



Türkiye'nin araştırma ve geliştirme performansının ENTROPİ ve COPRAS yöntemi ile analizi: 2012-2023 yıllarının değerlendirilmesi

Analysis of Türkiye's research and development performance using the ENTROPY and COPRAS methods: Evaluation of the years 2012-2023

Ali Sevinç^{1,*} 

¹ KOSGEB, 06935, Ankara Türkiye

Öz

Araştırma-Geliştirme (Ar-Ge) harcamalarına ayrılan pay ülkenin gelişmişliği ve kalkınmışlığının önemli bir ölçüsüdür. Türkiye’de Ar-Ge harcamalarının gayri safi milli hasılaya oranı son on yılda düzenli artış göstermiştir. Ülkenin beş yıllık kalkınma planında, teknoloji geliştirmek ve teknoloji seviyesini artırmak, uluslararası alanda rekabet edebilir seviyeyi yakalamak ve toplumun refah seviyesini yükseltmek için Ar-Ge harcamalarını, gayri safi milli hasılaya oranı artırmak için hedef belirlemiştir. Bu çalışmanın amacı: TÜİK verilerine göre, Türkiye’de yükseköğretim, devlet, mali ve mali olmayan şirketler tarafından yapılan Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge harcamalarının gayri safi milli hasılaya oranı, Türk Patent ve Marka Kurumunun açıkladığı, faydalı model tescil sayısı ve patent tescil sayıları üzerinden COPRAS yöntemi ile analiz edip, Türkiye’nin 2012-2023 yılları arası Ar-Ge performansını değerlendirmektir. Çalışma sonucuna göre, ENTROPİ temelli COPRAS yöntemiyle, Ar-Ge performans sıralaması yapılmıştır. Türkiye’nin Ar-Ge performansı değerlendirmesine göre birinci sırada 2012 yılı yer almış, ikinci sırada 2013 yılı, üçüncü sırada 2014 ve son sırada 2023 yılı yer almıştır. Bu sıralama, Türkiye’nin Ar-Ge performansında istikrarlı bir artış olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Ar-Ge, Çok kriterli karar verme, ENTROPİ, COPRAS

1 Giriş

Ülkenin ekonomi birimlerinin başlıca sorumlulukları arasında ülke ekonomisinin büyümesi için planlama yapılması yer almaktadır. Bunun için Dünya ülkeleri ile rekabet edebilir seviyeyi yakalamak ve toplumun refah seviyesini artırmak için her yıl düzenli olarak belirlenen ekonomi büyüme hedeflerine ulaşmak amacıyla Araştırma ve Geliştirme (Ar-Ge) faaliyetleri teşvik edilmektedir. 2024-2028 yılları arası: on ikinci kalkınma planında, tarım, sanayi, teknoloji, enerji ve savunma sanayinde Ar-Ge faaliyetlerinin yapılması için yol haritası sunulmuştur. Ar-Ge harcamalarının gayri safi milli hasılaya oranı (%) 2022 yılında %1.40 ve 2023’de %1.55 gerçekleşmiştir. Bu kalkınma planında 2028 yılı için 2.05 olarak belirlenmiştir [1].

Abstract

The share allocated to research and development (R&D) expenditures is an important measure of a country's development and progress. In Türkiye, the ratio of R&D expenditures to gross domestic product has shown a steady increase over the past decade. In the country's five-year development plan, the goal is to increase R&D expenditures as a percentage of gross domestic product to develop technology, raise the level of technology, achieve an internationally competitive level, and improve the welfare of society. The aim of this study: According to TURKSTAT data, the R&D expenditures of higher education, government, financial, and non-financial companies in Turkey, the ratio of R&D expenditures to gross national product; the number of utility model registrations; and the number of patent registrations announced by the Turkish Patent and Trademark Office are analyzed using the COPRAS method, and Turkey's R&D performance between 2012 and 2023 is evaluated. using the ENTROPY-based COPRAS method. According to the evaluation of Turkey's R&D performance, 2012 is ranked first, 2013 is ranked second, 2014 is ranked third, and 2023 is ranked last. This ranking shows a steady increase in Türkiye's R&D performance.

Keywords: R&D, MCDM, ENTROPY, COPRAS

Ar-Ge faaliyetlerinin uzun vadede gayri safi yurtiçi hasılaya olumlu yansıdığı bilinmekte birlikte, yüksek teknoloji ürünleri ihracatının ülke ekonomisinin büyümesine ve kalkınmasına katkı verdiği bilinen bir durumdur [2], [3]. Japonya, Rusya, Güney Kore ve Çin gibi gelişmiş ülkelerin uluslararası piyasada rekabet gücünün artmasında, ekonomik alanlarda ilerlemesinde Ar-Ge yatırımlarının önemli rolü olmuştur [4]. Bununla birlikte, Türkiye’de Ar-Ge için yapılan harcamaların, ekonomik büyümeye, istihdama ve ürünlerin yerleşmesine önemli katkısı olmuştur [5].

Bu çalışmanın amacı; Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından yayımlanan, yükseköğretim kurumları, devlet, mali ve mali olmayan şirketler tarafından yapılan Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge harcamalarının gayri safi yurt içi hasılaya oranı verileri ile [6]. Türk Patent ve Marka Kurumu

* Sorumlu yazar / Corresponding author, e-posta / e-mail: alisevinc71@gmail.com (A. Sevinç)

Geliş / Received: 13.02.2025 Kabul / Accepted: 25.06.2025 Yayımlanma / Published: 15.07.2025

doi: 10.28948/ngumuh.1639542

(TÜRKPATENT) tarafından yayımlanan faydalı model tescil sayısı ve patent tescil sayıları verilerinin, [7]. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden COPRAS yöntemi ile analiz ederek, Türkiye'nin 2012-2023 yılları arasındaki Ar-Ge performansını değerlendirmektedir. Son yıllarda Türkiye'nin Ar-Ge performansında istikrarlı bir artış veya dalgalı bir artış mı olduğunun anlaşılması sağlanacaktır. Dolayısıyla bu yönüyle literatüre özgün çalışma sunmak hedeflenmiştir.

Çalışma planı olarak; giriş bölümünden sonra, çalışmanın kavramsal çerçevesi ele alınacaktır. Takip eden bölümde literatür araştırmasına yer verilmekte, ardından kullanılan yöntemlerin detayları bulunmaktadır. Bulgular kısmında çalışmadan elde edilen bulgular yer almış, son bölümde ise sonuç, tartışma ve önerilere yer verilmektedir.

2 Kavramsal çerçeve

Ar-Ge faaliyetleri, yenilik yapmak için bilgi stokunda artış yoluyla teknolojik gelişmeleri sağlayan her türden yenilikçi ve sistematik bir aktivite olarak tanımlanabilir [8]. Başka bir ifadeyle Ar-Ge, bilgi birikimini artırmak amacıyla planlı olarak yürütülen faaliyet ve bu bilginin yeni faaliyetler için kullanılmasıdır. Bir başka tanıma göre ise Ar-Ge, eğitim ve bilimsel yenilikler kazandıracak yeni bilgileri sağlamak veya var olan bilgilerle yeni malzeme, ürün ve araçlar geliştirmek, bilimsel ve sistemli olarak yeni projeler hayata geçirmek, süreç ve hizmetler gerçekleştirmek veya hâlihazırda olanları ilerletmek amacı ile uygulanan sistematik aktivitelerdir [9].

