.2016.10.001

Haenlein, M., & Kaplan, A. (2019). A brief history of artificial intelligence: On the past, present, and future of artificial intelligence. *California Management Review, 61*(4), 5–14. https://doi.org/10.1177/0008125619864925

Hancıoğlu, Y. (2016). Küresel İnovasyon Endeksi'ni 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. https://doi.org/10.11616/basbed.vi.455413

Haseeb, M., Sasmoko, Mihardjo, L. W., Gill, A. R., & Jermsittiparsert, K. (2019). Economic impact of artificial intelligence: New look for the macroeconomic assessment in Asia-Pacific region. *International Journal of Computational Intelligence Systems, 12*(2), 1295–1310. https://doi.org/10.2991/ijcis.d.191025.001

Heinze, T. (2004). Nanoscience and nanotechnology in Europe: Analysis of publications and patent applications including comparisons with the United States. *Nanotechnology Law & Business, 1*(4), 427–445.

Hotelling, H. (1936). Relations between two sets of variates. *Biometrika, 28*(3–4), 321–377. https://doi.org/10.1093/biomet/28.3-4.321

İmamoğlu, E. (2024). Küresel dijital rekabet gücü: Dijital rekabet edebilirlik göstergeleri kapsamında Türkiye üzerinden karşılaştırmalı bir değerlendirme. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 15*(1), 65–89. https://doi.org/10.33537/sobild.2024.15.1.7

Kalaycı, Ş. (2008). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Ankara: Asil Yayın Dağıtım Ltd.Şti.

Keskin, S., & Özsoy, A. N. (2004). Kanonik korelasyon analizi ve bir uygulaması. *Journal of Agricultural Sciences, 10*(1), 67–71. https://doi.org/10.1501/Tarimbil_0000000871

Mijwel, M. (2016). Yapay Zekâ Nedir? Baghdad College of Economic Sciences University.

Muggleton, S. (2014). Alan Turing and the development of artificial intelligence. *AI Communications, 27*(1), 3–10. https://doi.org/10.3233/AIC-130579

Özçomak, M. S., & Demirci, A. (2010). Afrika Birliği ülkelerinin sosyal ve ekonomik göstergeleri arasındaki ilişkinin kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 24*(1), 261–274.

Özer, M., & Kılınç, E. C. (2014). Teknolojik gelişme ve ekonomik büyüme: OECD ülkeleri üzerine bir uygulama. *TİSK Akademi, 9*(17), 70–91.

Öztemel, E. (2020). Yapay zekâ ve insanlığın geleceği. Bilişim teknolojileri ve iletişim: Birey ve toplum güvenliği, 95-112.

Rouhiainen, L. (2019), Yapay Zekâ, Geleceğimizle İlgili Bilmemiz Gereken 101 Şey, Pegasus Yayınları.

Schank, R. C. (1991). Where's the AI? *AI Magazine, 12*(4), 38–49. https://doi.org/10.1609/aimag.v12i4.917

Schank, R. C., & Owens, C. C. (1987). Ten Problems in Artificial Intelligence (No. YALEUCSDRR514).

Siudek, T., & Zawojska, A. (2014). Competitiveness in the economic concepts, theories and empirical research. *Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia, 13*(1), 91–108.

Sylwester, K. (2001). R&D and economic growth. *Knowledge, Technology & Policy, 13*(4), 71–84. https://doi.org/10.1007/BF02693991

Tekin, A., & Demirel, O. (2024). Yapay zekâ teknolojileri ile istihdam ve verimlilik arasındaki ilişki. *Yönetim Bilimleri Dergisi, 22*(Özel Sayı: Endüstri 4.0 ve Dijitalleşmenin Sosyal Bilimlerde Yansımaları), 1585–1618. https://doi.org/10.35408/comuybd.1485233

TÜSİAD (2010). TÜSİAD BASIN BÜLTENİ, Mayıs.

TÜBSİAD (2023). Türkiye'nin 2. Yüzyılında Yüksek Teknoloji için Eylem Çağrısı Raporu, https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/turkiyenin-2-yuzyilinda-yuksek-teknoloji-icin-eylem-cagrisi-raporu.pdf

Vancauteren, M. (2018). The effects of human capital, R&D and firm's innovation on patents: A panel study on Dutch food firms. *The Journal of Technology Transfer, 43*(4), 901–922. https://doi.org/10.1007/s10961-017-9583-3

WEF, World Economic Forum & Harvard University. Center for International Development. (2006). The global competitiveness report. World Economic Forum

WEF, World Economic Forum (1998). The global competitiveness report. World Economic Forum.

WEF. (2020). "The Future of Jobs Report 2020", Erişim: 13.08.2024; https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2020/

World Bank (2025). https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.TECH.MF.ZS

YASED, (2014). Sürdürülebilir Küresel Rekabet için Bölgesel Merkez Türkiye. https://www.yased.org.tr/raporlar

Yılmaz, T., & Sevüktekin, M. (2023). Bankaların borsa performans oranı ve likidite oranının kanonik korelasyon analizi ile incelenmesi. *UMAY Sanat ve Sosyal Bilimler Dergisi, 1*(1), 86–100.

Zemánková, A. (2019). Artificial intelligence and blockchain in audit and accounting: Literature review. *WSEAS Transactions on Business and Economics, 16*, 568–581.

