

Araştırma Makalesi / Research Article

SEÇİLMİŞ ÜLKELERİN YENİLİK PERFORMANSLARININ BÜTÜNLEŞİK CRITIC-EVAMIX YÖNTEMLERİYLE ÖLÇÜMÜ*

Saniye BAKIR 

(suudaa1212cu@gmail.com)

Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR 

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, İİBF, Rize, (suleyman.cakir@erdogan.edu.tr)

ÖZET

Bu çalışmada, Avrupa Birliği ve OECD'ye üye 23 ülkenin yenilik performansının Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri (ÇKKV) teknikleriyle ölçülmesi amaçlanmıştır. Bunun için dünyada en prestijli yenilik endeksleri arasında yer alan Küresel Rekabet Endeksi (KRE), Küresel İnovasyon Endeksi (KİE) ve Avrupa İnovasyon Karnesi (AİK)'nin 2019 yılı göstergeleri kullanılmıştır. CRITIC, EVAMIX ve Borda Sayım yöntemlerinin bütünlük olarak kullanıldığı uygulamanın ilk aşamasında CRITIC yöntemiyle kriterler ağırlıklandırılmış, daha sonra EVAMIX yöntemi ile ülkelerin her bir endeks için yenilik sıralaması yapılmıştır. Son aşamada ise Borda sayım yöntemiyle üç endeksin sıralamaları birleştirilerek ülkeler için tek bir sıralama elde edilmiştir. Uygulanan bütünlük modelin yenilik performansının ölçümünde kullanılabilir pratik bir model olduğu ve karar vericilere tatmin edici sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: İnovasyon, CRITIC, EVAMIX, Borda Sayım Yöntemi.

MEASURING THE INNOVATION PERFORMANCES OF SELECTED COUNTRIES WITH MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING TECHNIQUES

ABSTRACT

In this study, it is aimed to measure the innovation performance of 23 countries that are members of the European Union and OECD with Multi Criteria Decision Making Techniques (MCDM). For this, 2019 indicators of the Global Competitiveness Report Index (CRI), Global Innovation Index (GII) and European Innovation Scorecard (EIS), which are among the most prestigious innovation indices in the World, were used. In the first stage of the application where CRITIC, EVAMIX and Borda Count methods are used in an integrated way; the criteria were weighted with the CRITIC method, and then the innovation ranking of the countries has been carried out for each index with the EVAMIX method. In the last step, a single ranking for those countries was obtained by combining the rankings of three indices by using the Borda count method. It has been revealed that the applied integrated model is a practical model that can be used for the measurement of innovation performance and gives satisfactory results to decision makers.

Keywords: Innovation, CRITIC, EVAMIX, Borda Count Method.

* Bu çalışma, Doç. Dr. Süleyman ÇAKIR danışmanlığında Saniye BAKIR tarafından hazırlanan "Avrupa Birliği ve OECD Ülkelerinin Yenilik Performanslarının Bütünlük CRITIC ve EVAMIX Yöntemleriyle Ölçümü" başlıklı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

1. Giriş

Küreselleşmenin hızla arttığı günümüzde inovasyon, diğer bir ifade ile yenilik kavramının önemi daha da yer etmektedir. Hızla gelişen ve ilerleyen dünya düzeninde küreselleşme, firma ve endüstrileri ulusal ve uluslararası boyutta etkilemektedir. Yaşadığımız bu çağda mikro ölçekte firma ve endüstriler ile makro ölçekte ülkelerin rekabet edebilirliğini artırmak ve zaman içinde entropiye yakalanmalarını önlemek için yenilik faaliyetlerinin çok önemli olduğu kabul edilmektedir.

Gelişen teknoloji ile gerçekleşen küreselleşme sayesinde rekabetin arttığı ve sınırların ortadan kalktığı günümüz piyasa koşullarında firmaların ve ülkelerin kendilerine rakip olan diğer firmalar ile ülkelere karşı rekabet üstünlüğü elde etmek için yenilik faaliyetlerini yakından takip etmeleri ve uygulamaları gerekir. Modern bilgi ve iletişim teknolojilerine yapılan yatırımları, Ar-Ge harcamalarını, doktora ve yüksek lisans eğitimi alan öğrenci sayısını, kaliteli bilimsel yayınları artırmak, her sektör de hizmet veren çalışanları eğitmek, ekonomik iyileştirmeler yapmak vb. yenilik faaliyetleri sürdürülebilir kalkınma, istihdam artışı, ulusal refah artışı ve yaşam kalitesinin artmasını sağlar.

Günümüzde artık ülke ekonomilerinin büyüme hızını yenilik düzeyinin belirlediği kabul edilmektedir. Bu kapsamda firma ve ülkelerin etkin ve etkili bir performans değerlendirme sistemine sahip olmaları gerekir. Hedeflerine ulaşma derecelerini belirlemek amacıyla düzenli olarak performans ölçümü gerçekleştiren organizasyonlar rekabet avantajı sağlayacaktır. Ülkelerin yenilik performanslarını ölçmek için güvenilirliği dünya çapında kabul görmüş uluslararası kurum ve kuruluşlar tarafından çeşitli endeksler geliştirilmiştir. Belirlenen endeksler ışığında ülkelerin yenilik sıralaması yapılmaktadır. Bu sayede ülkeler yenilik durumlarını objektif bir şekilde görebilir ve edindikleri karnelerine göre bir strateji uygulayabilirler.

