

OECD Ülkelerinde İnovasyon Performanslarının Entropy Tabanlı CODAS-WASPAS ve PSI Yöntemleriyle Değerlendirilmesi

Zafer DURAN*, Nurdanur TAVLAN SOYDAN**

Öz

Amaç: Çalışmanın amacı OECD ülkelerinin pandemi sürecinin etkileri altında gerçekleştirdikleri inovasyon performanslarını değerlendirerek ülke yönetimlerine ve araştırmacılara önerilerde bulunmaktır.

Yöntem: Değerlendirmeler, 2021 yılı Küresel İnovasyon İndeksi verileri kullanılarak bütünlük karar verme yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Entropy yöntemiyle inovasyon göstergelerinin ağırlıkları belirlenmiş, CODAS, WASPAS ve PSI yöntemleriyle de OECD ülkeleri inovasyon performansları bakımından sıralanmıştır.

Bulgular: OECD ülkelerinin yerlerini belirleyen en önemli göstergenin Bilgi ve Teknoloji Çıktıları göstergesinin olduğu tespit edilmiştir. Ülkelerin inovasyon performansları bakımından yapılan sıralamalarında ise İsviçre, İsveç, ABD ve Güney Kore'nin üst sıralarda; Yunanistan, Meksika, Şili ve Kolombiya'nın da alt sıralarda yer aldığı görülmüştür.

Sonuç ve Öneriler: Performans göstergelerinin ağırlıkları, inovasyon performansını yükseltmek isteyen OECD ülkelerinin yöneticilerine öncelikli olarak odaklanmaları gereken konuların neler olacağı konusunda ipuçları sunmaktadır. Kullanılan yöntemlerin oldukça farklı olmasına karşın ülkelerin üç farklı yöntemin çözümünde de benzer sıralarda yer alması, elde edilen sonuçların tutarlı olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte ülkelerin inovasyon performansını etkileyecek diğer etkenlerin üzerinde araştırmalar yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Özgün Değer: Bu çalışmada, OECD ülkelerinin pandemiyle mücadele sürecinde gerçekleştirdikleri inovasyon performansları ele alınmıştır. Bununla birlikte çalışmada ülkelerin inovasyon performansları Entropy, CODAS, WASPAS ve PSI olmak üzere dört farklı yöntemin bütünlük bir şekilde kullanılmasıyla değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon Performansı, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Küresel İnovasyon İndeksi, OECD

Jel Kodları: D49, D79, O31

Evaluation of Innovation Performances in OECD Countries by Entropy-Based CODAS-WASPAS and PSI Methods

Abstract

Aim: The aim of the study is to make suggestions to country governments and researchers by evaluating the innovation performances of OECD countries carry through under the effects of the pandemic process.

Method: Evaluations were made with integrated decision-making methods using the Global Innovation Index data for 2021. The weights of innovation indicators were determined by the Entropy method, and OECD countries were ranked in terms of innovation performance with the CODAS, WASPAS and PSI methods.

Results: It has been determined that the most important indicator determining the position of OECD countries is the Information and Technology Outputs indicator. It was seen that in the rankings of countries in terms of innovation performance Switzerland, Sweden, the USA and South Korea were at the top; Greece, Mexico, Chile and Colombia were also in the lower ranks.

Conclusion and Recommendations: The weights of the performance indicators provide clues to the managers of OECD countries that want to improve their innovation performance about which topics they should focus on primarily. Despite the fact that the methods used are quite different, the fact that the countries' being in similar ranks in the solution of all three different methods shows that the results obtained are consistent. However, it is thought that research should be done on other factors that may affect the innovation performance of countries.

Originality: In this research, innovation performances of OECD countries in the process of fight against the pandemic are discussed. Nevertheless, the innovation performances of the countries in the research were evaluated by using four different methods, as Entropy, CODAS, WASPAS and PSI in an integrated manner.

Keywords: Innovation Performance, Multi-Criteria Decision-Making, Global Innovation Index, OECD

JEL Codes: D49, D79, O31

* Öğr. Gör. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Üniversitesi Gazipaşa MRB Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, zafer.duran@alanya.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7227-4196

** Öğr. Gör. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bozdoğan Meslek Yüksekokulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, nurdanur.tavlan@adu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-4320-2257 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

1. Giriş

Bir ülkenin gelişmişlik düzeyi onun ekonomik büyüme ve ekonomik kalkınmada hangi noktada olduğu hakkında fikir vermektedir. Üretim faktörleri olarak ifade edilen emek (emeğin miktarı ve kalitesi), sermaye (reel sermayenin miktarı ve kalitesi), doğal kaynaklar (doğal kaynakların miktarı ve kalitesi) ve toplumun teknolojik düzeyde gösterdiği başarı ekonomik büyümenin temel faktörleridir. Ekonomik büyümeyi de kapsayan bir kavram olan ekonomik kalkınma ise sürdürülebilir bir ekonomik büyüme için sınırlı kaynakların optimum bir şekilde dağıtılması, bireylerin hayat standartlarının yükseltilmesi amacıyla sosyal, ekonomik, politik, kültürel vb. faktörlerin en uygun şekilde yönetilmesi, değiştirilmesi ve yenileştirilmesidir.

Schumpeter (1934) inovasyonu yeni ürün, hammadde, teknolojik süreç vb.'nin piyasaya ilk girişi olarak tanımlamıştır. Schumpeter'e göre yenilik sürecinin buluş, yenilik ve yayılma olmak üzere üç aşaması bulunmaktadır. Buluş bir fikrin ilk gösterimi, yenilik bir buluşun pazardaki ilk ticari uygulamasıdır yayılma ise teknoloji ya da sürecin pazara yayılmasıdır. Solow (1957) ise dışsal büyüme modelinde teknolojiyi dışsal bir etken olarak kabul etmiş ve inovasyonu makro ekonomik düzeyde ele alarak ekonomik büyüme için emek veya sermayedeki verimlilik artışının değil bilgideki ilerlemelerin önemli bir rolü olduğunu vurgulamıştır. Dolayısıyla teknoloji ve inovasyona yapılacak yatırımlar sadece işletmeleri ilgilendirmemektedir. Ülkeler de ekonomik performanslarını iyileştirmek ve yaşam standartlarını geliştirmek teknoloji ve inovasyona yatırım yapmaktadır (OECD, 2005: 8).

Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel ve sosyo-ekonomik sistemlerdeki kaçınılmaz değişikliklere yönelik uyarlanabilir ve esnek bir süreci desteklemesi gerektiği için inovasyon, sürdürülebilirliğin kilit noktası olarak kabul edilmektedir (Rammel, 2003: 395). Birleşmiş Milletlere üye olan devletlerin sürdürülebilir kalkınma konusundaki performansları hakkında bilgi veren Sürdürülebilir Kalkınma Raporunda özellikle COVID-19 pandemisinin de etkisiyle son zamanlarda sürdürülebilir kalkınma konusunda genel bir gerilemenin yaşandığı ifade edilmektedir. 2021 yılı verilerine göre ilk üç sırada Finlandiya, İsveç ve Danimarka'nın yer aldığı raporda Türkiye 70.4 puan ile 165 ülke içerisinde 70. sırada yer almaktadır. Bununla birlikte söz konusu raporda Türkiye'nin sanayi, inovasyon ve alt yapı hedefleri bakımından ılımlı iyileşen bir trend yakaladığı görülmektedir (Sachs, Kroll, Lafor-

tune vd., 2021). Ayrıca raporda 2030 yılına kadar sanayi, inovasyon ve alt yapı hedeflerine ulaşabilmek için tüm ülkelerde inovasyonun desteklenmesi, kamu ve özel sektörde AR-GE harcamalarının yükseltilmesi; insana yakışan iş ve ekonomik büyüme hedefine ulaşmak için yüksek katma değere sahip ve emek yoğun sektörlerle odaklanarak çeşitlendirme, teknolojik gelişim ve inovasyon ile üretkenliğin artırılması gerektiği ifade edilmektedir (unesco.org).

Ulusal ekonomilerin rekabet gücü, her geçen gün araştırma ve inovasyon sistemlerinin başarısına ve bu sistemlere yapılan yatırımlara daha fazla bağımlı hale gelmektedir (Adam, 2014: 2). Buna karşın 2020 yılı Küresel Rekabet Edilebilirlik Raporu'nda geçtiğimiz on yılda ortaya çıkan inovasyon ekosistemiyle ilgili önceliklere ilişkin yapılan tespitlerde pandemi ve sonrası, toplumları daha kapsayıcı, sürdürülebilir ve dirençli hale getirebilecek doğru inovasyon türüne yeterince yatırım yapılmadığı vurgulanmaktadır. Antiviraller geliştirmeye yönelik programların yetersiz finanse edilmesi, bilişim teknolojileri tarafından geliştirilen dijital hizmetlerin ve teknolojilerin çoğunun pandemi müdahalesinin ön saflarını destekleme amacına uygun olmaması, bu durumun bir yansıması niteliğindedir (World Economic Forum, 2020: 39).