1980'lerden itibaren, küresel ekonomideki yaşanan değişimler, yoğun bir rekabet ortamı oluşmasına neden olmuştur. Böylece teknoloji ve yeniliğin önemi artmıştır [10]. Teknolojik gelişmeler, kaynakların etkin kullanılmasını sağlamakla birlikte ülkelerin sanayileşmesine katkı vermektedir. Ayrıca, ekonomik büyümeyi destekler [11]. Yeni istihdam alanları sağlamakta, rekabet ortamının oluşmasına ve verimliliğin artışına destek vermektedir. Bununla birlikte, sosyo-ekonomik gelişmelere ön ayak olmaktadır [9]. Yaşanan bu gelişmeler, ülkelerin güçlü ve sağlıklı ekonomiye ulaşmasına ve diğer ülkeler karşısındaki rekabet gücünün artışına katkı sağlar [8].

Ar-Ge faaliyetleri, yeni ürün ve hizmetlerin gelişmesini tetikler, yeni müşteri ve pazar alanları oluşmasını sağlar. Bu yolla firmalar gelirlerini artırır. İstihdam artışına katkı verir, işsizliğin artışına engel olur. Piyasada daha nitelikli iş gücünün artışına vesile olur. Öte yandan, ekonomideki sektörlerin yapısını değiştirebilir. Ar-Ge, eğitim ve yetenek gelişimi için yatırım yapılmasını teşvik eder. Böylece ülke ekonomisinin büyümesine katkı sağlar [5].

Ar-Ge faaliyetleri için yapılan harcamaların, iktisadi büyüme ve işsizlik değişkenleri üzerinde etkisi olmaktadır. Yenilikçi faaliyetler sonucu ortaya çıkan ürün ve hizmetlerin, iktisadi dinamikleri nasıl etkilediğini anlamamızı sağlar. Ar-Ge harcamaları, yeniliklerin ve teknolojik ilerlemeler ile bilgi birikiminin kaynağı olarak üretim süreçlerinde ve ürünlerde performans artışı sağlar. Bunlara ilaveten, daha verimli etkin üretim yöntemleri, daha yüksek çıktı sağlar ve ürün maliyetlerini düşürür. Özellikle ekonominin genel üretkenliğini artırır. Ar-Ge, yeni ürünlerin

ve hizmetlerin geliştirilmesine olanak tanıyarak yeni pazarların ve tüketici talebinin oluşmasını tetikler, piyasalara hareketlilik kazandırır [8].

Ar-Ge harcamaları yapan firmaların bilanço değerlerinde artış yaşanır. Firmaların karlılıklarına ve dolayısıyla hisse değer artışı meydana gelir [12]. Ar-Ge faaliyetleri, yüksek teknoloji ve çok yüksek karlı ürünlerin üretimine imkân sağlayarak, ülke ekonomisine katkı vermektedir [13]. Ar-Ge çalışmaları yeni üretim tekniklerinin geliştirilmesi ve bunun teknolojiye uyarlanmasını sağlar [14]. Ayrıca, Ar-Ge için yapılan harcamalar, bilgi ve teknoloji tabanlı bir ekosistem kurulmasına öncülük eder [15].

Ar-Ge yatırımlarının yeni ürün ve hizmetlere dönüşümü ve dolayısıyla patent başvurularına yansımalarının anlamlı olduğu açıktır [16]. Patent başvuru sayısı, Ar-Ge ile ilgili yapılan faaliyetlerin yeni ürün ve hizmete dönüştüğü gösteren önemli göstergedir [17]. Patent hakkı yenilikçi ürün, geliştiren kişi ve firmaların mülkiyet hakkını, başka kişi ve kurumlara karşı korur [18]. Patent hakkının korunması yabancı yatırımların artmasına katkı sağlar [19].

Araştırmalarda, Ar-Ge harcamalarındaki artışın, patent başvuru sayısının artışına neden olduğu ifade edilmiştir [16], [17]. Bu nedenle, firmalar, rekabet gücünü artırabilmek amacıyla yenilikçi ürün ve hizmetler geliştirerek, patentli ürün sahibi olabilmek için Ar-Ge çalışmaları yapmaktadır [20]. Buna benzer hedeflerine ulaşmak için kurum ve kuruluşlar Ar-Ge çalışmalarına harcama yapmaktadır [21]. Ar-Ge harcamalarının diğer bir katkısı ise bilimsel makale sayısının artışına yansır [19].

TÜİK kayıtlarına göre, Türkiye'de 2012-2023 yılları arası Ar-Ge Harcamalarının gayri safi milli hasıla içindeki payı (%) Tablo 1'de verilmiştir [6]. Ar-Ge harcamalarının gayri safi milli hasıla içinde payının her yıl düzenli arttığı görülmektedir.

Tablo 1. Ar-Ge harcamalarının Gayri Safi Milli Hasılaya oranı

Yıl	Gayri Safi Milli Hasılaya Oranı
2012	0.83
2013	0.81
2014	0.86
2015	0.97
2016	1.12
2017	1.18
2018	1.27
2019	1.32
2020	1.37
2021	1.40
2022	1.32
2023	1.42

Kaynak: TÜİK

3 Literatür araştırması

İsviçre Borsası'ndaki ilaç şirketlerinin Fuzzy DEA, Fuzzy ANP, DEMATEL yöntemleri ile performansı değerlendirilmiştir [22]. Türkiye'de İBBS Düzey 1'deki bölgelerin inovasyon performansı DEMATEL ve TOPSIS yöntemleri değerlendirilmiştir [23]. Wartsila balıkçı gemisi projesi için belirlenen 12 kritere göre en uygun makineyi seçmek için AHP, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleriyle elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve en uygun yöntem belirlenmiştir [24]. Araştırma ve teknoloji organizasyonlarının performans değerlendirmesi, BSC, DEMATEL, ANP, ARAS, COPRAS, MOORA, TOPSIS yöntemleri ile yapılmıştır [25]. İşletmelerin inovasyon faaliyetlerine etki eden parametreler belirlenip önceliklendirilmiştir. Çalışan özellikleri, işletmelerin inovasyon faaliyetlerine etki eden en önemli ana parametre olarak belirlenmiş, alt parametreler arasında deneyim, eğitim düzeyi ve çalışan sayısı AHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır [26]. Türkiye'de bölgeler ve iller düzeyinde Ar-Ge ve inovasyon performansı Gri İlişkisel Analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir [27]. ENTROPİ ve MABAC yöntemleri bütünleşik olarak kullanılarak ülkelerin inovasyon performansı ölçülmüştür. İnovasyon performansı en yüksek olan ülkelerin İsviçre, İsveç ve Danimarka, en düşük olan ülkeler ise Ukrayna, Romanya ve Makedonya olduğu tespit edilmiştir [8]. Avrupa Birliği ve Türkiye'nin inovasyon performans analizi TOPSIS ve MOORA yöntemi ile yapılmıştır. İlk üç sırada İsviçre, İsveç, Danimarka yer alırken, Türkiye TOPSIS yöntemine göre 31. sırada MOORA yöntemine göre 33. sırada yer almıştır [28]. G7 ülkeleri inovasyon performansının karşılaştırılmasını ENTROPİ ve Gri İlişkisel analiz yöntemleri ile yapılmıştır [29]. Türkiye'deki illerin Ar-Ge ve inovasyon performansı ENTROPİ ve PROMETHEE yöntemi ile değerlendirilmiştir. 81 il için Ar-Ge ve inovasyon performans endeksi oluşturulmuştur [30]. Türkiye bölgesel seviyede inovasyon etkinliğinin tespiti ve etkin bölgelerin performans sıralaması VZA yöntemi ile yapılmıştır. On adet bölgenin yenilik açısından başarılı olduğu belirlenmiştir [31]. Türk Devletleri Teşkilatına üye ülkelerinin inovasyon performansı ENTROPİ ve TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Türkiye birinci sırada yer almıştır [32]. BRICS-T ülkelerinin inovasyon performansı MEREC ve MARCOS yöntemi ile değerlendirilmesi yapılmıştır. Çin ve Hindistan en yüksek performansa sahip, Türkiye ise üçüncü sırada yer almıştır [33]. OECD ülkelerinin rekabet ve inovasyon performans değerlendirmesi EDAS yöntemi ile yapılmıştır. Japonya en yüksek performansa sahip olurken, ABD ve Güney Kore takip etmiştir [34]. KOSGEB Ar-Ge destek programının değerlendirilmesi yapılmıştır. 2022 yılı en faydalı yıl olarak belirlenmiştir [13]. Ülkelerin yükseköğretim Ar-Ge verimliliği VZA yöntemi ile karşılaştırılması yapılmıştır. Bulgaristan, Çin, Romanya ve Slovenya'nın her iki VZA modelinde verimli olduğu değerlendirilmiştir [35].