Ülkelerin yenilik performansı ölçümünde çok sayıda ve ödünleşim gerektiren değerlendirme kriterini ve birden fazla karar alternatifini dikkate almak gerekmektedir. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) teknikleri bu amaçla geliştirilmiş, seçim ve sıralama gerektiren birçok karar probleminin çözümünde sıklıkla kullanılan tekniklerdir. Bu çalışmada, OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) ve Avrupa Birliği (AB)'ye üye ve aday ülke statüsünde olan 23 ülkenin yenilik performansının ÇKKV teknikleriyle ölçülmesi amaçlanmıştır. Bunun için dünyada en prestijli yenilik endeksleri arasında yer alan Küresel Rekabet Endeksi (KRE), Küresel İnovasyon Endeksi (KİE) ve Avrupa İnovasyon Karnesi (AİK)'in 2019 yılı göstergeleri kullanılmıştır. Bu araştırma, bahsedilen üç endeksin birlikte kullanılarak ülkelerin yenilik performansının ölçüldüğü ilk araştırmalardan biridir. CRITIC, EVAMIX ve Borda Sayım yöntemlerinin bütünlük olarak kullanıldığı uygulamanın ilk aşamasında CRITIC yöntemiyle kriterler ağırlıklandırılmıştır. Karar vericilerin yargılarını dikkate almadan sadece eldeki veriye dayanarak kriterleri ağırlıklandırabilen bu yöntemin kullanılmasıyla subjektiflikten kaçınmak amaçlanmıştır. Uygulamanın ikinci aşamasında EVAMIX yöntemi ile ülkelerin her bir endeks için yenilik sıralaması yapılmıştır. Son aşamada ise Borda sayım yöntemiyle üç endeksin sıralamaları birleştirilerek ülkeler için tek bir sıralama elde edilmiştir. Üç farklı objektif tekniğin kullanılmasıyla her üç yaklaşımın avantajlı yönlerinden yararlanılmıştır. CRITIC ve EVAMIX yöntemlerinin bir arada kullanıldığı çalışma sayısının az olmasından dolayı literatüre katkı sunulmuştur.

Makalenin ikinci bölümünde yenilik kavramı, yenilik çeşitleri ile daha önceki çalışmalar hakkında bilgileri içeren literatür bölümü yer almaktadır. Üçüncü bölümde uygulamada kullanılan CRITIC, EVAMIX ve Bordo Sayım yöntemlerinin uygulama adımları paylaşılmıştır. Dördüncü bölüm uygulamaya ayrılmaktadır. Son bölümde ise sonuç ve öneriler yer almaktadır.

2. Literatür

2.1. Yenilik Kavramı

Yenilik kavramını ilk ele alan kişi Avusturyalı iktisatçı ve siyaset bilimci Joseph Schumpeter'dir. Schumpeter, yenilik kavramını; kalkınmanın gücü ve teknik değişiklik olarak tanımlamıştır. Schumpeter'e göre tüketicinin bildiği bir ürünün veya hala varlığını bilmediği bir ürünün yeni pazarlara açılması, yeniden araştırılan kaynak tedariki, yeni bir sanayi ve yeni bir üretime sahip olmasıdır (Baştürk, 2015:4). Oslo Kılavuzu'nun yapmış olduğu tanıma göre yenilik, süreç olarak bir fikri ve düşüncüyü pazarlanabilir bir ürün veya hizmete, üretim veya dağıtım yöntemine ya da yeni bir toplumsal hizmete dönüştürmektedir (OECD & Eurostat, 2005:50).

Günümüz rekabet ortamında hayatta kalarak sürdürülebilirliği sağlamak ve bununla birlikte rekabet avantajı elde etmek için organizasyonlar, rakiplerinden daha hızlı şekilde yenilikleri benimsemelidirler. KOBİ'lerin rekabette ayakta kalabilmesi için sürekli yeni ürün ve hizmetler sunması gerekir. Aynı durum ülkelerin rekabet edebilirliği için de gerekmektedir (Büyüktürk, 2019:8-9). Yenilik sonucu dünya çapında oluşan kalkınma ve refah artışı ülkelerde refah ve gelişmişlik düzeyini artırır. OECD'nin 1970-1995 yıllarında yapmış olduğu araştırmaya göre yenilik çalışmaları gelişmiş ülkelerin ekonomik büyümesinde %50'den fazla bir etkiye sahiptir (Ersan, 2011:24).

2.2. Yenilik Çeşitleri

Yenilik türlerini açıklayan ve sınıflandıran birçok kaynak vardır. Yenilik çeşitlerini; alanına, teknolojinin derecesine, yeniliğin neden olduğu değişime, teknolojik özelliklerine ve yeniliğin işletme içinden mi yoksa dışından mı olduğu durumlarına göre sınıflandırmak mümkündür. Söz konusu yenilik türleri ve kısa tanımları Tablo 1'de gösterilmektedir (Dinler Sakaryalı, 2014:186).