İnovasyon, ekonomik açıdan büyümek ve toplumsal refahı sağlamak isteyen ülkelerin odaklanması gereken en önemli konulardan biridir. Çünkü ülkelerin ihracat rakamlarını ve istihdam oranlarını artıran bir olgudur. Ayrıca kaynakların etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlayarak ekonomik büyümeyi sürdürülebilir kılmaktadır. Bu nedenle ülkelerin inovasyon performansları, çeşitli ölçüm araçlarıyla sürekli ölçülmekte ve yakından izlenmektedir. Bu bağlamda Küresel İnovasyon İndeksi, çok yönlü değerlendirme yapabilmeye imkân tanınması ve düzenli olarak güncellenmesi nedeniyle ülkelerin inovasyon performanslarının izlenmesinde yaygın bir şekilde tercih edilmektedir.

Küresel İnovasyon İndeksi, Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü (WIPO) tarafından her yıl ekonomik konjonktür göz önünde bulundurularak hazırlanan ve düzenli olarak yayınlanan bir indeks niteliğindedir. İnovasyon girdi alt indeksi (kurumlar, beşerî sermaye ve araştırma, altyapı, pazarın gelişmişliği, iş gelişmişliği) ve inovasyon çıktı alt indeksi (bilgi ve teknoloji çıktıları, yaratıcı çıktıları) olmak üzere iki bileşenden oluşmaktadır. WIPO, 2021 yılına ilişkin İnovasyon İndeksi'ni *COVID-19 Krizinde İnovasyonu Sürdürmek* temasıyla hazırlamış ve 132 ülkenin inovasyon performansları hakkında elde edilen ölçümleri bir rapor halinde Eylül 2021'de

kamuoyuyla paylaşmıştır. Söz konusu rapora göre İsviçre, İsveç ve Amerika Birleşik Devletleri ilk üç sırayı paylaşırken, Türkiye 2020 yılına göre 10 basamak yukarı çıkarak 41. sırada yer almıştır (WIPO, 2021).

Daha uygun gösterge modellerinin aranmasına katkıda bulunabilmesi, politika yapıcılar, yöneticiler ve girişimciler için bir geri bildirim döngüsü işlevi görebilmesi açısından ulusal inovasyon sistemlerinin inovasyon performansındaki değişim ve istikrarın doğru ölçümü çok önemlidir (Adam, 2014: 3). Fakat ülkelerin inovasyon performanslarını ölçmede kullanılan indeksler, ülkelerin kendine has birçok özelliğini göz ardı ederek tüm ülkeleri tek bir kategoride incelemektedir. Bu durum, ülkeler arası karşılaştırmaların hatalı bir şekilde yorumlanmasına neden olabilmektedir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri, ülkelerin inovasyon performanslarını görece değerlendirmeye imkân tanıyarak hem inovasyon indekslerinin göz ardı ettiği ülke özelliklerini daha iyi bir şekilde ele almayı hem de ülkelerin inovasyon performanslarına ilişkin güçlü ve zayıf yönlerini daha derinlemesine incelemeyi mümkün kılmaktadır. Bu bağlamda inovasyon performansının ölçümüne ilişkin yapılan ulusal ve uluslararası yayınlar incelendiğinde farklı çok kriterli karar verme yöntemleri ile farklı ülke gruplarının incelendiği çeşitli araştırmalara rastlanmıştır (Erdin ve Çağlar, 2022; Altıntaş, 2021a; Altıntaş, 2021b; Satıcı, 2021; Garcia-Bernabeu vd., 2020; Murat, 2020; Ayçin ve Çakın, 2019, Oralhan ve Büyüktürk, 2019; Güler ve Veysikarani, 2018; Corejova ve Kassiri, 2017; Kaynak, Altıntaş ve Dereli, 2017; Stojanovska 2017; İnel ve Türker, 2016; Peyravi, 2016; Savrul ve İncekara, 2015; Nastase, Popescu vd. 2010; Paas ve Poltimae, 2010).

Bu çalışmada ise literatürden farklı olarak 2021 yılı Küresel İnovasyon İndeksi'nde OECD ülkelerine yönelik sunulan veriler, Entropy tabanlı CODAS-WASPAS ve PSI yöntemleriyle değerlendirilerek OECD ülkelerinin Covid-19 pandemi sürecindeki inovasyon performansları görece ele alınmıştır. Bu bağlamda inovasyon performansının ölçülmesinde kullanılan göstergelerin ağırlıkları entropy yöntemiyle hesaplanmış, ülkelerin inovasyon performansları ise CODAS, WASPAS ve PSI yöntemleriyle belirlenmiştir. Böylece OECD ülkelerinin Covid-19 sürecinde elde ettikleri inovasyon başarıları, dört farklı yöntemin bir arada kullanıldığı bir yaklaşımla değerlendirilmiştir.

Araştırmanın ilerleyen kısımlarında öncelikle konuya ilişkin geniş bir literatür incelemesine, ardından araştırmada kullanılan yöntemlerin ayrıntılarına ve değer-

lendirme işlemlerine yer verilmiş, araştırmada elde edilen bulgular incelenerek araştırmacılara ve uygulayıcılara çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

2. Literatür

Schumpeter (1934) inovasyonu girişimciye kazanç sağlayan ve teknolojik gelişmeler sonucunda ortaya çıkan her şey şeklinde tanımlamıştır. Oslo Kılavuzunda (2005: 50) ise inovasyon işletme içi uygulamalar, kurum organizasyonu veya dış ilişkilerde yeni veya önemli derecede iyileştirilmiş süreç, ürün veya hizmet, yeni bir pazarlama yöntemi ya da yeni bir örgütsel yöntemin gerçekleştirilmesi şeklinde ifade edilmektedir. Politika belirleyicileri, akademik çalışanlar ve yetkililer, genel eğilimleri vurgulamak, politika senaryoları geliştirmek ve performans hedeflerini belirlemek için inovasyonun ölçülmesinin önemine vurgu yapmaktadır (Garcia-Bernabeu vd., 2020).

Paas ve Poltmae (2010), ülkelerin farklı inovasyon performansının geliştirilmesinde hangi faktörlerin etkili olduğunu ve bu farklılıkların inovasyon ölçüm göstergeleri tarafından tespit edilip edilmediğini araştırmak amacıyla Avrupa İnovasyon Karnesi [Innovation Union Scoreboard] verilerinden faydalanarak Baltık ülkelerinin inovasyon performanslarını değerlendirmiştir. Bulgulara göre Estonya'nın inovasyon performansının, yabancı yatırımın başarılı bir şekilde teşvik edilmesi, elverişli vergi politikaları gibi ana sebeplerle diğer iki Baltık ülkesinin önünde olduğu ifade edilmiştir.

Minarčíková (2015) bölgesel yenilik performansının nicel değerlendirmesine alternatif bir yaklaşım olarak çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmıştır. 2010 ve 2012 yıllarında Çek Cumhuriyeti'ndeki NUTS 2 bölgelerinin yenilik performansları TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle değerlendirilmiş ve bölgelerin yenilik performanslarında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. En yüksek farklar her iki yıl için de NUTS 2 bölgeleri CZ01 Prag ve CZ04 Severozapad arasında mevcut olduğu ifade edilmiştir.

Peyravi (2016), Avrupa İnovasyon Karnesi Raporu sonuçlarına göre Baltık ülkelerinin ulusal inovasyon performansını değerlendirdiği çalışmasında yabancı yatırımların başarılı bir şekilde ülkeye çekilmesi, Kuzey ülkeleriyle olumlu ilişkiler ve olumlu vergi politikası uygulamaları vasıtasıyla Estonya'nın diğer Baltık ülkelerine göre daha yüksek inovasyon performansına sahip olduğunu ifade etmektedir.