Yapılan literatür incelemesinde, Türkiye'de 2012-2023 yılları arası Ar-Ge harcamalarının gayri safi milli hasılaya oranı, toplam Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge faaliyetlerinde çalışan sayısı, patent tescil sayısı ve faydalı model tescil sayıları üzerinden Türkiye'nin Ar-Ge performansını,

ENTROPİ tabanlı COPRAS yöntemiyle değerlendirmeye yönelik çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

4 Yöntem

Bu çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden ENTROPİ ve COPRAS yöntemleri kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan kriterler TÜİK web sayfasından temin edilmiştir. Dolayısıyla objektif verilerdir. Bu nedenle ağırlıklandırma işleminde ENTROPİ yöntemi kullanılmıştır. 2012-2023 yılları arası Ar-Ge performans değerlendirmesi için yapılan sıralama işleminde COPRAS yöntemi tercih edilmiştir. İlk önce ağırlıklandırma ve daha sonra sıralama işlemi yapılmaktadır. Her iki yöntem birbirini tamamlayan yöntemlerdir.

4.1 ENTROPİ yöntemi

ENTROPİ kavramı, evrende kendi haline bırakılan tüm sistemlerin zaman içerisinde düzensizliğe uğraması ve sonunda bozulması olarak tanımlanmıştır. Daha sonra Shannon bu kavramı, kesikli olasılık dağılımı ile açıklanmış ve belirsizliğin bir ölçüsü olarak açıklanmıştır. ENTROPİ yöntemi ÇKKV problemlerinde kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılan nesnel bir yöntemdir. Bu yöntemde subjektif değerlendirmeye ihtiyaç duymadan, objektif verilere göre hesaplamalar yapılır. Subjektif değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaması nedeniyle literatürde yer alan çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır [36].

ENTROPİ yöntemi işlem adımları [37],[38].

Adım 1-Karar Matrisinin Oluşturulması

n adet karar alternatifi ve m adet değerlendirme kriteri içeren karar matrisi Denklem (1)'de gösterildiği biçimde oluşturulur.

$$X = \begin{matrix} & \begin{matrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{matrix} \end{matrix} \quad (1)$$

Adım 2-Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Normalize edilen karar matrisinin oluşturulması. Fayda ve maliyet indeksine göre kriterler Denklem (2) ve (3) kullanılarak normalize matris oluşturulur

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} \quad i = 1,2,3,\dots,m \text{ ve } j = 1,2,3,\dots,n \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} \quad i = 1,2,3,\dots,m \text{ ve } j = 1,2,3,\dots,n \quad (3)$$

Adım 3-Kriterlere İlişkin ENTROPİ Değerlerinin Hesaplanması

ENTROPİ değerleri Denklem (4) kullanılarak hesaplanır.

$$E_j - k \sum_{i=1}^m (x_{ij}^* \ln x_{ij}^*) \quad (4)$$

Adım 4- Bilginin Farklılaşması Derecesinin Hesaplanması

Bilginin farklılaşması Derecesi **Denklem (5)** göre hesaplanır

$$d_j = 1 - e_j, \quad \forall j, i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

5- Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

ENTROPİ ağırlığı eldeki yararlı bilginin derecesini gösterir. Bunun diğer anlamı hesaplanan ENTROPİ ağırlığı belirlenen kriterin önem derecesini gösterir. **Denklem (6)** kullanılarak hesaplanır.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (6)$$

Eşitlikte w_j değeri kriterlerin önem düzeylerinin göstergesi olan ağırlık değerlerini ifade etmektedir. ENTROPİ olasılık toplam değeri 1 dir.

4.2 COPRAS yöntemi

COPRAS yöntemi, 1996 yılında Zavadskas ve Kaklauskas tarafından geliştirilmiştir. Türkçe’de karşılığı “Karmaşık Oransal Değerlendirme” olan Complex Proportional Assessment (COPRAS), hem nitel hem de nicel faktörleri analiz eden bir ÇKKV yöntemidir. Bu yöntem, ölçütlerin maksimizasyon ve minimizasyon yönlerini içeren alternatiflerin sıralanması ve değerlendirilmesine uygun olan bir yöntemdir [39].

AHP ve TOPSIS gibi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında, diğer yöntemlere göre çok daha az hesaplama gerektirdiğinden COPRAS yönteminin kullanımı çok kolaydır. COPRAS yöntemi hem maksimize edici hem de minimize edici kriterleri hesaplama yeteneğine sahiptir. Bu yöntem hem niteliksel hem de niceliksel kriterleri hesaplamayı geliştirir. COPRAS yönteminin diğer ÇKKV yöntemlerine kıyasla temel avantajı fayda derecesini gösterebilmesidir. Alternatifler karşılaştırıldığında, hangisinin daha iyi veya daha kötü olduğu gösterilebilir [40].

SAW (Simple Additive Weighting) gibi bazı ÇKKV yöntemler negatif değerlerin değerlendirmesi için dönüşüm gerektirmektedir. Bu işlem, karar verici için zaman almakta ve karmaşık durum oluşturmaktadır. Buna benzer nedenler diğer yöntemleri tercih edilmemesinde etkin rol oynamıştır. AHP, VIKOR ve TOPSIS gibi diğer ÇKKV yöntemlerine kıyasla daha basit, kullanımı kolay ve hesaplama süresi daha kısa olan bir yöntemdir. COPRAS yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerinden ayrılan en önemli özelliği; karar seçeneklerini birbirleriyle karşılaştırarak alternatiflerin ne kadar iyi veya kötü olduğunu yüzde cinsinden ortaya koymasındır. Karar seçeneklerini performanslarına göre azalan sırada sıralama imkânı sunar. İki karşılaştırma yapılması sayesinde, alternatif sayısından bağımsız olarak işlem süreci diğer ÇKKV yöntemlerine göre daha kısa ve pratiktir. COPRAS yönteminin performans değerlendirmeye uygun olması, maksimizasyon ve minimizasyon boyutunun bulunması gibi nedenlerden dolayı COPRAS yöntemi tercih edilmiştir [39].