Tablo 1: Yenilik Türleri ve Kısa Tanımları

	Yenilik Türleri	Kısa Tanımları
Alanına Göre Yenilik	Ürün Yeniliği	Yeni bir ürünün piyasaya sürülmesi veya hâlihazırda bulunan ürünün özelliklerinin geliştirilmesidir.
	Süreç Yeniliği	Üretim maliyetini azaltmak için üretim bandında ve teslimat süreçlerinde yapılan yeniliktir.
	Pazarlama Yeniliği	İşletmenin satışlarını artırması için yapılan pazarlama yenilikleridir.
	Organizasyonel Yenilik	Uzun dönemli rekabeti elde etmek için örgüt içinde ve yönetimde yapılan her türlü yeniliği kapsar.
Teknoloji Derecesine Göre Yenilik	Radikal Yenilik	Yeni bir ürün ve beraberinde gelen süreç ve iş şeklinin ortaya çıkmasıdır.
	Artımsal, Kademeli Yenilik	Radikal yeniliğin sonucu piyasaya sunulmuş, var olanlar üzerine eklenen küçük yeniliklerdir.
Teknolojik Özellikler İçerip İçermemesi Açısından Yenilik	Teknolojik Yenilikler	Mevcut teknolojinin gelişmesi sonucu meydana gelen yeniliktir.
	Teknolojik Olmayan Yenilikler	Mevcut teknolojiler yerine organizasyonel ve pazarlama yeniliklerinin kullanılmasıdır.
Neden Olduğu Değişim ve Farklılıklarına Göre Yenilik	Yıkıcı, Düzen bozucu Yenilik	Var olmayanı destekleyerek piyasada olan rekabet avantajını kendi yönüne çeviren yeniliktir.
	Destekleyici, Sürdürülebilir Yenilik	Sektörde bulunan firmaları yenilik yapmaya yönlendirerek rekabeti kızıştıran yeniliktir.
Firma İçinden Geliştirilmesi veya Dışarıdan Yapılan Transfer Yenilik	Açık Yenilik	Firmaların yenilik fikirlerini kendi bünyeleri dışında temin etmeleridir.
	Kapalı Yenilik	Firmalar yenilik fikirlerini kendi bünyelerinde AR-GE çalışmalarıyla gizli olarak yürütülen yeniliktir.

2.3. Yenilik Performansının Ölçümünde Kullanılan Göstergeler

Yenilik endeksleri bir ülkenin ya da kuruluşun inovatif yönden performansının değerlendirilmesi amacıyla oluşturulmuştur. Yenilik endeksleri, yenilik ölçümünde kullanılan bileşenler dikkate alınarak hazırlanmaktadır. KİE, KRE, AİK ve Dünya Bankası Bilgi Ekonomisi Endeksi dünya genelinde genel kabul görmüş en saygın yenilik endeksleridir (Şahinli & Kılınç, 2013:341)

2.3.1. Küresel İnovasyon Endeksi (KİE)

KİE bir ülkenin yenilikle ilgili politika ve uygulamaları yanında güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koyan bir çalışmadır (INSEAD, 2007:90). KİE ülkelerin yenilik sıralamasını belirlemek için 2007 yılında Avrupa İşletme Yönetimi Enstitüsü (INSEAD) tarafından geliştirilmiştir. KİE'nin yedi adet bileşeni Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: KİE Bileşenleri

Bileşenler	Kodu	Bileşenler	Kodu
Kurumlar	K1	İş Gelişmişliği	K5
İnsan Kaynakları ve Araştırma	K2	Bilgi ve Teknoloji	K6
Altyapı	K3	Yaratıcılık	K7
Pazar Gelişmişliği	K4		

2.3.2. Küresel Rekabet Endeksi

KRE, düzenli olarak ülkelerin rekabet gücünü ölçmek ve ülkelerin ekonomik olarak büyümelerini sağlamak için gerekli araçlar konusunda karar vericilere yardımcı olmaktadır (Ovalı, 2014:19). KRE, Dünya Ekonomik Forumu (The World Economic Forum- WEF) tarafından 1979 yılından itibaren belirli periyotlarda hesaplanmakta ve sürekli güncellenmektedir. KRE Tablo 3'te gösterilen 12 alt bileşenden oluşmaktadır.

Tablo 3: KRE Bileşenleri

Bileşenler	Kodu	Bileşenler	Kodu
Kurumlar	K1	Ürün Pazarı	K7
Altyapı	K2	İşgücü Piyasası	K8
BİT Benimsenmesi	K3	Finansal Sistem	K9
Makroekonomik İstikrar	K4	Piyasa Boyutu	K10
Sağlık	K5	İş Dinamizmi	K11
Beceriler	K6	Yenilik Kapasitesi	K12

2.3.3. Avrupa İnovasyon Karnesi

AİK Avrupa Komisyonu tarafından 2001 senesinden itibaren yayınlanmaktadır. Avrupa ülkelerinin yenilik performanslarını ölçmeyi amaçlayan AİK sayesinde ülkeler güçlü ve zayıf taraflarını görebilir. Yenilik alanındaki eksikliklerini gidermek isteyen ülkeler için AİK önemli bir yol haritasıdır (Çakın, 2017:138). AİK 10 bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenler Tablo 4'te sergilenmektedir.

Tablo 4: AİK bileşenleri

Bileşenler	Kodu	Bileşenler	Kodu
İnsan Kaynakları	K1	Yenilikçiler	K6
Açık Araştırma Sistemleri	K2	Bağlantılar	K7
Yenilik Dostu Çevre	K3	Fikri Varlıklar	K8
Finans ve Destek	K4	İstihdamın Etkileri	K9
Firma Yatırımları	K5	Satış Etkileri	K10

Bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde yenilik performansının ölçümüne yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Tablo 5'te bu çalışmalardan bazıları hakkında bilgi verilmiştir.