İnel ve Türker (2016) çalışmalarında, Avrupa İnovasyon Karnesi (Innovation Union Scoreboard) raporundan faydalanarak gayri safi yurtiçi hasıla, gayri safi yurtiçi hasıla içinde AR-GE harcamalarının payı ve kişi başına düşen patent sayıları kriterleriyle 28 ülkenin inovasyon indeksleri hesaplamıştır. İlgili kriterlere göre AHP ve TOPSIS yöntemleriyle ülkelere ait hesaplanan skorlar, inovasyon indeksi skorlarıyla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucuna göre TOPSIS yöntemiyle hesaplanan skorlar ile inovasyon indeksi skorları arasında pozitif yönlü yüksek ilişki tespit edilmiştir.

Kaynak, Altıntaş ve Dereli (2017) AB aday ülkeleri olan Makedonya, İzlanda, Sırbistan ve Türkiye'nin inovasyon performanslarını entropy tabanlı TOPSIS yaklaşımıyla karşılaştırmıştır. Vaka çalışmalarında Küresel Rekabet Edebilirlik İndeksi, Küresel İnovasyon İndeksi, KAM (Knowledge Assesment Methodology ve Yenilikçilik Birliği Raporundan (Innovation Union Scoreboard) faydalanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre önerilen yaklaşımla, KAM ve Yenilikçilik Birliği raporu ile aynı sıralama elde edildiği ifade edilmiştir.

Hajek ve Henriques (2017) Avrupa'da bölgesel inovasyon performanslarını değerlendirdikleri çalışmada yapay sinir ağıları modellemesinden yararlanmışlardır. Elde etmiş oldukları bulgular doğrultusunda girişimciliği desteklemenin inovasyon politikalarının etkinliği için oldukça önemli olduğunu, AR-GE desteklerinin ortalama ve ortalama altı etkinliğe sahip bölgelere yönlendirilmesi gerektiğini savunmuşlardır.

Güler ve Veysikarani (2018), OECD ülkelerinin inovasyon performanslarındaki benzerlik ve farklılıkları belirlemek amacıyla faktör analizi ve kümeleme analizlerinden faydalanarak bir karşılaştırma yapmıştır. Faktör analizi bulgularına göre dört faktör elde edilerek ülkeler genel faktör puanlarına göre sıralanmıştır. Kümeleme analizi sonucunda beş küme elde edilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre en yüksek performansa sahip ülkeler kümesinde ABD ve Japonya'nın yer aldığı ikinci kümeyi ise Almanya, İngiltere, Fransa, Güney Kore, İsrail ve İsviçre'nin oluşturduğu görülmektedir. Türkiye'nin Meksika ve Şili ile yer aldığı küme ise dördüncü küme olarak belirlenmiştir.

Oralhan ve Büyüktürk (2019), AB'ye üye 28 ülke, Türkiye'nin de bulunduğu 3 aday ülke ve komşu 5 ülkenin inovasyon performanslarını değerlendirmek için Avrupa İnovasyon İndeksi on temel göstergesini çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. TOPSIS ve MOORA yöntemine göre değerlendirilen inovasyon performansı sıralamasında İsviçre, İsveç ve Danimarka ilk üçte yer alırken sıralamanın son üç ülkesi Romanya, Ukrayna ve Polonya olarak belirlen-

miştir. Bulgulara göre Türkiye'nin TOPSIS yöntemine göre 31. sırada, MOORA yöntemine göre ise 33. sırada yer aldığı görülmektedir.

Ayçin ve Çakın (2019) Avrupa'da yer alan ülkelerin inovasyon performanslarını Avrupa İnovasyon Karnesi verilerinden faydalanarak ve Entropy ve MABAK yöntemlerini kullanarak değerlendirmiştir. Bulgulara göre inovasyon performansı en yüksek ilk üç ülkenin İsviçre, İsveç ve Danimarka, en düşük ülkelerin ise Ukrayna, Romanya ve Makedonya olduğu, Türkiye'nin ise 31. Sırada yer aldığı görülmüştür.

Murat (2020), Veri Zarflama Analizi ile OECD ülkelerinin 2019 yılı inovasyon performanslarını ölçmüştür. Analiz bulguları en yüksek inovasyon performansına sahip ilk üç ülkenin İsviçre, Birleşik Krallık ve ABD, en düşük inovasyon performansına sahip ülkelerin ise Kolombiya, Meksika ve Şili olduğunu göstermektedir.

Garcia-Bernabeu vd. (2020) İspanya'da bölgesel inovasyon performansını değerlendirmek amacıyla çok kriterli referans noktasına dayalı bir yaklaşım ile İspanya bölgelerinin inovasyon performansını ölçmeye yönelik geliştirdikleri teknikte bölgelerin inovasyon performansının belirli güçlü ve zayıf yönlerini izlemek için ışık diyagramı adlı bir görselleştirme aracı önermektedir. Çalışmada aynı kaynak verileri kullanarak bileşik ölçümleri oluşturmak için çoklu referans noktası zayıf ve güçlü bileşik gösterge metodolojisi kullanılması önerilmektedir.

Altıntaş (2021a), G7 ülkelerinin 2020 yılı Küresel İnovasyon İndeksi bileşenlerinin önemlilik derecelerini entropy yöntemi ile tespit etmiş ve entropy tabanlı gri ilişkisel analiz yöntemi kapsamında ülkelerin inovasyon performanslarını hesaplayarak küresel inovasyon indeksinde yer alan skorlar ile karşılaştırmıştır. Çalışmada kullanılan analiz yöntemine göre inovasyon performansı en yüksek olan ülkelerin ABD ve Birleşik Krallık olduğu, entropy tabanlı gri ilişkisel analiz ve küresel inovasyon indeksi kapsamında ülkelerin inovasyon performans skorları arasında pozitif yönlü, çok yüksek düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu, Ayrıca araştırma kapsamında pazar gelişmişliği bileşeninin en önemli inovasyon bileşeni olduğunu tespit edilmiştir.

Altıntaş (2021b), Karadeniz Ekonomik İş birliği Örgütü'ne üye ülkelerin 2020 yılı inovasyon performanslarını CRITIC tabanlı GİA yöntemi ile değerlendirmiştir. CRITIC yöntemine göre inovasyon bileşenleri içinde en önemli bileşenin beşerî sermaye ve araştırma olduğu görülmüştür. Çalışmada Bulgaristan Rusya, Türkiye, Ukrayna, Romanya ve Yunanistan'ın ortalamasının üzerinde bir performansa sahip olduklarını tespit etmiştir.

Satıcı (2021), Avrupa İnovasyon İndeksi puanlarından faydalanarak 27 Avrupa Birliği üye ülkesi ve 8 üye olmayan ülke olmak üzere toplam 35 ülkenin inovasyon değerlendirmesini yapmıştır. Değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarını belirlemek amacıyla CRITIC yöntemi, inovasyon performanslarını belirlemek amacıyla WASPAS yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre inovasyon performansı en yüksek ülkeler İsviçre, İsveç ve Finlandiya iken, en düşük ülkelerin Romanya, Bosna Hersek ve Makedonya olduğu tespit edilmiştir.

Özkaya vd. (2021) bilim, teknoloji ve inovasyon politikası göstergelerinin ağırlıklarını entropi yöntemi ile değerlendirdikten sonra çeşitli çok kriterli karar verme yöntemlerinden faydalanılarak 40 ülkenin verilerini karşılaştırmıştır. Elde edilen sonuçların küresel inovasyon endeksi (2019) ve küresel rekabetçilik endeksi (2019) ile de tutarlı olduğu ifade edilmiştir.

Corrente vd. (2021) Avrupa İnovasyon Skor Karnesinde yer alan kriterlerin ağırlıklarını belirleyebilmek amacıyla analitik hiyerarşi süreci, Choquet integrali ve stokastik çok kriterli kabul edilebilirlik analizi metodolojilerini bir arada kullandıkları bir model geliştirerek literatüre katkı sağlamaya çalışmışlardır.

Ecer ve Aycin'in (2022) çalışmalarında, G7 ülkelerinin inovasyon performansları yedi çok kriterli karar verme yöntemi kullanılarak analiz edilmiş, göstergelerin görece ağırlıkları ve G7 ülkelerinin sıralaması hakkında çeşitli bulgulara ulaşılmıştır. Araştırmanın bulgularına göre en kritik gösterge iş gelişmişliği göstergesidir. Bununla birlikte genel sıralamada en iyi konuma sahip olan ülke ise ABD'dir.

Aytekin vd. (2022) Avrupa Birliği üyesi ve aday ülkelerin küresel inovasyon etkinliğini, Veri Zarflama Analizi ve EATWIOS tekniğini birlikte kullanarak değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucunda Hollanda, Almanya ve İsveç küresel inovasyon etkinliği açısından en iyi ülkeler olarak; Litvanya, Yunanistan ve Kuzey Makedonya ise en verimsiz son üç ülke olarak sıralanmıştır.