COPRAS yöntemi yedi adımdan oluşmaktadır [40-42].

Adım 1: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisi (X), sürecin başlangıcında karar vericiler tarafından oluşturulan bir matristir. Bu matrisin satırlarında sıralanmak istenen karar seçenekleri, sütunlarında ise ölçüt olarak adlandırılan değerlendirme faktörleri yer alır. **Denklem (7)** da verilmektedir.

$$X_{ij} = \begin{matrix} & \begin{matrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{in} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{matrix} \end{matrix} \quad (7)$$

2. Adım Karar Verme Matrisi **Denklem (8)** göre Normalleştirilmesi yapılmaktadır.

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

3- Ağırlıklı Normalize Karar Verme Matrisinin Belirlenmesi

$$r_{ij} = x_{ij}^* * w_j \quad (9)$$

Denklem (9) göre normalize karar matrisi kriterle verilen ağırlıklarla çarpılır ve ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur.

4-Her Biri için Maksimize ve Minimize Edici Endeksin Hesaplanması

Alternatif ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisinden, **Denklem (10)**’te verilen faydalı kriter değerlerinin toplamı ve **Denklem (11)**’te verilen faydasız kriter değerlerinin toplamı bulunur.

$$S_i^+ = \sum_{j=1}^k r_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (10)$$

$$S_i^- = \sum_{j=k+1}^n r_{ij}, \quad i = k+1, k+2, \dots, n \quad (11)$$

5-Her Bir Alternatifin Göreceli Ağırlığının Hesaplanması

Denklem (12) göre hesaplanır

$$Q_i = S_i^+ + \frac{\sum_{i=1}^m S_i^-}{S_i^- \sum_{i=1}^m \frac{1}{S_i^-}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (12)$$

6-Alternatiflerin Öncelik Sırasının Belirlenmesi

$$Q_{max} = \{Q_i\} \quad \forall i = 1, 2, \dots, m \quad (13)$$

Denklem (13) göre en büyük göreceli önem değeri bulunur.

7-Her bir alternatif için Performans Endeksi (Pi) Değerinin Hesaplanması

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{max}} * 100\%, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

Her bir alternatif performans indeksi P_i değerleri **Denklem (14)** gibi yapılır.

P_i Performans indeks, büyükten küçüğe sıralanarak alternatiflerin tercih sıralaması elde edilir. Performans indeksi 100 olan alternatif, en iyi alternatifi temsil eder.

5 Veri toplama araçları

Bu çalışmada, Ar-Ge harcamalarının, gayrisafi milli hasılaya yurtiçi oranı, Ar-Ge harcamaları (TL), Ar-Ge çalışan sayısı, TÜİK web sayfasından, faydalı model tescil sayısı ve patent tescil sayısı adlı değişkenler ise TÜRKPATENT kurumu web sayfasından temin edilmiştir [6], [7].

Bu çalışmada kullanılan kriter adları literatürde yer almaktadır. Bu kriterler, Gayri safi yurtiçi hasıla, Ar-Ge harcamaları, patent sayıları, Ar-Ge insan kaynağı, Ar-Ge harcamaları, faydalı model tescil sayıları ve brüt Ar-Ge harcamalarının gayri safi yurtiçi hasıla, içindeki payından (%) oluşmaktadır. Kriterler listesi **Tablo 2**'de verilmiştir.

Tablo 2. Kriterler listesi

Değişken Adı	Kaynak
Patent Sayıları	[43].
Ar-Ge Çalışanı	[44].
Ar-Ge Harcamaları	[45], [9].
Faydalı Model Tescil Sayıları	[46].
Ar-Ge Harcamalarının Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla İçindeki Payı	[14].

6 Bulgular

Ağırlıklandırma işlemi için ENTROPİ yöntemi tercih edilmiştir. ENTROPİ yöntemi karar vericinin yargısına göre değil, nesnel verilere göre hesaplama yapar. Bu çalışmadaki verilerin nesnel olması nedeniyle ağırlıklandırma işleminde ENTROPİ yöntemi kullanılmıştır.

Türkiye'de Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge çalışmasındaki çalışan sayısı, Ar-Ge harcamalarının gayrisafi milli hasıla içindeki oranı, faydalı model tescil sayısı ve patent tescil sayısı verilerinden oluşmaktadır. Karar matrisi **Tablo 3**'te verilmiştir.

Karar matrisi normalize edilmiş, **Tablo 4**'te verilmiştir.

ENTROPİ yöntemine göre hesaplamalar Excelde yapılmıştır. Ağırlıklandırma değerleri **Tablo 5**'de verilmiştir. ENTROPİ yöntemi ÇKKV problemlerinde belirsizliklere çözüm getirmek amacıyla kriter ağırlıklandırmaları nesnel bir şekilde ölçer. Veriler normalize edilmiş ve her kriterin ENTROPİ değeri hesaplanmıştır. ENTROPİ belirsizlik derecesini ölçer. Bu nedenle daha az belirsizlik içeren, daha fazla bilgi veren kriterler daha fazla önemli olduğu söylenebilir. Başka bir ifadeyle, ENTROPİ yöntemi kriter ağırlıklarının alternatifler arasında ayırt edici özelliğini hesaplar. Kriterler arasında ağırlık eşitse veya çok yakınsa belirsizlik fazla olduğu anlamına gelmektedir. Eğer kriterlerin ağırlıklıları arasında fark fazla olursa ayırt edicilik fazla olur.

Tablo 3. Karar matrisi

Yıl	Gayrisafi Yurtiçi Ar-Ge Harcaması (%)	Toplam Ar-Ge Harcaması (TL)	Ar-Ge İnsan Kaynağı (Sayı)	Faydalı Model Tescil Sayısı	Patent Tescil Sayısı
2012	0.83	1 306 263 394	184301	2299	7816
2013	0.81	14 807 321 926	196321	2037	8925
2014	0.86	17 598 117 442	213686	2551	8530
2015	0.97	22 741 100 883	224284	2767	10100
2016	1.12	29 411 867 411	242213	2441	11074
2017	1.18	36 862 357 978	266478	2088	12424
2018	1.27	47 801 863 438	289791	335	13882
2019	1.32	56 977 709 236	305811	690	13720
2020	1.37	69 038 125 507	321392	1179	13017
2021	1.4	101 737 887 655	358289	2591	12566
2022	1.32	198 669 743 783	378157	2369	10335
2023	1.42	377 542 284 087	397167	1655	9934