Tablo 5: Bölgesel, Ulusal ve Uluslararası Düzeyde Yenilik Çalışmaları

Araştırmacılar	Kullanılan Metotlar ve Performans Kriterleri	Sonuç ve Öneriler
Oralhan & Büyüktürk (2019)	2018 AİK verilerine göre TOPSIS ve MOORA yöntemleriyle Avrupa Birliğine üye, aday ve komşu olan 36 ülkenin yenilik performansı ölçüldü.	Çalışma sonucunda TOPSIS ve MOORA yönteminde ilk üç sırada İsviçre, İsveç ve Danimarka yer almıştır. Türkiye ise TOPSIS yönteminde 31. MOORA yönteminde 33. sıradadır
Özgür Güler & Veysikarani (2019)	Türkiye'nin de üye olduğu OECD ülkelerini karşılaştırarak benzerlik ve farklılıklarını göstermek için kümeleme analizi ile faktör analizi kullanılmıştır.	Çalışmada kümeleme analizi sonucuna göre ülkeler 5 ayrı kümeye ayrılmıştır. Üst sırada yer alan ülkeler; Almanya, Birleşik Krallık, Fransa, Güney Kore, İsrail ve İsviçre'dir. Türkiye'nin ise sıralamasını yükseltebilmesi için yenilik açısından kendini iyileştirmesi sonucuna varılmıştır.
Yıldız (2018)	Kabul gören inovasyon endekslerinde Türkiye'nin sağlık sektöründeki konumu incelenmiştir.	Sonuç olarak, Türkiye geliştirmekte olan bir ülke ve yenilik endekslerinde göre genel olarak iyi bir gelişme göstermiştir. İncelemeler sonucunda sağlık alanında yapılan yenilik çıktıları ise hem iyi hem eksiktir.
Hancıoğlu (2017)	2011-2015 KİE verileri temel alınarak Çoklu Regresyon Analizi ile OECD ülkelerinin yenilik performansı incelendi.	Çalışmanın sonucunda katsayısı en yüksek olan bilgi ve teknolojileri bileşeni olurken ülkelerin yenilik performanslarının artması için KİE'nin tüm bileşenlerine değer verilmesi gerektiği görülmektedir.

Tablo 5 devam

Ersöz vd. (2016)	2015 AİK verilerine göre 39 ülkenin yenilik performansı kümeleme analizi ile incelenmiştir.	Ülkelerin 6 grupta kümelendiği, Türkiye'nin 2. grupta yer aldığı ve Türkiye'nin Doğru Avrupa ülkeleriyle ile birbirine benzediği görülmüştür.
Şimşit vd. (2014)	2013 KİE'de yer alan bilgi ve iletişim teknolojileri alt bileşenlerini temel alarak 142 ülke için kümeleme analizi ve temel bileşen analizleri uygulanmıştır.	Araştırma sonucunda 4 kümeli çözüm çerçevesi oluşturulmuş ve oluşturulan 4 küme sayesinde ülkeleri değerlendirmek ve ülkelerin stratejilerini belirlemek adına yeni bir bakış açısı geliştirilmiştir.
Özbek & Atik (2013)	2010 AİK bileşenlerini kullanarak AB ülkelerinin yenilik performanslarının tespiti için kümeleme analizi yapıldı.	Yapılan kümeleme analizi sonucunda Türkiye 3. kümede yer alırken Türkiye'nin genellikle AB'ye son katılan ülkeler ile aynı kümede yer aldığı ortaya çıkmıştır.
Şahinli & Kılınc (2013)	Türkiye ile AB ülkeleri Yenilik göstergeleri bakımından kıyaslandı.	Çalışma sonucunda Türkiye'nin AR-GE oranının AB ülkelerine göre düşük olduğu ve eğitim alanında ilerlemede Türkiye ve Romanya'nın düşük seviyede olduğu gözlenmiştir.

Tablo 5'ten de anlaşılacağı üzere literatürdeki çalışmalarda çoğunlukla tek bir yenilik endeksine göre ülkelerin yenilik performansları analiz edilmiştir.

3. Veriler ve Yöntem

Bu bölümde uygulamada kullanılan ÇKKV teknikleri hakkında bilgi verilmiştir.

3.1. CRITIC Yöntemi

ÇKKV literatüründe değerlendirme kriterlerinin objektif şekilde ağırlıklandırılması amacıyla kullanılan farklı yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlere örnek olarak CRITIC yöntemi, Shannon Entropi yöntemi, Çok Hedefli Programlama (Choo & Wedley, 1985) Basit Ağırlıklandırma, Öz Vektör, Ağırlıklı En Küçük Kareler, Standart Sapma ve İstatistiksel Varyans teknikleri gösterilebilir (Arslan, 2018). CRITIC (Criteria Importance Through Intercriteria Correlation) yöntemi Diakoulaki vd. tarafından 1995 yılında önerilmiştir. CRITIC yöntemi kriterlerin objektif ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılır. Yöntemde herhangi bir karar vericinin görüşü alınmadan sadece karar matrisinden faydalanarak kriter ağırlıkları hesaplanır. CRITIC yönteminin algoritması aşağıdaki gibidir (Diakoulaki vd., 1995).

Adım 1. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

İlk aşamada, m sayıda alternatif ve n sayıda değerlendirme kriterinden oluşan karar matrisi aşağıdaki formüller kullanılarak normalize edilir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad \text{fayda kriteri} \quad (1)$$

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad \text{maliyet kriteri} \quad (2)$$

Adım 2. Korelasyon Katsayı Matrisinin Oluşturulması

Kriterler arası ilişkilerin derecesini belirlemek için korelasyon katsayılarından (p_{jk}) oluşan $R=(p_{jk})_{m \times m}$ matrisi oluşturulur.

$$p_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - r_{\bar{j}}) - (r_{ik} - r_{\bar{k}})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - r_{\bar{j}})^2 - \sum_{i=1}^m (r_{ik} - r_{\bar{k}})^2}} \quad j, k = 1, \dots, n \quad (3)$$

Adım 3: C_j değerlerinin hesaplanması

CRITIC Yöntemi ÇKKV problemlerindeki bilgiyi değerlendirme kriterlerinde bulunan zıtlık yoğunluğu ve çelişkilerden elde etmeyi amaçlamaktadır. Bu sebeple, her iki özelliği birleştiren ve j . kriterde bulunan toplam bilgiyi ifade eden C_j değerleri aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$C_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - p_{jk}) \quad (j = 1, \dots, n) \quad (4)$$

Formülde σ_j, j . değerlendirme kriterinin standart sapmasını göstermektedir.