Ulusal inovasyon performansı gerek performans göstergelerinin belirlenmesi gerekse değerlendirme işleminin yapılması bakımından tartışılmaya devam eden bir konudur. Bu nedenle literatürde farklı perspektiflerle farklı ülke gruplarının inovasyon performanslarını değerlendirmeye çalışan çok sayıda çalışma yer almaktadır. Bu çalışmalardan öne çıkanları, yukarıda özetlenmeye çalışılmıştır. Bununla birlikte ülkelerin inovasyon performanslarını ölçmeye yönelik kullanılan araçların her geçen gün iyileştirilmeye çalışılması, literatürün sürekli genişlemeye devam etmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada da OECD ülkelerinin 2021 yılı inovasyon performansları, çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirilerek literatüre katkı

sağlamaya çalışılmıştır. Bu bağlamda OECD ülkelerinin inovasyon performansları, gösterge ağırlıklarının Entropy yöntemiyle belirlendiği CODAS ve WASPAS yöntemlerinin yanı sıra gösterge ağırlıklarına ihtiyaç duymayan PSI yöntemi birlikte kullanılarak değerlendirilmiştir. Böylece hem ülke sıralamalarına ilişkin duyarlılık analizi yapılmış hem de literatür yeni bir bakış açısıyla zenginleştirilmeye çalışılmıştır.

3. Metodoloji

Bu bölümde araştırmada yararlanılan verilere, OECD ülkelerinin inovasyon performanslarını değerlendirmede kullanılan yöntemlere ve bu yöntemlerin tercih edilme nedenlerine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

3.1. Veri Seti

Ülkelerin inovasyon performanslarını ölçmek amacıyla literatürde çok sayıda ölçme aracı önerilmiş olsa da inovasyon indeksleri, çok yönlü ve güncel olmalarının yanı sıra sağladıkları zaman ve maliyet tasarrufları nedeniyle inovasyon performansının ölçümünde yaygın bir şekilde kullanılmaktadırlar. Bu indeksler içerisinde de en çok Küresel İnovasyon İndeksi, Küresel Rekabetçilik İndeksi, En Yenilikçi Ekonomi Sıralaması, Avrupa İnovasyon Karnesi, Bilgi Ekonomisi İndeksi tercih edilmektedir. Bu çalışmada da Dünya Fikri Mülkiyet Hakları Örgütü (WIPO), Avrupa İşletme Yönetimi Enstitüsü (INSEAD) ve Cornell Üniversitesi iş birliğinde hazırlanarak her yıl düzenli olarak yayınlanan Küresel İnovasyon İndeksi 2021 yılı verilerinden yararlanılmıştır.

Tablo 1 Küresel İnovasyon İndeksi Göstergeleri ve Kodları

Göstergeler	KOD
Kurumlar	G ₁
Beşerî Sermaye ve Araştırma	G ₂
Altyapı	G ₃
Pazar Gelişmişliği	G ₄
İş Gelişmişliği	G ₅
Bilgi ve Teknoloji Çıktıları	G ₆
Yaratıcılık Çıktıları	G ₇

İndeks, iki boyutla ele alınan yedi temel göstergeden oluşmaktadır. Bu göstergeler ve araştırma kapsamında tanımlanmış olan kodları, Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 2 OECD Ülkelerinin Küresel İnovasyon İndeksi Göstergelerine İlişkin Puanları

OECD Ülkeleri	Küresel İnovasyon İndeksi Göstergeleri						
	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7
ABD	87,6	58,1	55,3	81,5	63,0	59,2	47,8
Almanya	84,3	62,7	55,6	57,8	54,5	53,3	50,0
Avustralya	88,3	57,4	55,7	66,4	43,0	29,1	39,6
Avusturya	86,2	59,9	60,0	51,9	52,3	40,3	39,0
Belçika	80,8	59,7	52,0	54,1	51,7	42,3	35,1
Çekya	76,9	43,0	56,0	49,5	43,5	48,2	40,3
Danimarka	88,8	62,3	60,8	68,0	52,2	47,6	47,7
Estonya	81,1	42,9	59,8	66,4	39,9	38,4	45,3
Finlandiya	93,3	62,4	59,5	58,7	61,0	56,5	42,9
Fransa	83,4	55,4	57,1	61,0	50,4	44,3	52,6
Hollanda	88,9	55,9	57,7	55,2	61,0	54,8	52,2
İngiltere	86,6	58,2	59,7	78,1	49,7	52,3	54,0
İrlanda	84,3	48,5	62,1	49,7	51,5	47,6	36,7
İspanya	77,5	47,4	58,2	54,2	35,5	36,2	36,2
İsrail	76,2	51,6	50,2	66,8	58,7	55,9	36,3
İsveç	88,8	64,1	62,6	64,6	68,1	60,3	52,9
İsviçre	87,3	60,7	62,7	71,5	62,6	63,9	60,2
İtalya	75,5	46,0	54,2	50,7	36,7	41,7	35,8
İzlanda	86,8	49,7	54,5	56,8	50,4	37,0	50,7
Japonya	88,8	50,8	59,8	62,1	57,3	48,3	42,1
Kanada	90,1	52,4	53,7	84,7	50,1	38,3	41,9
Kolombiya	66,2	28,4	44,9	50,8	29,4	19,2	19,8
Kore	79,5	67,4	59,2	60,0	60,1	54,5	52,1
Kosta Rika	63,2	32,4	40,7	43,0	30,0	22,9	31,3
Letonya	78,9	37,7	45,1	50,1	34,1	27,8	33,8
Litvanya	76,4	38,7	49,9	53,7	31,5	25,8	33,6
Lüksemburg	79,8	40,0	52,5	49,0	57,8	30,1	54,4
Macaristan	71,7	42,5	52,6	46,6	39,5	39,5	30,9
Meksika	61,0	33,2	41,8	48,8	27,2	24,8	28,5
Norveç	92,6	56,8	64,8	57,6	45,7	35,4	39,3
Polonya	73,2	42,3	50,1	48,3	34,2	30,6	29,6
Portekiz	80,4	49,3	52,6	48,6	33,6	31,9	39,3
Slovakya	72,8	32,8	50,5	44,9	32,5	34,3	33,0
Slovenya	82,9	48,3	53,9	45,1	42,8	33,0	34,3
Şili	72,7	35,2	47,4	46,4	30,6	22,3	25,3
Türkiye	56,0	48,5	47,0	49,7	30,8	25,3	35,3
Yeni Zelanda	90,7	54,2	55,5	63,0	37,7	29,7	39,8
Yunanistan	69,2	54,3	48,5	45,2	25,9	25,2	22,9

Küresel İnovasyon İndeksi, her yıl dünya çapındaki ekonomilerin inovasyon ekosistemi performansını sıralarken, ülkelerin inovasyonla ilgili güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. 2021 yılında yayınlanan Küresel İnovasyon İndeksi, Tablo 1’de yer alan göstergeler ışığında dünyanın 132 ülkesine yönelik inovasyon değerlendirmeleri içermektedir. Bu bağlamda OECD ülkelerinin söz konusu göstergelere ilişkin puanları, Tablo 2’de derlenmiştir (WIPO, 2021: 47-167).

3.2. Yöntem

OECD ülkelerinin 2021 yılı Küresel İnovasyon İndeksi’nde kullanılan göstergelere ilişkin sahip oldukları puanlar Tablo 2’de gösterilmektedir. Bu puanlar ham veri kabul edilerek öncelikle Entropy yöntemiyle göstergelerin ağırlıkları belirlenmiş, daha sonra da OECD ülkeleri inovasyon performansları bakımından CODAS, WASPAS ve PSI yöntemleriyle sıralanmıştır. Değerlendirme işlemlerini objektif yöntemlerle gerçekleştirme isteği, bu yöntemlerin seçiminde en önemli etken olmuştur. Ayrıca söz konusu yöntemler bir arada kullanılarak değerlendirme işleminin tutarlılığı da sınanmak istenmiştir. Böylece her göstergenin inovasyon performansı ölçümündeki etkisinin yanı sıra OECD ülkelerinin görece inovasyon performansları objektif ve tutarlı bir şekilde incelenmiştir.