Tablo 4. Normalize karar matrisi

Yıl	Ar-Ge Harcamalarının Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla İçindeki Payı (%)	Toplam Ar-Ge Harcaması (TL)	Ar-Ge İnsan Kaynağı (Sayı)	Faydalı Model Tescil Sayısı	Patent Tescil Sayısı
2012	0.0598	0.0132	0.0546	0.0999	0.0591
2013	0.0584	0.0150	0.0581	0.0886	0.0674
2014	0.0620	0.0178	0.0633	0.1109	0.0645
2015	0.0699	0.0231	0.0664	0.1203	0.0763
2016	0.0807	0.0298	0.0717	0.1061	0.0837
2017	0.0851	0.0374	0.0789	0.0908	0.0939
2018	0.0916	0.0485	0.0858	0.0146	0.1049
2019	0.0952	0.0578	0.0905	0.0300	0.1037
2020	0.0988	0.0700	0.0951	0.0513	0.0984
2021	0.1009	0.1032	0.1061	0.1126	0.0950
2022	0.0952	0.2014	0.1120	0.1030	0.0781
2023	0.1024	0.3828	0.1176	0.0720	0.0751

Ar-Ge harcamaları kriter ağırlığı 0,7737 dir. Faydalı model tescil sayısı kriter ağırlığı 0,1351 dir. Patent tescil sayısı kriter değeri 0,0228, Ar-Ge çalışan sayısı kriter ağırlığı 0,0418 ve Gayri safi yurtiçi hasıla oranına Ar-Ge harcaması ağırlığı ise 0,0267 dir. Toplam ağırlık 1'e eşittir. Ar-Ge harcamalarının kriter ağırlığı, diğer kriter ağırlıkları arasındaki fark belirgin bir şekilde yüksektir. Patent tescil sayısı, Ar-Ge çalışan sayısı ve gayri safi yurtiçi hasıla oranına Ar-Ge harcaması ağırlığı toplamının düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan kriter ağırlıklarının alternatifler arasında ayırt edici özelliği bulunduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 5. Kriterlere ilişkin ENTROPİ değerleri

Yıl	Ar-Ge Harcamaları'nın Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla İçindeki Payı (%)	Toplam Ar-Ge Harcaması (TL)	Ar-Ge çalışan (Sayı)	Faydalı Model Tescil Sayısı	Patent Tescil Sayısı
2012	-0.1685	-0.0573	-0.1587	-0.2302	-0.1671
2013	-0.1659	-0.0630	-0.1654	-0.2147	-0.1819
2014	-0.1724	-0.0718	-0.1746	-0.2439	-0.1767
2015	-0.1860	-0.0869	-0.1801	-0.2548	-0.1964
2016	-0.2032	-0.1047	-0.1890	-0.2380	-0.2076
2017	-0.2096	-0.1228	-0.2004	-0.2178	-0.2221
2018	-0.2189	-0.1467	-0.2107	-0.0616	-0.2365
2019	-0.2238	-0.1647	-0.2175	-0.1052	-0.2350
2020	-0.2287	-0.1861	-0.2238	-0.1523	-0.2281
2021	-0.2315	-0.2343	-0.2380	-0.2460	-0.2236
2022	-0.2238	-0.3228	-0.2451	-0.2341	-0.1991
2023	-0.2333	-0.3676	-0.2517	-0.1894	-0.1944
ln (m)					
	0.4024				
ej	0.9923	0.7762	0.9879	0.9609	0.9934
dj	0.0077	0.2238	0.0121	0.0391	0.0066
wj	0.0267	0.7737	0.0418	0.1351	0.0228

6.1 COPRAS yöntemi hesaplamaları

Karar matrisi, 2012- 2023 yılları arasında Ar-Ge faaliyetleri için yapılan harcamalar ve bu yıllar arasındaki Ar-Ge çalışmalarında çalışan sayısı, faydalı model tescil sayısı, patent tescil sayısı ve Ar-Ge harcamalarının gayri safi millî hasılaya oranı kriterlerinden oluşmaktadır. COPRAS yöntemi hem maliyet hemde fayda kriterini aynı anda işlemeye uygun bir yöntemdir. Bu kriterleri, ENTROPİ yöntemi ile entegre etmeye uygun bir yöntemdir. ENTROPİ yöntemi ile yapılan ağırlık oranları matris tablosunda yer verilmiştir. Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge çalışan sayısı ve Ar-Ge harcamaları gayri safi millî hasılaya oranı kriterleri maliyet olarak değerlendirilmiştir. Patent tescil sayısı ve faydalı model tescil sayısı kriterleri fayda olarak yorumlanmıştır. Karar matrisi Tablo 6 'da verilmiştir.

Tablo 6'da deki karar matrisinin normalize ve ağırlıklandırma işlemi yapılmış, Tablo 7. de verilmiştir.

Tablo 6. Ar-Ge performans değerlendirmesi karar matrisi

Yıl	Ar-Ge Harcamaları'nın Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla İçindeki Payı (%)	Toplam Ar-Ge Harcaması (TL)	Ar-Ge İnsan Kaynağı (Sayı)	Faydalı Model Tescil Sayısı	Patent Tescil Sayısı
W_i	0.0267	0.7737	0.0418	0.1351	0.0228
$YÖN$	Maliyet	Maliyet	Maliyet	Fayda	Fayda
2012	0.83	13062263.394	184 301	2299	7816
2013	0.81	14807321.926	196 321	2037	8925
2014	0.86	17598117.442	213 686	2551	8530
2015	0.97	22741100.883	224 284	2767	10100
2016	1.12	29411867.411	242 213	2441	11074
2017	1.18	36862357.978	266 478	2088	12424
2018	1.27	47801863.438	289 791	335	13882
2019	1.32	56977709.236	305 811	690	13720
2020	1.37	69038125.507	321 392	1179	13017
2021	1.4	101737887.65500	358 289	2591	12566
2022	1.32	198669743.783	378 157	2369	10335
2023	1.42	377542284.0870	397 167	1655	9934

Tablo 7. Normalize ve ağırlıklandırılmış matris

Yıl	Ar-Ge Harcamaları'nın Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla İçindeki Payı (%)	Toplam Ar-Ge Harcaması (TL)	Ar-Ge İnsan Kaynağı (Sayı)	Faydalı Model Tescil Sayısı	Patent Tescil Sayısı
2012	0.001596	0.0102471	0.002282	0.0134	0.0013
2013	0.001557	0.0116161	0.002431	0.0119	0.0015
2014	0.001653	0.0138054	0.002645	0.0149	0.0014
2015	0.001865	0.0178400	0.002777	0.0162	0.0017
2016	0.002153	0.0230732	0.002999	0.0143	0.0019
2017	0.002268	0.0289180	0.003299	0.0122	0.0021
2018	0.002441	0.0374999	0.003588	0.0019	0.0023
2019	0.002537	0.0446982	0.003786	0.0040	0.0023
2020	0.002634	0.0541594	0.003979	0.0069	0.0022
2021	0.002691	0.0798120	0.004436	0.0152	0.0021
2022	0.002537	0.1558537	0.004682	0.0139	0.0017
2023	0.00273	0.2961768	0.004917	0.0097	0.0017