Adım 4. Kriter Ağırlıkların (w_j) Hesaplanması

$$w_j = c_j / \sum_{k=1}^n (c_k) \quad (j = 1, \dots, n) \quad (5)$$

3.2. EVAMIX Yöntemi

Sıralama amaçlı ÇKKV yöntemleri içerisinde yer alan EVAMIX (Evaluation Of Mixed Data) yöntemi var olan problemin kriterlerini sayısal ve sözel olarak ayırdıktan sonra her alternatif çifti için baskınlık skorlarını hesaplar. Hesaplanan baskınlık skorları toplanarak her bir alternatif için bir sıralama oluşturulur. Oluşturulan bu sıralama EVAMIX yönteminin temel amacıdır. EVAMIX yöntemini diğer yöntemlerden ayıran en önemli fark nicel ve nitel verileri içeren problemleri barındırmasıdır (Chatterjee & Chakraborty, 2014:317).

EVAMIX yöntemi ilk olarak Voogd tarafından (1982-1983) yılları arasında ortaya atılarak geliştirilmiş, 2005 yılında ise Martel ve Matarazzo tarafından daha da ileri seviyelere taşınmıştır (Ulutaş & Cengiz, 2018:883). EVAMIX yönteminin algoritması aşağıda açıklanmıştır (Aytaç Adalı, 2016:72).

Adım 1. Karar Matrisinin Oluşturulması

Problemin sayısal ve sözel veriler barındırmasına göre kriterler iki gruba ayrılır. Niteliksel, eş deyişle sözel kriterler kümesi (O) ile niceliksel (sayısal) kriterler kümesi ise (C) ile gösterilirken, karar matrisi (X) şeklinde sembolize edilir. Yöntemde, (i) alternatifleri (j) ise kriterleri simgeler.

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}, (i = 1, 2, \dots, m) \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

Adım 2. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi

Karar matrisinin normalizasyon işlemi fayda kriterine göre (7) ve maliyet kriterine göre (8) ayrı ayrı yapılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}, (i = 1, 2, \dots, m) \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (7)$$

$$r_{ij} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}, (i = 1, 2, \dots, m) \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (8)$$

Adım 3. Niteliksel Baskınlık Skorları (α_{ii}) ve Niceliksel Baskınlık Skorlarının γ_{ii} Hesaplanması

Normalize edilmiş karar matrisinde bulunan alternatif çiftleri (ii') birbirleri ile karşılaştırılarak niteliksel (ordinal) ve niceliksel (kardinal) baskınlık skorları hesaplanır. Yapılan karşılaştırma, tüm kriterler altında alternatiflerin performans değerleri arasındaki farka göre gerçekleştirilir. Niteliksel ve niceliksel skorlar sırasıyla denklem (9) ve (10) yardımıyla hesaplanır.

$$\alpha_{ii'} = \left[\sum_{j=0} \{w_j \operatorname{sgn}(r_{ij} - r_{i'j})\}^c \right]^{1/c} \quad (9)$$

$$\gamma_{ii'} = \left[\sum_{j=c} \{w_j \operatorname{sgn}(r_{ij} - r_{i'j})\}^c \right]^{1/c} \quad (10)$$

$$\operatorname{sgn}(r_{ij} - r_{i'j}) = \begin{bmatrix} +1 & r_j > r_{i'j} \\ 0 & = \\ -1 & < \end{bmatrix} \quad (11)$$

Burada,

Yukarıdaki formüllerde yer alan w_j değeri j . kriterin ağırlığını göstermektedir. Bu ağırlıklar farklı yöntemlerle elde edilebilir. Formüllerde yer alan C_r ölçekleme parametresi olup, ağırlığı düşük olan kriterlerden kaynaklanan farkların etkilerini azaltmak için kullanılmaktadır.

$C=1,3,5,\dots$, gibi pozitif tek sayılardan seçilebilmektedir. Eğer kriter ağırlıkları tutarlı bir şekilde atandıysa $c=1$ alınması önerilmektedir (Voogd, 1982).

Adım 4. Standardize Edilmiş Baskınlık Skorlarının Hesaplanması

Farklı birimlerde ifade edilen niteliksel ve niceliksel baskınlık skorlarını birimlerinden arındırmak ve karşılaştırılabilir hale getirmek için standardize edilmiş baskınlık skorları sırasıyla denklem (12) ve (13) yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\delta_{i^i} = \frac{\alpha_{i^i} - \alpha^-}{\alpha^+ - \alpha^-} \quad (12)$$

$$d_{i^i} = \frac{\gamma_{i^i} - \gamma^-}{\gamma^+ - \gamma^-} \quad (13)$$

α^+ ve α^- en yüksek en düşük niteliksel baskınlık skorunu verirken γ^+ ve γ^- ise en yüksek ve en düşük niceliksel baskınlık skorunu ifade eder.