EXTENDED ABSTRACT

In the 21st century, competitiveness has evolved in many different ways, primarily through trade wars, currency wars, and technological advancements. In this context, trade wars between countries, ranging from relatively milder currency wars to more severe trade wars involving tariffs and quotas, represent the greatest weapon countries possess: competitiveness. Countries use competitiveness to balance their foreign trade at national and international levels, and to realise their production potential through efficiency and productivity. Technology constitutes a large part of this production potential. Therefore, economies that do not want to lose or want to increase their competitiveness prioritise technological innovations. In this framework, technological investments in general, and artificial intelligence investments in particular, are highly decisive for countries' competitiveness and economic growth. In this context, examining the impact of artificial intelligence investments on economic indicators is of great importance.

The rapid spread of artificial intelligence technologies is leading to a significant transformation in global economic balances. These technologies not only improve production processes but also create new skill requirements in labor markets, change trade structures, and redefine the competitiveness of countries. Therefore, examining the effects of artificial intelligence on economic systems using multidimensional statistical methods has gained importance. Today, artificial intelligence is no longer limited to computational processes; it has become a branch of science that integrates human intelligence into machines, develops algorithms, creates systems that solve problems, and develops and produces information and programming capabilities. Many AI-based technologies are used today. They have spread to a wide range of areas, including recommendation systems, smart assistants, and personalised services that individuals can use not only in corporate settings but also in their daily lives. On the other hand, it contributes to economic growth by increasing digitalisation.

Artificial intelligence contributes to increased productivity and the emergence of new job areas by adapting business processes related to national economic growth through technology. However, in countries with a young population like Turkey, some concerns are increasing. In this context, some of the concerns are that certain professional groups such as hospitality and food services, wholesale and retail, and transportation are at risk due to increasing technological developments. On the other hand, it is predicted that professions in areas such as food preparation,

construction, cleaning, and transportation will disappear due to automation systems. In a country, the ability to carry out production activities at low cost, achieve increased productivity, expand and improve the product range, and produce in accordance with both domestic and international demand demonstrates an increase in that country's competitiveness. In this context, high-technology exports are among the important indicators. Generally, many factors contribute to Turkey's competitiveness. From the perspective of technological developments, it is observed that technological integration is limited in areas such as labour productivity, supply chain, energy, pharmaceuticals, and automotive. In this context, it is necessary to increase labour productivity by increasing mechanisation in the automotive sector. Developing products suitable for international demand by leveraging technological advantages and strengthening sustainable and low-cost alternative energy sources are crucial. In addition, there is a need to utilise advanced technologies in areas such as pharmaceuticals and energy, and to have a supply chain network supported by technological innovations. Artificial intelligence is developing in a wide variety of sectors and fields. Studies in this area are mostly based on patent numbers, researcher numbers, publication numbers, and information and communication technology. Studies on competitiveness are more firm-based, and the key point that distinguishes this study from other studies in the literature is that it also takes macroeconomic indicators into account.

In the application phase of the study, the relationship between economic indicators and artificial intelligence indicators of 63 countries was examined using the canonical correlation analysis (CCA) method. The analyses were performed using the IBM SPSS 24 software package, and a total of 6 different indicators were evaluated within the economic and artificial intelligence variable groups. In the research, the variable set representing economic performance consists of the Competitiveness Ranking Score and GDP growth rate. The artificial intelligence indicators set includes the Artificial Intelligence Readiness Index, High-Technology Exports, Information and Communication Technologies Services, and Fixed Broadband Subscriptions. Canonical Correlation Analysis was preferred because it allows for the simultaneous evaluation of the relationships between the two variable sets. Prior to the analysis, assumptions of multivariate normality, linearity, outlier observations, and multicollinearity were tested, and the dataset was determined to be suitable for analysis. Thus, it was possible to reliably analyse the relationships between economic indicators and artificial intelligence indicators.

The analysis findings reveal a strong and positive interaction between artificial intelligence indicators and economic performance dynamics. According to the canonical correlation analysis results, the Artificial Intelligence Readiness Index (Y_1) variable makes the highest contribution to the U_1 canonical structure, while the Competitiveness Ranking Score (X_1) variable stands out as the most decisive element in the V_1 canonical structure. This indicates that increasing the level of readiness for artificial intelligence directly supports the competitiveness of countries. The fact that the cross-loads have the same sign reveals that the relationship between artificial intelligence and economic performance indicators moves in the same direction and that the two sets of variables complement each other. In other words, artificial intelligence technologies integrated into the digitalisation process have a positive impact on economic growth by increasing innovation capacity, productivity, and production efficiency.

The results show that artificial intelligence is not only a tool for technological transformation but also a new determinant of economic competitiveness. Countries with high artificial intelligence capacity can be said to gain a more sustainable competitive advantage in global markets and increase their economic resilience. In this context, shaping policies towards strengthening digital infrastructure, increasing R&D investments, and developing AI-focused human capital will contribute to the sustainable increase of economic performance in the long term. In the specific case of Turkey, increasing financing opportunities, investment incentives, and cooperation with universities are necessary. In this context, it can be said that there is a positive relationship between the development levels of countries and technological developments. Turkey possesses great technological potential, particularly with its rare earth elements, young population, and dynamic structure geared towards the future. Focusing on increasing competitiveness by utilising this potential and ensuring that Turkey becomes a country that attracts rather than loses talent is also of great importance.