3.2.1. Entropy Yöntemi

Entropy kavramı ilk kez Rudolph Clausius (1865) tarafından sistem belirsizliğini ve düzensizliğini belirtmek için kullanılmıştır (Zhang, Gu, Gu ve Zhang, 2011: 444). Bu bağlamda bir sistemin Entropy değeri küçüldükçe sistemdeki bozukluk derecesi de küçülmektedir (Li, vd. 2011: 2087). Bununla birlikte Entropy yöntemi ÇKKV literatüründe hali hazırda var olan veri setinin içerdiği yararlı bilgi miktarını ölçmek için kullanılan bir yöntem olarak da bilinmektedir (Wu, Sun, Liang ve Zha, 2011: 5163). Sosyal bilimler alanında genellikle indekslere ilişkin kriter ağırlıklarının objektif olarak belirlenmesinde kullanıldığı görülmektedir (Çakır ve Perçin, 2013: 82). Bu araştırmada da kriterlerin ağırlıkları Entropy yöntemiyle belirlenerek objektif bir değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır. Yöntemin adımları, aşağıda detaylı bir şekilde yer almaktadır. (Li, vd. 2011: 2087; Wu, Sun, Liang ve Zha, 2011: 5163-5164).

1. Adım: n sayıda kriter altında m sayıdaki alternatife ilişkin karar matrisi oluşturulur. Bu matris 1 numaralı eşitlik formundadır.

$$D = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Burada $i=1,2, \dots, m$ ve $j=1,2, \dots, n$ olmak üzere her x_{ij} alternatifinin j kriterine ilişkin sahip olduğu değeri göstermektedir.

2. Adım: Karar matrisi 2 numaralı eşitlik yardımıyla normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (2)$$

3. Adım: $j=1,2, \dots, n$ olmak üzere 3 numaralı eşitlik yardımıyla Entropy katsayısı, 4 numaralı eşitlik yardımıyla da Entropy değeri hesaplanır.

$$k = (\ln(m))^{-1} \quad (3)$$

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln(r_{ij}) \quad (4)$$

4. Adım: Hesaplanan Entropy değerleri kullanılarak $j=1,2, \dots, n$ olmak üzere 5 numaralı eşitlik yardımıyla farklılaşma dereceleri hesaplanır.

$$d_j = 1 - e_j \quad (5)$$

5. Adım: Her bir kriter için hesaplanan farklılaşma derecesi toplam farklılaşma derecesine oranlanarak Entropy kriter ağırlıkları hesaplanır. Bu işlem 6 numaralı eşitlikte gösterilmiştir.

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

3.2.2. CODAS Yöntemi

CODAS yöntemi, Keshavarz Ghorabae vd. (2016) tarafından literatüre kazandırılmış ve Öklid ve Taxicab olmak üzere iki farklı uzaklık ölçütünden yola çıkarak sonuca ulaşan bir ÇKKV yöntemidir (Simic, Karagoz, Devenci ve Aydın, 2021: 2). Bu yöntemde negatif ideal çözüme en uzak olan alternatif, en iyi alternatif olarak, en yakın alternatif ise en kötü alternatif olarak tanımlanır. Alternatiflerin Öklid uzaklığının eşit olması durumunda ise çözüm Taxicab uzaklığı kullanılarak

elde edilir. CODAS yönteminin alternatifleri iki farklı ölçüt kullanarak değerlendiriyor olması, nispeten yeni bir yöntem olması ve şimdiye kadar az sayıda çalışmada kullanılmış olması bu çalışmada tercih edilen bir yöntem olmasına neden olmuştur. Yöntemin çözüm adımları aşağıda yer almaktadır (Keshavarz Ghorabae, Zavadskas, Turskis ve Antucheviciene, 2016: 29-30).

1.Adım: n sayıda kriter altında m sayıdaki alternatifte ilişkin karar matrisi oluşturulur. Bu matris 7 numaralı eşitlik formundadır.

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

2. Adım: 8 numaralı eşitlik yardımıyla karar matrisi normalize edilir.

$$n_{ij} \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} & j \in N_b \text{ ise,} \\ \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} & j \in N_c \text{ ise,} \end{cases} \quad (8)$$

Burada N_b fayda, N_c maliyet kriterlerine ilişkin normalizasyon işlemini ifade etmektedir.

3. Adım: Normalize edilmiş karar matrisinin her sütunu ilgili kritere ilişkin ağırlık ile çarpılarak ağırlıklı karar matrisi elde edilir. Bu işlem sırasında 9 numaralı eşitlikten yararlanılır.

$$r_{ij} = w_j n_{ij} \quad (9)$$

4. Adım: 10 numaralı eşitlik yardımıyla negatif ideal çözüm noktası hesaplanır.

$$ns = [ns_j]_{1 \times n} \quad ns_j = \min_i r_{ij} \quad (10)$$

5. Adım: 11 ve 12 numaralı eşitlikler yardımıyla her bir alternatifte ait Öklid-yan (E_j) ve Taxicab (T_j) uzaklıklar hesaplanır.

$$E_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (r_{ij} - ns_j)^2} \quad (11)$$

$$T_i = \sum_{j=1}^n |r_{ij} - ns_j| \quad (12)$$

6. Adım: Her bir alternatifin diğer alternatiflere olan Öklidyen ve Taxicab uzaklıkları dikkate alınarak 13 ve 14 numaralı eşitlikler yardımıyla görelî değerlendirme matrisi oluşturulur.

$$Ra = [h_{ik}]_{n \times n} \quad (13)$$

$$h_{ik} = (E_i - E_k) + (\Psi(E_i - E_k) \times (T_i - T_k)) \quad (14)$$

Burada $k \in \{1, 2, \dots, n\}$, Ψ ise iki alternatifin öklid uzaklığının eşitliğini tanımlayan bir fonksiyon niteliğindedir. Bu fonksiyon 15 numaralı eşitlikle ifade edilebilir.

$$\Psi(x) \begin{cases} 1 & |x| \geq \tau \text{ ise,} \\ 0 & |x| < \tau \text{ ise,} \end{cases} \quad (15)$$

Eşitlik 15'te yer alan τ Öklid uzaklığının önemsizlik derecesini ifade etmektedir ve karar verici tarafından belirlenen eşik parametresi olarak tanımlanmaktadır. Bu parametrenin 0,01 ile 0,05 arasında alınması tavsiye edilmekle birlikte genellikle 0,02 olarak alınmaktadır.

7. Adım: 16 numaralı eşitlik yardımıyla her bir alternatifin değerlendirme puanı hesaplanarak alternatifler değerlendirme puanları dikkate alınarak büyükten küçüğe doğru sıralanır.

$$H_i = \sum_{j=1}^n h_{ik} \quad (16)$$

3.2.3. WASPAS Yöntemi

WASPAS yöntemi, Ağırlıklı Toplam ve Ağırlıklı Çarpım yöntemlerinin birleştirilerek alternatiflerin sıralanmasında kullanılan bir ÇKKV yöntemidir. Zavadskas

vd. (2012) geliştirdikleri bu yöntemle duyarlılık analizinin çözüm sürecinde kendiliğinde yapılarak daha tutarlı sonuçlar elde edileceğini savunmaktadırlar. Bu bağlamda CODAS yöntemiyle elde edilecek sonuçların güvenilirliğini görebilmek adına araştırmada WASPAS yönteminin de kullanılmasına karar verilmiştir. Yöntemin çözüm adımları aşağıdaki şekildedir (Zavadskas, Turskis, Antucheviciene, & Zakarevicius, 2012, s. 3-4)

1. Adım: m adet alternatifin n adet değerlendirme kriteri açısından performansını ifade edecek şekilde karar matrisi oluşturulur. Bu karar matrisinde her x_{ij} i alternatifinin j kriteri bakımından sahip olduğu puanı ifade etmektedir. Söz konusu matris 17 numaralı eşitlik formundadır.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (17)$$

2. Adım: Değer aralığı farklılıklarının ve kriter birimlerinin etkisinden kurtulmak için karar matrisi normalize edilir. Bu işlem sırasında fayda kriterleri için 18 numaralı eşitlikten, maliyet kriterleri için 19 numaralı eşitlikten yararlanılır. Elde edilecek yeni matris eşitlik 20 formundadır.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (18)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (19)$$

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \cdots & \bar{x}_{1n} \\ \bar{x}_{21} & \bar{x}_{22} & \cdots & \bar{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \cdots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (20)$$

3. Adım: Her i alternatifi için 21 numaralı eşitlik yardımıyla ağırlıklı toplam yöntemle değerlendirme puanı hesaplanır.

$$Q_i^{(1)} = \sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \times w_j \quad (21)$$

Burada W_j j kriterinin ağırlık değerini, $Q_i^{(1)}$ ise i alternatifinin ağırlık toplam yöntemine göre hesaplanan değerlendirme puanını ifade eder.