Adım 5. Alternatiflerin Genel Baskınlık Skorunun (D_{i^i}) Hesaplanması

Niceliksel ve niteliksel kriterlerin ağırlıklarını dikkate alarak standardize edilmiş baskınlık skorları toplanır ve her alternatif çifti için genel baskınlık skoru (D_{i^i}) elde edilir.

$$D_{i^i} = w_0 \delta_{i^i} + w_c d_{i^i} \quad (14)$$

Burada,

$$w_0 = \text{Niteliksel ağırlıklar toplamını gösterir } w_0 = \sum_{j \in 0} w_j$$

$$w_c = \text{Niceliksel ağırlıklar toplamını gösterir } w_c = \sum_{j \in c} w_j$$

Adım 6. Alternatiflerin Değerlendirme Skorlarının (S_i) Hesaplanması

EVAMIX yönteminin son adımı olan değerlendirme skorları (S_i) genel baskınlık skoru temel alınarak aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$S_i = \left[\sum_{i^i} \frac{D_{i^i}}{D_{i^i}} \right]^{-1} \quad (15)$$

S_i skorları alternatiflerin tercih edilme derecelerini ifade etmektedir. Daha yüksek S_i skoru daha iyi performans anlamına gelir.

3.3. BORDA Sayım Yöntemi

Fransız bilim adamı Jean Charles de Borda tarafından 1781 yılında Paris'te önerilen Borda Sayım Yöntemi (BSY), yenilikçi seçim sistemlerinin geliştirilmesinde ve genel oy verme teorisinde önemli bir adım olarak kabul edilir. Genel olarak grup karar verme problemleri için kullanılan bir sosyal seçim yöntemi olan BSY optimum bireysel sıralama yapabilen

bir yaklaşımdır. BSY uygulanmasının kolay olması, gereksiz sınıflandırmaların ve yapılan hataların tolere edilebilmesi gibi avantajlara sahiptir (Lumini & Nanni, 2006:182).

BSY’de n adet alternatiften oluşan bir sıralamada en az tercih edilen alternatifte “0” puan bir sonrakine “1” puan ve en fazla tercih edilen alternatifte ise “ $n-1$ ” puan verilmektedir. BSY formülasyonu denklem (16) ile gösterilmiştir (Perçin & Çakır, 2013:452).

$$B(i) = \sum_{k=1}^k B_k^i \quad (16)$$

Burada, $B_{k=1}^k = k$. sınıflayıcı tarafından belirlenen i . sınıfın sırasını gösterir.

4. Uygulama

KİE ve KRE Raporları 140’tan fazla ülkeyi ele alırken AİK 46 ülke profillerini incelemektedir. Bu çalışmada OECD ve AB’ye üye ve aday statüsünde olan 23 ülkenin yenilik performansının ölçülmesi amaçlandı. Söz konusu ülkeler Tablo 6’da gösterilmektedir

Tablo 6: Değerlendirme Alternatifleri

No	Ülke Adı	No	Ülke Adı
1	Almanya	13	İtalya
2	Avusturya	14	Letonya
3	Belçika	15	Litvanya
4	Çekya	16	Lüksemburg
5	Danimarka	17	Macaristan
6	Estonya	18	Polonya
7	Finlandiya	19	Portekiz
8	Fransa	20	Slovakya
9	Hollanda	21	Slovenya
10	İrlanda	22	Türkiye
11	İspanya	23	Yunanistan
12	İsveç		

Uygulama kapsamında KİE, KRE ve AİK 2019 yılı göstergeleri dikkate alınarak CRITIC, EVAMIX ve BSY bütünleşik şekilde kullanıldı. Üç aşama olarak tasarlanan uygulamanın ilk aşamasında CRITIC yöntemiyle değerlendirme kriterleri ağırlıklandırıldı. İkinci aşamada EVAMIX yöntemi ile ülkelerin her bir endeks için yenilik sıralaması yapıldı. Son aşamada ise BSY ile üç endeksin sıralamaları birleştirilerek ülkeler için bütünleşik tek bir sıralama elde edildi.

4.1. CRITIC Yöntemiyle Kriterlerin Ağırlıklandırılması

4.1.1. KİE İçin CRITIC Yöntemi Uygulaması

Tablo 2’de gösterilen KİE bileşenleri uygulamada karar kriterleri olarak ele alınmıştır. Buna göre oluşturulan karar matrisi Tablo 7’de sergilenmektedir.

Tablo 7: KİE İçin Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Almanya	86,4	63,2	62	58,6	56,1	52,7	49,6
Avusturya	86	60,2	61,4	52,8	53,8	36,7	41,4
Belçika	82	55	57,2	55,3	54,1	40,8	38,5
Çekya	78,6	43,4	56,4	52,4	46,3	43,8	43,1
Danimarka	91,7	63,1	65,8	66,9	59,1	46,4	48,6
Estonya	81,7	42,1	61,5	52,6	42,6	36	51,7
Finlandiya	93,6	63,4	62,1	57,3	63,9	55,1	48,1
Fransa	83,2	55,8	62,3	62,9	53,3	45	45
Hollanda	90,9	52,4	61,8	58,2	63,7	61,8	53,2
İrlanda	85,5	48,4	66,3	54,6	55,8	56,9	43,3
İspanya	78,1	47	63,1	59,5	38,7	37,2	39,7
İsveç	90,1	62,1	69,1	62,1	68,8	61,8	51,9
İtalya	75,3	45,4	59,4	51,4	42,2	38,9	36,8
Letonya	77,2	36,9	50,5	54,4	37,4	27,5	42,8
Litvanya	76	36,3	51,7	50,9	38	24,4	40,3
Lüksemburg	80,7	41,7	58,7	46,9	60,7	42,2	56,2
Macaristan	71,6	41	52,7	45,7	40,8	42,8	34,6
Polonya	73,6	41,2	53,8	47,9	38,4	30,9	32,4
Portekiz	81,8	47,7	56,8	49,8	37,3	29,8	39,4
Slovakya	73,1	32,4	54,2	47,4	35,6	34	37,1
Slovenya	82,3	46,6	53,9	43,6	44,1	30,7	42,1
Türkiye	57,4	36,3	52,2	50,8	29,5	23	34,2
Yunanistan	67,2	49,5	51,7	50,3	32,4	25,1	30,1