Tablo 8. Performans değerlerinin sıralanması

Yıl	S_{+1}	S_{-1}	S_{-min}	S_{-i-Top}	$\frac{S_{-min}}{S_{-i}}$	$\frac{S_{-min}}{S_{-i}} Top$	Q_i	N_i	Sıra
2012	0.014843	0.014124381	0.01412	0.84218	1	5.35292	0.17217	1	1
2013	0.013496	0.015603721			0.90519		0.15591	0.905539	2
2014	0.016446	0.018104161			0.78017		0.13919	0.808432	3
2015	0.017984	0.022481423			0.62826		0.11683	0.678558	4
2016	0.016237	0.028224862			0.50042		0.09496	0.551589	5
2017	0.014397	0.034485418			0.40957		0.07883	0.457884	6
2018	0.004355	0.043528943			0.32448		0.05540	0.321801	7
2019	0.006411	0.051021718			0.27683		0.04996	0.290202	8
2020	0.009162	0.060771966			0.23241		0.04572	0.26559	9
2021	0.017375	0.086938957			0.16246		0.04293	0.24937	10
2022	0.015687	0.163072891			0.08661		0.02931	0.170261	11
2023	0.011426	0.303823592			0.04648		0.01874	0.108845	12

Türkiye'nin Ar-Ge performansının COPRAS yöntemiyle değerlendirilmesi yapılmıştır. Karar matrisi için normalize ve ağırlıklandırılmış matris oluşturulmuştur. Her bir alternatif için fayda kriterlerinden elde edilen toplam puan (S^+) ve maliyet kriterlerinden elde edilen toplam puan (S^-) hesaplanmıştır. Ardından, performans değerlendirilmesi için yılların sıralamasını yapmak üzere Q değeri hesaplanmış ve sıralamayı daha anlaşılır hale getirmek için de N_i değeri hesaplanmıştır. Bu değer, her bir alternatifin göreceli üstünlüğünü gösterir. N_i , her alternatifin en iyi alternatife göre göreceli üstünlüğünü (% olarak) gösterir. En yüksek skor, en iyi alternatif olarak belirlenir. Diğer alternatifler ise bu skora göre sıralanır. Karar vericiye "En iyinin yüzde kaç gerisinde veya yakınında?" bilgisini verir. Çalışmada elde edilen sonuca göre birinci sıradaki 1.00 değeri, ikinci sıradaki değer 0.9055, birinciye göre düşüktür. Üçüncü sıradaki skor ikinci sıradaki 0,8084 değerden düşüktür. En yüksek değerden en düşük değere doğru sıralama yapılmıştır. Skor değeri yüksek olan yıl, skor değeri düşük olan yıldan, performansı daha yüksek yıl olarak değerlendirilmektedir.

Performans değerlerinin sıralaması Tablo 8'de verilmiştir. Birinci sırada 2012 yılı, ikinci sırada 2013 yılı, üçüncü sırada 2014 yılı, 4.sırada 2015 yılı yer almıştır. Sırasıyla, 5. sırada 2016 yılı, 6. sırada 2017 yılı, 7.sırada 2018 yılı, 8. sırada 2019 yılı, 9. sırada 2020 yılı, 10.sırada 2021 yılı, 11 sırada 2022 yılı ve son olarak 12. sırada 2023 yılı yer almıştır.

COPRAS yöntemine göre sıralamada, harcamalardan kaynaklı maliyetlerde sürekli artış olduğu görülmektedir. Buna karşılıklı faydalı model ve patent tescil sayısında zaman zaman artış olmasına rağmen, sürekli bir artış olmadığı görülmektedir. 2012 ile 2023 arasında fazla fark olduğu anlaşılmaktadır. Buna rağmen fayda ölçütleri de önceki yıllarda daha iyi durumda olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla maliyetlerin minimize edilip faydanın

maksimize edilmesinden dolayı sıralama bu şekilde gerçekleşmiştir. Maliyet ölçütlerinin belirleyici olduğu anlaşılmaktadır.

7 Sonuç, tartışma ve öneriler

Ar-Ge harcamalarının ülke ekonomisi için tartışmasız büyük önemi bulunmaktadır. Bu harcamaların, yüksek teknoloji ürünlerin hayata geçirilmesinde etkisi büyüktür. Bu durum, ülkelerin rekabet gücüne olumlu yansımaktadır. Ar-Ge'ye yönelik yapılan çalışmalar, verimlilik artışını desteklemekte, yeni pazarlar erişimine önayak olmaktadır. Ayrıca, yeni istidam kapılarının açılmasına katkı vermektedir.

Ülke ekonomisi yönetiminde söz sahibi olanlar ve karar vericiler, Ar-Ge faaliyetlerinin ve harcamalarının önemini fark etmiş, ülkenin sanayileşmesi ve uluslararası rekabet gücünü artırmak amacıyla, Türkiye'nin beş yıllık kalkınma planlarında Ar-Ge ile ilgili faaliyetlere geniş yer vermiştir. Ar-Ge çalışmaları, ülkenin gelişme ve kalkınma stratejisi olmuştur. Beş yıllık kalkınma planında, Ar-Ge harcamalarının gayri safi milli hasıla oranına artırmak amacıyla, Ar-Ge hedefi ile ilgili rakamlar güncellenmiştir.

2012 -2023 yılları arası Ar-Ge harcamalarının gayri safi milli hasılaya oranında artış sağlanmıştır. 2012 yılında 0,83 iken 2023 de 1,42'e yükselmiştir. Ar-Ge harcamaları gayri safi milli hasılaya oranı 2012 yılından 2023 yılına kadar oranı % 71 artmıştır. Bu olumlu bir gelişmedir. Ama patent ve faydalı model tescil sayısında, düzenli bir artış olmamıştır. Bu harcamaların ve yatırımların çıktısının fazla olması için çalışmalar yapılmasında yarar görülmektedir.

Türkiye'de 2012-2023 yılları arası Ar-Ge harcamaları, Ar-Ge faaliyetlerinde çalışan sayısı çalışan patent tescil sayısı ve faydalı model tescil sayılarının analizi sonucu, 2012-2023 yıllarının COPRAS yöntemi ile sıralaması yapılarak, Türkiye'nin Ar-Ge performansı değerlendirmesine göre sıralamada ilk yıl 2012 yer almıştır.

İkinci yıl 2013, üçüncü yıl 2014, son yıl ise 2023 yılıdır. COPRAS yöntemine göre sıralamada; maliyetlerin arttığı değerlendirilmiştir. Buna rağmen fayda ölçütlerinin önceki yıllarda daha iyi durumda olduğu söylenebilir. Dolayısıyla maliyetlerin minimize edilip faydanın maksimize edilmesinden dolayı sıralamanın bu şekilde gerçekleştiği ifade edilebilir. Burada belirleyici olan maliyet ölçütleri olduğunu ifade etmek mümkündür.

Ar-Ge harcama ve çalışan sayısında düzenli artış olmuş ve patent ve faydalı model tescil sayısında düzenli artış olmadığı anlaşılmıştır. Fayda kriterinin etkisinin az olmasında, Ar-Ge faaliyetleri sonucu elde edilen kazanımların faydalı model ve patent tescil sayısında düzenli artış olmamasından kaynaklı olduğu söylenebilir. Ar-Ge çalışması sonuçları, patent başvuru ve dolayısıyla patent tescil sayısına yansımamış olabilir. Patent başvurusu sayısını artırmak için hedef kitleleri bilinçlendirmek için kamu ve özel kurumlarca bilgilendirme toplantıları, eğitim programları yapılması yararlı olabilir. Ayrıca başarılı start-up firma sahiplerini davet ederek tecrübe paylaşımı yapılması amacıyla toplantılar organize edilebilir.