4. Adım: Her i alternatifi için 22 numaralı eşitlik yardımıyla ağırlıklı çarpım yöntemiyle değerlendirme puanı hesaplanır.

$$Q_i^{(2)} = \prod_{j=1}^n \bar{x}_{ij}^{w_j} \quad (21)$$

5. Adım: Ağırlıklı toplam ve ağırlıklı çarpım yöntemleriyle hesaplanan değerlendirme puanları 22 numaralı eşitlik yardımıyla birleştirilerek her alternatifin ağırlıklı ortak kriter değeri hesaplanır.

$$Q_i = 0,5Q_i^{(1)} + 0,5Q_i^{(2)} = \left[0,5 \times \left(\sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \times w_j \right) \right] + \left[0,5 \times \left(\prod_{j=1}^n \bar{x}_{ij}^{w_j} \right) \right] \quad (22)$$

Bütünleştirme işleminde ağırlıklı toplam ve ağırlıklı çarpım yöntemlerine eşit önem verilmek istenmediği durumlarda ise 23 numaralı eşitlikten yararlanılır.

$$Q_i = \lambda Q_i^{(1)} + (1 - \lambda)Q_i^{(2)} = \left[\lambda \times \left(\sum_{j=1}^n \bar{x}_{ij} \times w_j \right) \right] + (1 - \lambda) \left[0,5 \times \left(\prod_{j=1}^n \bar{x}_{ij}^{w_j} \right) \right] \quad (23)$$

3.2.4. PSI Yöntemi

Maniya ve Bhatt (2010) tarafından geliştirilen PSI yöntemi, temel istatistik bilgisine dayanmaktadır (Tuş ve Aytaç Adalı, 2018: 248). Alternatiflerin değerlendirilmesinde kriter ağırlıklarına ihtiyaç duymaması nedeniyle kriter ağırlıklarına ilişkin uyumsuzlukların olduğu durumlarda oldukça kullanışlı bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Madić, Antucheviciene, Radovanović ve Petković, 2017: 216). Değerlendirme işlemlerinde kullanılan kriterlerin çok farklı ağırlık değerlerine sahip olabilme olasılığına karşı araştırmada PSI yöntemine de yer verilmesi uygun görülmüştür. Yöntemin çözüm adımları aşağıda yer almaktadır (Maniya ve Bhatt, 2010: 1786).

1. Adım: m adet alternatifin n adet değerlendirme kriteri açısından performansını ifade edecek şekilde 24 numaralı eşitlik formunda karar matrisi oluşturulur

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (24)$$

2. Adım: Fayda kriterleri için 25 numaralı eşitlik, maliyet kriterleri için de 26 numaralı eşitlik kullanılarak karar matrisi normalize edilir.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}} \quad (25)$$

$$n_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}} \quad (26)$$

3. Adım: Her alternatifin normalize edilmiş değerlerinin ortalaması 27 numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\bar{x}_j^* = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}^* \quad (27)$$

4. Adım: Tercih varyans değeri (PW_j) 28 numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$PV_j = \sum_{i=1}^n (x_{ij}^* - \bar{x}_j^*)^2 \quad (28)$$

5. Adım: Tercih değerindeki sapmalar 29 numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\phi_j = 1 - PV_j \quad (29)$$

6. Adım: Genel tercih değeri Ψ_j , 30 numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$\Psi_j = \frac{\phi_j}{\sum_{j=1}^m \phi_j} \quad (30)$$

7. Adım: Tercih indeksleri I_i , 31 numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanarak alternatifler en yüksek I_i değerli olandan en düşük I_i değerli olana doğru sıralanır.

$$I_i = \sum_{j=1}^m x_{ij}^* \times \Psi_j \quad (31)$$

4. Bulgular

Değerlendirme sürecinin ilk aşamasında Küresel İnovasyon İndeksi göstergelerine ilişkin entropi ağırlıkları hesaplanmıştır. Bu bağlamda öncelikle 2 numaralı eşitlik yardımıyla Tablo 1'de yer alan veriler normalize edilmiş daha sonra da 3 numaralı eşitlik yardımıyla entropi katsayısı (k) hesaplanmış ve 0,275 olarak bulunmuştur. Daha sonra 4 numaralı eşitlik yardımıyla göstergelere ilişkin entropi değerleri (e_j), ve 5 numaralı eşitlik yardımıyla da göstergelerin farklılaşma dereceleri

(d_j) hesaplanmıştır. Son olarak göstergelerin farklılaşma dereceleri göz önünde bulundurularak 6 numaralı eşitlik yardımıyla göstergelerin entropy ağırlıkları (w_j) elde edilmiştir. Yapılan bu hesaplamalar sonucunda elde edilen entropy değerleri (e_j), farklılaşma dereceleri (d_j) ve entropy ağırlıkları (w_j) Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3 Göstergelere İlişkin Entropy Değerleri

Hesaplanan Değerler	Göstergeler						
	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	G_6	G_7
e_j	0,9982	0,9942	0,9984	0,9957	0,9904	0,9871	0,9922
d_j	0,0018	0,0058	0,0016	0,0043	0,0096	0,0129	0,0078
w_j	0,0405	0,1323	0,0372	0,0986	0,2192	0,2943	0,1779

Tablo 2'de yer alan gösterge ağırlıkları, yalnızca OECD ülkelerinin Küresel İnovasyon İndeksi gösterge değerleri dikkate alınarak hesaplan değerlerdir. Bu nedenle sadece OECD ülkelerine ilişkin değerlendirmelerde kullanılmalıdır. Bu bağlamda Tablo 2'de yer alan sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda OECD ülkelerinin Küresel İnovasyon İndeksi sıralamasında yerlerini belirleyen en önemli göstergenin 0,2943 ağırlık değeri ile G_6 kodlu Bilgi ve Teknoloji Çıktıları adlı göstergenin olduğu, bunu 0,2192 ağırlık değeri ile G_5 kodlu İş Gelişmişliği göstergesi ve 0,1779 ağırlık değeri ile G_7 kodlu Yaratıcı Çıktılar göstergelerinin izlediği görülmüştür. Bununla birlikte G_4 kodlu Pazar Gelişmişliği ve G_1 kodlu Kurumlar göstergelerinin sahip oldukları düşük ağırlıklar nedeniyle OECD ülkelerinin Küresel İnovasyon İndeksi sıralamalarını nispeten düşük düzeyde etkiledikleri anlaşılmıştır.

Değerlendirme sürecinin ikinci aşamasında ilk aşamada elde edilen gösterge ağırlıklarından yararlanılarak OECD ülkeleri inovasyon performansları bakımından CODAS, WASPAS ve PSI yöntemleriyle ayrı ayrı sıralanmıştır. Bu bağlamda ilk olarak OECD ülkelerinin Küresel İnovasyon İndeksi'ne ilişkin puanları 8 numaralı eşitlik yardımıyla normalize edilmiş ve 9 numaralı eşitlik yardımıyla CODAS ağırlıklı karar matrisi elde edilmiştir. Daha sonra CODAS yönteminin işlem adımları takip edilerek 10 numaralı eşitlik yardımıyla negatif ideal çözüm noktası, 11 numaralı eşitlik yardımıyla Öklidyen uzaklıklar (E_j) ve 12 numaralı eşitlik yardımıyla da ve Taxicab uzaklıklar (T_j) hesaplanmıştır. Ardından 13 ve 14 numaralı eşitlikler yardımıyla görelî değerlendirme matrisi oluşturulmuş ve 15 numaralı eşitlik yardımıyla da her bir OECD ülkesine ilişkin değerlendirme puanları (H_j) hesaplanarak ülkeler skorlarına göre sıralanmıştır. Benzer bir şekilde WASPAS ve PSI yöntemlerinin işlem adımları takip edilerek her bir OECD ülkesi WASPAS ve PSI yöntemlerine göre de sıralanmıştır. Bu üç yöntemle ilişkin sonuçlar, bir bütün olarak Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4 OECD Ülkelerinin CODAS WASPAS ve PSI Yöntemlerine İlişkin Skorları ve Sıralamaları