Eşitlikler (1-5) ile gösterilen CRITIC yöntemin adımları uygulanarak KİE için kriter ağırlıkları hesaplandı. Söz konusu önem ağırlıkları Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8: KİE İçin Önem Ağırlık Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
(w_j)	0,102	0,175	0,126	0,170	0,111	0,142	0,173

Buna göre K2 şeklinde kodlanan insan kaynakları ve araştırma kriteri en önemli kriter (0,175) olarak ortaya çıkarken kurumlar (K1) kriteri en düşük ağırlığa (0,111) sahiptir.

4.1.2. KRE İçin CRITIC Yöntemi Uygulaması

Tablo 3 ile gösterilen KRE bileşenleri değerlendirme kriteri olarak kabul edilerek oluşturulan karar matrisi Tablo 9'daki gibidir.

Tablo 9: KRE İçin Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
Almanya	72,4	90,2	70	100	92,3	84,2	68,2	72,8	79,1	86	79,5	86,8
Avusturya	73,5	89	65,6	100	95,1	79,4	66,1	67,2	75	64,6	69,3	74,5
Belçika	69,5	87,3	67	100	92,6	79,3	62,6	63,8	79,5	69,3	74,4	71,4
Çekya	60,9	83,8	68,4	100	85,6	72,9	57,3	63,3	67,6	64,8	68,7	56,9
Danimarka	77,4	87,1	83,3	100	92,6	85,7	66,9	78,2	86,8	59,9	80	76,2
Estonya	70,2	75,8	78,8	100	84,5	79,4	62	70,2	65,2	42,8	69,9	52,1
Finlandiya	81,2	83,4	80,4	80,4	93	85,7	66,3	71,5	89,7	57,8	78,1	75,8
Fransa	70	89,7	73,7	99,8	99,2	71,9	62,2	62,9	85,9	81,6	71,4	77,2
Hollanda	78,6	94,3	76,3	100	94,2	84,6	69,9	74,9	84,6	74,3	80,6	76,3
İrlanda	73	77	66,6	100	94,9	77,2	60,9	76	68,8	64,6	76,9	65,5
İspanya	65,1	90,3	78,2	90	100	71,6	61	61,1	77,5	77	67,3	64,3
İsveç	75,2	84	87,8	100	96,6	83,7	66,3	69,4	88	65,4	79,4	79,1
İtalya	58,6	84,1	64,5	84,7	99,6	70,4	61,9	56,6	67,6	79,3	65,7	65,5
Letonya	59,3	76	79,7	100	76,8	76,3	58,6	67,3	57,1	44,4	65,9	42,4
Litvanya	59,3	76	79,7	100	76,8	76,3	58,6	67,3	57,1	44,4	65,9	42,4
Lüksemburg	75,9	85	78,1	100	92,8	79,3	67,7	74,2	87	50	65,8	68,4
Macaristan	55,7	80,7	64,2	90	80,6	69	52,4	58,6	61,5	62,7	58,1	47,4
Polonya	56,4	81,2	65,4	100	83,8	72,1	58,1	59,9	64,1	74,1	62	49,7
Portekiz	64,5	83,6	71,2	85	94,2	70	59,7	63,2	70	60,5	69,7	53,7
Slovakya	56,3	78,6	69,2	100	82,3	69,9	52,7	60,7	64,4	58,2	62,8	46,3
Slovenya	63,4	78,1	69,2	100	89,8	74,9	61,9	64,5	63,8	48,5	70,1	58,2
Türkiye	53,9	74,3	57,8	61,3	87,1	60,8	54,1	52,9	61,2	79	58,8	44,5
Yunanistan	50,5	77,7	64,7	75	93,5	70,5	53,8	52,7	49	59,6	58,8	45,1

CRITIC yönteminin uygulama adımları takip edilerek hesaplanan kriter ağırlıkları Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10: KRE İçin Önem Ağırlıkları

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12
(w _j)	0,059	0,079	0,094	0,112	0,109	0,064	0,059	0,077	0,061	0,155	0,068	0,063

Buna göre piyasa boyutu (K10) 0,155 skoru ve makroekonomik istikrar (K4) 0,112 skoruyla en önemli iki kriter olarak ortaya çıkarken iken kurumlar kriteri (K1) en önemsiz kriter (0,059) olarak hesaplandı.