Ar-Ge harcamaları ve Ar-Ge çalışan sayısına ulaşılabilmektedir. Ancak, Ar-Ge için donanım, yazılım vb. harcama kalemlerine detaylı olarak ulaşılamamaktadır. Veriler detaylı olmadığından kısıtlılık söz konusudur.

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlarda, performans değeri en yüksek yılın ardından bu değere yakın yılları ve en düşük yıl ve bu değere yakın yılların tespiti mümkün olmaktadır. Bununla birlikte, yıllar itibarıyla Ar-Ge performans sıralamasının yapılmasıyla, yıllar arasında kıyaslama imkânı vermektedir. Hangi yılın skor değerinin hangi yıldan yüksek veya düşük durumuna göre değerlendirme yapılabilmektedir. Yıllar itibarıyla performans artışı düzenli devam etmiyorsa, sonraki yılın daha iyi olması için performans artışını sağlamaya yönelik faaliyetler planlanabilir. Performans artışı yeni önlemler alınabilir. Performans değeri en düşük yıl ve en düşük değere yakın yılların gözden geçirilmesi için yıllar arası kıyaslanması yapılabilir. Sonraki yıllarda yapılacak planlama, çalışmalara ışık tutması açısından yararlı olabilir. Değerin yüksek olduğu yıl ve düşük olduğu yıldaki yapılan faaliyetler ve piyasadaki yaşanan gelişmeler değerlendirilebilir.

Sağlık sektörü ve savunma sanayinde faaliyet gösteren sektörler gibi yüksek teknoloji içeren sektörlerin, Ar-Ge performansları ÇKKV yöntemlerinden TOPSİS gibi yöntemlerle değerlendirilebilir. Orta-Yüksek teknoloji içeren sektörlerin bilançolarda yer alan Ar-Ge harcaması sektör ortalaması verileri üzerinden sektör Ar-Ge performans değerlendirmesi ÇKKV yöntemleri ile yine performans değerlendirmeleri yapılabilir. Buna ilaveten ağırlıklı olarak ithal edilen dışa bağımlı ürünlerin yer aldığı sektörlerin Ar-Ge performans değerlendirmesi ÇKKV yöntemleri ile yapılabilir.

Çıkar çatışması

Yazar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Benzerlik oranı (iThenticate): %19

Kaynaklar

- [1] T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, On ikinci kalkınma planı, <https://onikinciplan.sbb.gov.tr>, Erişim tarihi: 02 Ocak 2025.
- [2] A. Gülmez ve F. Yardımcıoğlu, OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisi: panel eşbütünlük ve panel nedensellik analizi (1990-2010). Maliye Dergisi, 163(1),335-353, 2012. <https://ms.hmb.gov.tr/uploads/2019/09/163-18>.
- [3] G. Özkan ve H. Yılmaz, Ar-Ge harcamalarının yüksek teknoloji ürün ihracatı ve kişi başı gelir üzerindeki etkileri: 12 AB ülkesi ve Türkiye için uygulama (1996-2015). Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi,12(1),1-12,2017. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/364578>.
- [4] S. Çınar ve B. Has, Türkiye ve seçili Asya ülkelerinde 2000 sonrası Ar-Ge yoğunluğu ve ekonomik büyüme ilişkisi: nedensellik analizi. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 9(3), 1-16, 2022. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/asead/issue/71578/1114996>.
- [5] H. G. Diler ve T. Ö. Şişman, Türkiye ekonomisinde araştırma geliştirme harcamaları ile ekonomik büyüme ve işsizlik ilişkisi. Abant Sosyal Bilimler Dergisi, 24(2), 494-513, 2024. <https://doi.org/10.11616/asbi.1453257>.
- [6] Türkiye İstatistik Kurumu, Araştırma geliştirme faaliyetleri, <https://data.tuik.gov.tr>, Erişim tarihi: 01 Aralık 2024.
- [7] Türk Patent ve Marka Kurumu, İstatistikler, <https://www.turkpatent.gov.tr/istatistikler>, Erişim tarihi: 01 Aralık 2024.
- [8] E. Ayçin ve E. Çakın, Ülkelerin inovasyon performanslarının ölçümünde ENTROPİ ve MABAC çok kriterli karar verme yöntemlerinin bütünlük olarak kullanılması. Akdeniz İİBF Dergisi, 19(2), 326-351,2019. <https://doi.org/10.25294/auibfd.649275>.
- [9] U. Uyğun ve M. E. Durmuş, Türkiye’deki Ar-Ge harcamaları ve ekonomik büyüme ilişkisinin ekonometrik analizi. Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 6(2), 31-42, 2020. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ead/issue/57475/815201>.
- [10] S. E. Özcan ve P. Özer, Ar-Ge harcamaları ve patent başvuru sayısının ekonomik büyüme üzerindeki etkileri: OECD ülkeleri üzerine bir uygulama. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18(1), 15-28, 2017. <https://doi.org/10.18037/ausbd.550617>.
- [11] S. Taban ve M. Şengür, Türkiye’de Ar-Ge ve ekonomik büyüme. AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14 (1),355-376, 2014.
- [12] R. Yücel ve K. Ahmetoğulları, Ar-Ge harcamalarının firmaların net kâr değişimi ve hisse başına kârlılığına inovatif etkisi: BİST teknoloji yazılım ve bilişim sektöründe bir uygulama. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15(4), 2015. Erişim Adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/basbed/issue/38791/455565>.