OECD Ülkeleri	Skorlar			Sıralamalar		
	CODAS (H_i)	WASPAS (Q_i)	PSI (I_i)	CODAS	WASPAS	PSI
ABD	4,0584	0,5518	0,1787	3	4	3
Almanya	2,8501	0,5042	0,1636	7	10	8
Avusturya	-1,0255	0,4059	0,1254	23	23	22
Avusturya	0,5781	0,4300	0,1383	17	20	16
Belçika	0,6086	0,5238	0,1390	15	7	15
Çekya	0,7764	0,4422	0,1353	14	16	18
Danimarka	1,9604	0,5082	0,1645	10	8	6
Estonya	-0,3214	0,4330	0,1343	20	18	19
Finlandiya	3,3629	0,5080	0,1619	6	9	9
Fransa	1,5261	0,4866	0,1570	12	12	10
Hollanda	3,3735	0,5347	0,1639	5	6	7
İngiltere	2,7212	0,5407	0,1716	9	5	4
İrlanda	1,0724	0,4778	0,1363	13	13	17
İspanya	-1,3024	0,3927	0,1226	25	26	23
İsrail	2,7489	0,4984	0,1521	8	11	12
İsveç	4,7374	0,5887	0,1811	2	2	2
İsviçre	5,1855	0,5992	0,1878	1	1	1
İtalya	-0,5775	0,3955	0,1270	22	25	21
İzlanda	0,5062	0,4385	0,1426	18	17	14
Japonya	1,8178	0,4703	0,1554	11	14	11
Kanada	0,4311	0,4651	0,1431	19	15	13
Kolombiya	-4,7150	0,2787	0,0842	38	38	38
Güney Kore	3,5319	0,5524	0,1690	4	3	5
Kosta Rika	-3,7436	0,3096	0,0979	35	34	35
Letonya	-2,7699	0,3479	0,1087	32	30	30
Litvanya	-3,0387	0,3241	0,1061	33	33	33
Lüksemburg	0,5934	0,4293	0,1218	16	21	24
Macaristan	-1,0536	0,4001	0,1207	24	24	25
Meksika	-3,8422	0,3029	0,0982	36	35	34
Norveç	-0,3989	0,4327	0,1280	21	19	20
Polonya	-2,5814	0,3393	0,1107	30	31	29
Portekiz	-1,6669	0,3603	0,1173	28	28	28
Slovakya	-2,1431	0,3552	0,1081	29	29	31
Slovenya	-1,4156	0,4103	0,1187	27	22	27
Şili	-4,1283	0,2809	0,0938	37	37	36
Türkiye	-2,6910	0,3269	0,1077	31	32	32
Yeni Zelanda	-1,3943	0,3856	0,1200	26	27	26
Yunanistan	-3,0657	0,2961	0,0905	34	36	37

Tablo 4'ten anlaşılacağı üzere OECD ülkelerinin inovasyon performanslarına yönelik CODAS, WASPAS ve PSI yöntemleriyle yapılan değerlendirme sonuçlarında İsviçre, İsveç, ABD ve Güney Kore üst sıralarda yer alırken; Yunanistan, Meksika, Şili ve Kolombiya alt sıraları oluşturmuşlardır. Türkiye ise son yıllarda yenilikçi, katma değeri yüksek ürün ve hizmet ihracatını artıran bir çizgi yakalamış olmasına rağmen sahip olmuş olduğu gösterge değerleri nedeniyle alt sıraların biraz üzerinde yer bulmuştur.

Tablo 4'te dikkat çeken bir diğer nokta da ülkelerin genellikle üç farklı yöntemde de benzer sıralarda yer almış olmalarıdır. Bu durum yapılan değerlendirme tutarlılığını gösteren bir sonuç niteliğindedir. Yine de İngiltere, İsrail, Lüksemburg ülkelerinde karşılaşılan farklı sıralama oluşumları, dikkate değer niteliktedir. Bu farklılık, yöntemlerin benimsemiş olduğu yaklaşımlardan kaynaklanan olağan bir durumdur. OECD'nin 38 ülkeden oluştuğu göz önünde bulundurulduğunda bu üç ülkenin sıralamalarında yaşanan farklılıklar kabul edilebilir düzeydedir.

5. Sonuç

Bu çalışmada OECD ülkelerinin inovasyon performansları 2021 yılı Küresel İnovasyon Endeksi verilerinden yararlanılarak çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Dolayısıyla araştırmada elde edilen bulgular, sadece 2021 yılına ilişkin bulgular olmakla birlikte pandemi sürecinin bir yansıması niteliğindedir. Bu durum araştırmanın en önemli kısıtını oluşturmaktadır. Bununla birlikte değerlendirme işleminde indeks göstergelerinin ağırlıkları Entropy yöntemiyle, ülkelerin görece performans düzeyleri ise CODAS, WASPAS ve PSI olmak üzere üç farklı yöntemle belirlenmiştir. Söz konusu yöntemlerin yapısından kaynaklanan farklılar da araştırmanın diğer kısıtı olarak görülmektedir.

OECD ülkelerinin görece inovasyon performanslarını belirleyen en önemli gösterge, bilgi ve teknoloji çıktıları olmuştur. Benzer şekilde Corejova ve Kassiri (2017) Visegard ülkelerinde inovasyon performansının karşılaştırmasına yönelik çalışmalarında analize dahil edilen Visegrad ülkelerinin inovasyon performanslarını geliştirmeleri için bilgi, yenilik ve yaratıcılığa yönelik çıktıları artırmanın zorunluluğunu vurgulanmaktadır. Erdin ve Çağlar (2022) ise inovasyonun dörtlü sarmal modelinde bulunan aktörler olan üniversiteler, işletmeler, hükümetler ve toplumlar tarafından patentler, hibeler, yaratıcı çıktılar ve bilgi gibi inovasyon çıktıları üretmek için inovasyon kaynaklarının en etkin şekilde kullanılması gerekti-

ğini ifade etmektedirler. Araştırmada elde edilen bulgular ve literatür göz önünde bulundurulduğunda bilgi ve teknoloji çıktılarını iyileştiren OECD ülkelerinin, inovasyon performansını hızla artırarak inovasyon performansı bakımından diğer OECD ülkeleri içerisinde pozitif ayrışma fırsatı yakalayacakları düşünülmektedir.

Önemlilik bakımından bilgi ve teknoloji çıktıları göstergesini sırasıyla iş gelişmişliği ve yaratıcı çıktılar göstergesi izlemiştir. Bu durum, yeni teknolojiler geliştiren ve uygulayan, yaratıcılığı teşvik eden OECD ülkelerinin diğer OECD ülkelere nazaran daha yüksek inovasyon performanslarına sahip olmalarına işaret etmektedir. Bu çalışmada her ne kadar OECD ülkelere odaklanılmış olsa da yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve yaratıcılığın teşvik edilmesi, tüm dünya ülkelerinin inovasyon performansını geliştirme potansiyeline sahip önemli etkenlerdendir. Keza Corejova ve Kassiri (2017) de Visegard ülkeleri üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında tüm ülkelerin bilgi, yenilik ve yaratıcılığa dayalı çıktılarının artırılmasının zorunlu olduğunu vurgulayarak bu düşünceyi desteklemektedirler.

Pazar gelişmişliği ve kurumlar göstergeleri ise sahip oldukları düşük ağırlık değerleri ile OECD ülkelerinin görece inovasyon performanslarını en az etkileyen göstergeler olmuştur. Küresel İnovasyon Endeksinde siyasi, düzenleyici ve iş ortamı olmak üzere üç alt başlıktan oluşan kurumlar, ülkelerin kurumsal çerçevesinin oluşturulmasında, ekonominin işleyişine yönelik yapılan düzenlemelerle inovasyonun desteklenmesine ya da engellenmesine yönelik kararlar alınmasında ve makro düzeyde istikrarın sağlanmasında önemli bir yere sahiptir. Paas ve Poltimare (2010) ve Peyravi'nin (2016) Baltık ülkelerinin inovasyon performanslarını değerlendirdikleri çalışmalarında, yabancı yatırımların teşvik edilmesinin, Kuzey ülkeleriyle iyi ilişkiler kurulmasının ve olumlu vergi politikaları uygulamalarının inovasyon performansının artırılmasında etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Dolayısıyla bu çalışmada ilgili çalışmalarda elde edilen sonuçlarla farklılık gösteren bulgulara ulaşılmıştır. Bu farklılığın nedeni, incelenen ülke kümelerinin farklı olması olabileceği gibi kullanılan yöntemlerin farklılığı da olabilir. İleride yapılacak araştırmalarda bu farklılığın nedenlerine odaklanarak bu sonuca ilişkin soru işaretleri giderilebilir.