- [13] A. Sevinç, Türkiye'de Ar-Ge finansmanı: KOSGEB destek programının değerlendirilmesi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 16(2), 507-519, 2024. <https://doi.org/10.29137/umagd.1358857>.
- [14] E. İslamoğlu, Türkiye'de Ar-Ge harcamaları ve gayri safi yurt içi hasıla arasındaki nedensel ilişkinin analizi. *Bankacılık ve Sermaye Piyasası Araştırmaları Dergisi*, 2(4), 70-84, 2018. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/bspad/issue/35394/376063>.
- [15] A. Erciş ve M. Ünalın, Innovation: A comparative case study of Turkey and South Korea. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 235, 701-708, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.11.071>
- [16] K. W. Artz, P. M. Norman, D. E. Hatfield and L. B. Cardinal, A Longitudinal study of the impact of R&D, patents, and product innovation on firm performance. *Journal of Product Innovation Management*, 27(5), 725-740, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2010.00747>.
- [17] G. Licht and K. Zoz, Patents and R&D an econometric investigation using applications for German, European and US patents by German companies. *Annales d'Economie Et De Statistique*, 329-360, 1998. Erişim adresi: <https://www.jstor.org/stable/20076120>.
- [18] R. Piergiovanni and E. Santarelli, The more you spend, the more you get? The Effects of R&D and capital expenditures on the patenting activities of biotechnology firms. *Scientometrics*, 94(2), 497-521, 2013. [Doi:10.2791/45503](https://doi.org/10.2791/45503).
- [19] S. A. Meo, and A. M. Usmani, Impact of R&D expenditures on research publications, patents and high-tech exports among European countries. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 18(1), 1-9, 2014. Erişim adresi: <https://www.europeanreview.org/wp/wp-content/uploads/1-91>.
- [20] Y. L. Gamarra and G. Friedl, Declared essential patents and average total R&D expenditures per patent family. *Telecommunications Policy*, 47(2023), 102575, 2023. <https://doi.org/10.1016/J.Telpol.2023.102575>.
- [21] M. Demir ve O. Geyik, Türkiye'de Ar-Ge ve inovasyon harcamalarının gelişim süreci ve ekonomik etkileri. *Journal of Life Economics*, 1(2), 171-190, 2014. <https://doi.org/10.15637/jlecon.38>.
- [22] M. Tavana, K. Khalili-Damghani and R. Rahmatian, A Hybrid fuzzy MCDM method for measuring the performance of publicly held pharmaceutical companies. *Annals of Operations Research*, 226, 589-621, 2015. <https://doi.org/10.1007/s10479-014-1738-8>.
- [23] E. Çakın ve A. Özdemir, Bölgesel gelişmişlikte Ar-Ge ve inovasyonun rolü: DEMATEL tabanlı Analitik Ağ Süreci (DANP) ve TOPSIS yöntemleri ile bölgelerarası bir analiz. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 30(1), 115-144, 2015. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/deuiibfd/issue/22716/242453>.
- [24] S. Uzun ve H. Kazan, Çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP TOPSIS ve PROMETHEE karşılaştırılması: Gemi inşada ana makine seçimi uygulaması. *Journal of Transportation and Logistics*, 1(1), 99-113, 2016. <http://dx.doi.org/10.22532/jtl.237889>
- [25] M. Varmazyar, M. Dehghanbaghi and M. Afkhami, A Novel hybrid MCDM model for performance evaluation of research and technology organizations based on BSC approach. *Evaluation and program planning*, 58, 125-140, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.evalproplan.2016.06.005>.
- [26] M. Oturakçı, İşletmelerde inovasyon faaliyetlerini etkileyen parametrelerin belirlenmesi ve önceliklendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 33(2), 1-8, 2018. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.508075>.
- [27] Ö. Belgin ve B. A. Avşar, Türkiye'de bölgeler ve iller düzeyinde Ar-Ge ve yenilik performansının Gri İlişkisel Analiz yöntemi ile ölçülmesi. *Verimlilik Dergisi*, (2), 27-48, 2019. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/verimlilik/issue/44167/544921>.
- [28] B. Oralhan ve M. A. Büyüktürk, Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin inovasyon performansının çok kriterli karar verme yöntemleriyle kıyaslanması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 471-484, 2019. <https://doi.org/10.31590/ejosat.571284>.
- [29] F. F. Altıntaş, İnovasyon performanslarının ENTROPİ tabanlı Gri İlişkisel Analiz yöntemi ile değerlendirilmesi: G7 grubu ülkeleri örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 151-172, 2020. <https://doi.org/10.30803/adusobed.802738>.
- [30] A. Yoğunlu ve Y.C. Çopuroğlu, İllerin yenilik ekosistemine dayalı Ar-Ge ve yenilik performanslarının PROMETHEE yöntemi ile karşılaştırılması. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 14(86), 421-438, 2024. [Doi: 10.29228/JASSS.48786](https://doi.org/10.29228/JASSS.48786).
- [31] İ. Dağlı, Türkiye'de bölgesel inovasyon etkinliğinin değerlendirilmesi: Düzey 2 bölgelerine yönelik ampirik bir analiz. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (61), 329-352, 2022. <https://doi.org/10.18070/erciyesiibd.998090>.
- [32] M. Karahan ve S. Duran, Küresel inovasyon endeksi verilerine göre Türk Devletleri Teşkilatına üye ülkelerin inovasyon performanslarının analizi. *Beykoz Akademi Dergisi*, 11(1), 51-70, 2023. <https://doi.org/10.14514/beykozad.1179838>.
- [33] İ. G. Meral, BRICS-T Ülkelerinin inovasyon performanslarının MEREC-MARCOS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 550-571, 2023. [Doi: 10.21180/iibfdkastamonu.1344363](https://doi.org/10.21180/iibfdkastamonu.1344363).
- [34] D. Murat ve S. Güzel, Rekabetçilik ve inovasyon performansı değerlendirmesi: OECD ülkeleri üzerine ampirik bir inceleme. *Alanya Akademik Bakış*, 8(3), 909-922, 2024. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1510889>.
- [35] M. Maral, cross-country analysis of research and development efficiency in higher education: Data

- Envelopment Analysis and hybrid Multi-Criteria Decision-Making approach. Journal of the Knowledge Economy, 1-34, 2024. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02518-3>.
- [36] E. Ayçin ve Ç. Orçun, Mevduat bankalarının performanslarının ENTROPİ ve MAIRCA yöntemleri ile değerlendirilmesi. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 22(42), 175-194, 2019. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.657002>.
- [37] E. Çınaroğlu, Yenilikçi girişimlere ait faaliyetlerin ENTROPİ destekli MABAC yöntemi ile değerlendirilmesi. Journal of Entrepreneurship and Innovation Management, 9(1), 111-135, 2020. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/pub/jeim/issue/60043/868114>.
- [38] Y. Akgül, Çok kriterli karar verme yöntemleriyle Türk bankacılık sisteminin 2010-2018 yılları arasındaki performansının analizi. Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(4), 567-582, 2019. <https://doi.org/10.29106/fesa.655722>.
- [39] A. Özbek, Çok kriterli karar verme yöntemleri ve Excel ile problem çözümü. Seçkin Yayıncılık, Ankara, 197, 2017.
- [40] A. Organ ve E. Yalçın, Performance evaluation of research assistants by COPRAS method. European Scientific Journal, 12(10), 102-109, 2016.
- [41] D. R. Babak ve E. N. Nacar, COPRAS Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. Çok kriterli karar verme Yöntemleri Ms Excel çözüm uygulamaları, 1. Baskı, Ankara, Türkiye: Nobel Akademik Yayıncılık, M. Kabak, Y. Çınar, Editör, böl.11, ss.183-196, 2020
- [42] E. Aksoy, N. Ömürbek ve M. Karaatlı, AHP temelli MULTIMOORA ve COPRAS yöntemi ile Türkiye kömür işletmelerinin performans değerlendirmesi. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 33(4), 1-28, 2015. <https://doi.org/10.17065/huiibf.10920>.
- [43] A. Dayanır, B. Durgun ve F. Durgun, Ar-Ge harcaması, patent ve ekonomik büyüme bağlantısı: ABD ve Japonya üzerine karşılaştırmalı bir çalışma. JOEEP: Journal of Emerging Economies and Policy, 6(2), 72-80, 2021. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/joeep/issue/60720/878979>.
- [44] M. Kim, J. E. Kim, Y. W. Sawng, and K. S. Lim, Impacts of innovation type SME's R&D capability on patent and new product development. Asia Pacific Journal Of Innovation and Entrepreneurship, 12(1), 45-61, 2018. [Doi 10.1108/APJIE-04-2018-043](https://doi.org/10.1108/APJIE-04-2018-043).
- [45] A. Ekinci, Z. Koçak ve M. Benli, OECD ülkeleri örneğinde Ar-Ge harcamalarının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi. Sakarya İktisat Dergisi, 12(2), 241-252, 2023. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sid/issue/78288/1319204>.
- [46] N. Işık ve E. C. Kılınç, Bölgesel kalkınma'da Ar-Ge ve inovasyonun önemi: karşılaştırmalı bir analiz. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 6(2), 9-54, 2011. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/65513>