Çalışmanın bulguları, inovasyon performansını yükseltmek isteyen OECD ülkelerinin yöneticilerine öncelikli olarak odaklanmaları gereken konuların neler olacağı konusunda oldukça yarar sağlayacaktır. Bununla birlikte bu hususlar 2021 yılı verileri ışığında OECD ülkelerinin görece inovasyon performansları için

geçerlidir. Ayrıca inovasyon göstergelerinin inovasyon performansı üzerindeki etkisinin doğrusal olmayacağı, başka faktörlerin de bu etkide rol alabileceği unutulmamalıdır.

OECD ülkelerinin görece inovasyon performansları incelendiğinde İsveç, ABD ve Güney Kore üst sıralarda; Yunanistan, Meksika, Şili ve Kolombiya alt sıralarda yer almıştır. Bu sıralama işleminde Entropy yöntemiyle elde edilen ağırlıkların kullanıldığı CODAS ve WASPAS yöntemlerinin yanı sıra gösterge ağırlıklarını dikkate almayan PSI yöntemi aynı anda kullanılmıştır. Yöntemlerin yaklaşımları oldukça farklı olmasına karşın OECD ülkeleri üç farklı yöntemin çözümünde benzer sıralarda yer almıştır. Bu durum elde edilen sonuçların tutarlılığına işaret etmektedir. Bununla birlikte ülkelerin sıralamaları, Küresel İnovasyon İndeksi verilerinden yararlanılarak görece oluşturulmuştur. Sıralamalar, farklı verilerin kullanılması durumunda değişebileceği gibi değişik ülkelerin görece değerlendirilmesi durumunda da elde edilecek sonuçlar farklı olabilir.

İleride gerçekleştirilecek çalışmalarda ülkelerin inovasyon performanslarına ilişkin skorları farklı ölçüm araçlarıyla ölçülebilir, hali hazırda var olan ölçüm araçlarıyla elde edilen veriler, farklı yaklaşımlarla ele alınabilir. Ayrıca inovasyon performansına ilişkin göstergeler arasındaki ilişkileri açıklamaya yönelik yapılacak çalışmalarla da literatür zenginleştirilebilir.

Kaynaklar

Adam, F., (2014), *Measuring National Innovation Performance: The Innovation Union Scoreboard Revisited*, New York: Springer.

Aytekin, A., Ecer, F., Korucuk, S., ve Karamaşa, Ç. (2022). Global Innovation Efficiency Assessment of EU Member and Candidate Countries via DEA-EATWIOS Multi-criteria Methodology. *Technology in Society*, 68, 101896.

Corejova, T., ve Al Kassiri, M. (2017). Comparison of Innovation Performance Within Visegrad Countries. In *Advances in Applied Economic Research* (pp. 139-149). Springer, Cham.

Corrente, S., Garcia-Bernabeu, A., Greco, S., ve Makkonen, T. (2021). Robust Measurement of Innovation Performances in Europe with a Hierarchy of Interacting Composite Indicators. *Economics of Innovation and New Technology*, 1-18.

Çakır, S., ve Perçin, S. (2013), "AB Ülkelerinde Bütünleşik Entropy Ağırlık-TOPSIS Yöntemiyle Ar-Ge Performansının Ölçülmesi". *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(1), 77-93.

Bakır, S., ve Çakır, S. (2021), "Seçilmiş Ülkelerin Yenilik Performanslarının Bütünleşik Critic-Evamiş Yöntemleriyle Ölçümü". *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 17(4), 971-992.

Ecer, F., ve Aycin, E. (2022). Novel Comprehensive MEREK Weighting-Based Score Aggregation Model for Measuring Innovation Performance: The Case of G7 Countries. *Informatica*, 1-31.

Erdin, C., ve Çağlar, M. (2022). National Innovation Efficiency: A DEA-Based Measurement Of OECD Countries. *International Journal of Innovation Science*, (ahead-of-print).

Garcia-Bernabeu, A., Cabello, J. M., & Ruiz, F. (2020). A Multi-Criteria Reference Point Based Approach For Assessing Regional Innovation Performance In Spain. *Mathematics*, 8(5), 797

Hajek, P., ve Henriques, R. (2017). Modelling innovation performance of European regions using multi-output neural networks. *PLoS one*, 12(10), 1-21.

Karadeniz Yılmaz, Y., Yılmaz, M., Yiğitbaşı, M. E., ve Çoban, O. (2016), "İnovasyon İndeksi Yardımıyla Türkiye'de İllerin Rekabetçilik Analizi: Düzey-III Örneği". *Sosyoekonomi*, 24(30), 71-90.

Kaynak, S., Altuntaş, S., Dereli, T., (2017), "Comparing The Innovation Performance of EU Candidate Countries: An Entropy-Based TOPSIS Approach", *Economic Research*, 30, 31-54.

Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., ve Antucheviciene, J. (2016), "A New Combinative Distance-based Ssessment (CODAS) Method for Multi-criteria Decision-making". *Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research*, 50(3), 25-44.

Li, X., Wang, K., Liu, L., Xin, J., Yang, H., ve Gao, C. (2011), "Application of the Entropy Weight and TOPSIS Method in Safety Evaluation of Coal Mines". *Procedia Engineering*, 26, 2085-2091.

Madić, M., Antucheviciene, J., Radovanović, M., ve Petković, D. (2017), "Determination of Laser Cutting Process Conditions Using The Preference Selection Index Method". *Optics ve Laser Technology*, 89, 214-220.

Maniya, K., ve Bhatt, M. G. (2010), "A selection of Material Using a Novel Type Decision-making Method: Preference Selection Index Method". *Materials and Design*, 31, 1785-1789.

Minarciková, E. (2015), "MCDM Methods: Alternative for Evaluation Regional Innovation Performance", *European Conference on Innovation and Entepreneurship*, 773-780.

OECD. (2005) *Innovation Policy and Performance, A Cross-Country Comparison*, OECD Publishing: Paris.

Ozkaya G, Timor M, Erdin C. Science, Technology and Innovation Policy Indicators and Comparisons of Countries through a Hybrid Model of Data Mining and MCDM Methods. *Sustainability*. 2021; 13(2):694.

Paas, T., Poltimäe, H. (2010), A comparative analysis of national innovation performance: The Baltic States in the EU context. *University of Tartu Faculty of Economics and Business Administration Working Paper*, (78)

Peyravi, B. (2017). Assessment of National Innovation Performance of The Baltic Countries. In *9th International Scientific Conference "Business and Management 2016"*.

Rammel, C., (2003), Sustainable Development And Innovations:Lessons From The Red Queen, *International Journal of Sustainable Development*, 6: 395–416.

Sachs, J. D., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G., Woelm, F., (2021), *Sustainable Development Report 2021: The Decade of Action fort he Sustainable Development Goals*, Cambridge University Press.

Savrul, M., ve Incekara, A. (2015). The Effect Of R&D Intensity On İnnovation Performance: A Country Level Evaluation. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 210, 388-396.

Schumpeter, J. A. (1934), *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge MA.

Solow, R. (1957), *Technical Change And The Aggregate Production Function*. *Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320.

Sürdürülebilir Kalkınma 2030 Hedefleri İhtisas Komitesi, erişim tarihi: 01.03.2022, <https://www.unesco.org.tr/Pages/108/219/5%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir-Kalk%C4%B1ma-2030-Hedefleri-%C4%B0htisas-Komitesi>

Simic, V., Karagoz, S., Deveci, M., Aydın, N. (2021), "Picture Fuzzy Extension of the CODAS Method for Multi-criteria Vehicle Shredding Facility Location". *Expert Systems with Applications*, 175, 114644.

Tuş, A., Aytaç Adalı, E. (2018), "CODAS ve PSI Yöntemleri ile Performans Değerlendirmesi". *Alphanumeric Journal*, 6(2), 243-256.

WIPO. (2021). *Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*. Geneva: World Intellectual Property Organization.

World Economic Forum, (2020), *Global Competitiveness Report*, Geneva.

Wu, J., Sun, J., Liang, L., Zha, Y. (2011), "Determination of Weights for Ultimate Cross Efficiency Using Shannon Entropy." *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5162-5165.

Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., Zakarevicius, A. (2012), "Optimization of Weighted Aggregated Sum Product Assessment". *Elektronika ir elektrotechnika*, 122(6), 3-6.

Zhang, H., Gu, C.-I., Gu, L.-W., Zhang, Y. (2011), "The Evaluation of Tourism Destination Competitiveness by TOPSIS ve Information Entropy – A Case in The Yangtze River Delta of China". *Tourism Management*, 32(2), 443-451.