4.1.3. AİK İçin CRITIC Yöntemi Uygulaması

Tablo 4'te verilen AİK bileşenleri değerlendirme kriteri olarak kabul edilerek oluşturulan karar matrisi Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11: AİK İçin Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
Almanya	88,7	85,9	98,8	100,2	142,8	136	132,9	148,7	97,7	119,6
Avusturya	116,7	131	78,5	84,4	116,2	149,9	165,7	145,8	65	83,1
Belçika	106,1	128,5	106,4	108,3	119,6	148,8	157,7	89,7	76,4	100,1
Çekya	75	65,3	75,1	46,7	94,4	96,9	84,1	63,8	118,4	93
Danimarka	180,4	183,8	182,3	106,7	104,5	95,7	139,2	163,8	100,7	75,3
Estonya	109,7	94,4	87,9	88,5	90,6	107,6	121,2	127,8	66,4	65,6
Finlandiya	157	135,4	182,3	113,6	129,8	168,2	152	151,8	80,2	85,4
Fransa	127,6	114,4	87,4	127,8	82,1	126,5	92,4	85,8	88,5	88,6
Hollanda	142,1	170	166,6	118,4	71,2	125,7	143,5	124,3	113,8	92,7
İrlanda	131,4	130,8	97,8	72	85,1	131,5	79,1	51,7	166,3	127,6
İspanya	115,9	76,8	107,1	75,2	64	45,1	58,2	71,2	93,3	85
İsveç	174,9	166,2	172,3	109,3	124,3	115,4	147,3	156,2	134,5	88
İtalya	52,4	90,1	67,6	52,9	71,2	130,5	47,8	100,7	73,3	82,5
Letonya	63	41	90,9	97,4	46,4	39,7	48	53,5	94,4	53,9
Litvanya	94,6	37,3	121	41,4	76,6	110,4	106,9	51,3	42,5	55
Lüksemburg	127,5	192,7	134,6	116,8	65,3	140,4	67,9	157,6	134,5	81,2
Macaristan	43,9	49,7	91,5	42,2	82,2	34	54,9	41,2	118,9	81,6
Polonya	57,6	30,7	125,2	35,7	73,2	16,5	31,2	69,3	92,4	54,5
Portekiz	80,3	103,2	129,8	75,8	81,4	171,4	55,6	74,8	78,2	54,5
Slovakya	70,4	41,5	57,5	23,8	66,9	41,7	57,9	39,8	108,5	11,2
Slovenya	103	78,7	88,7	28,5	106,1	68,4	100,6	81,4	81,7	66,9
Türkiye	35,8	27,1	78,2	41,8	92,8	150	41,6	8,5	10,3	55,3
Yunanistan	78,2	59,2	40,9	44,4	66	145,7	111,5	36	84,2	66,3

(1-5) numaralı denklemler yardımıyla hesaplanan kriter önem ağırlıkları Tablo 12’de yer almaktadır.

Tablo 12: AİK İçin Önem Ağırlık Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
(w_j)	0,079	0,081	0,106	0,101	0,106	0,137	0,106	0,089	0,113	0,082

Buna göre yenilikçiler (0,137) bileşeni en yüksek ağırlığa sahip iken, insan kaynakları (0,079) bileşeni görece olarak en önemsiz kriter şeklinde değerlendirilir.

4.2. EVAMIX Yöntemi Uygulaması

Bu bölümde her üç endekse göre EVAMIX yöntemiyle ülkelerin yenilik sıralamaları yapılmıştır. Bu amaçla CRITIC yöntemiyle belirlenen kriter ağırlıkları kullanılmıştır. Üç yenilik endeksindeki tüm veriler niceliksel olduğu için EVAMIX uygulamasında baskınlık skorları hesaplanırken denklem (10)’dan yararlanılmıştır.

4.2.1. KİE İçin EVAMIX Yöntemi Uygulaması

İlk olarak KİE’ye göre ülkelerin yenilik performansı ölçüldü. Uygulamada karar matrisi olarak Tablo 7 kullanıldı. (6-15) eşitlikleri ile gösterilen EVAMIX algoritması uygulanarak 23 ülke için hesaplanan değerlendirme skorları ve ülke performans sıralamaları Tablo 13’te yer almaktadır.

Tablo 13: KİE İçin Değerlendirme Skorları ve Sıralama

Alternatif (Ülke)	Değerlendirme skoru (S_j)	Sıralama	Alternatif (Ülke)	Değerlendirme skoru (S_j)	Sıralama
Almanya	0,0953	7	İtalya	0,0395	14
Avusturya	0,1189	5	Letonya	0,0294	20
Belçika	0,0484	13	Litvanya	0,0332	17
Çekya	0,1051	6	Lüksemburg	0,0298	18
Danimarka	0,1981	2	Macaristan	0,0232	23
Estonya	0,0296	19	Polonya	0,0704	9
Finlandiya	0,1516	3	Portekiz	0,0546	11
Fransa	0,0758	8	Slovakya	0,0393	15
Hollanda	0,1376	4	Slovenya	0,0485	12
İrlanda	0,0559	10	Türkiye	0,0285	21
İspanya	0,0377	16	Yunanistan	0,0251	22
İsveç	0,4264	1			

Tablo 13'e göre en yüksek değerlendirme skoruna sahip olan İsveç (0,4264), Danimarka (0,1981) ve Finlandiya (0,1516) sırasıyla en başarılı üç ülke konumundadır. Buna karşın sırasıyla Macaristan (0,0232), Yunanistan (0,0251) ve Türkiye (0,0285) KİE'ye göre en kötü yenilik performansı gösteren üç ülkedir.

4.2.2. KRE İçin EVAMIX Yöntemi Uygulaması

Tablo 9'da gösterilen karar matrisine EVAMIX yönteminin adımları uygulanarak her bir ülke için hesaplanan değerlendirme skorları (S_j) ile alternatiflerin önem sıralamaları Tablo 14'te sunulmaktadır.

Tablo 14: KRE İçin Değerlendirme Skorları ve Sıralama

Alternatif (Ülke)	Değerlendirme skoru (S_j)	Sıralama	Alternatif (Ülke)	Değerlendirme skoru (S_j)	Sıralama
Almanya	0,1086	3	İtalya	0,0395	14
Avusturya	0,0395	9	Letonya	0,0294	20
Belçika	0,0285	11	Litvanya	0,0332	17
Çekya	0,0125	17	Lüksemburg	0,0298	18
Danimarka	0,1069	4	Macaristan	0,0232	23
Estonya	0,0163	13	Polonya	0,0704	9
Finlandiya	0,0545	6	Portekiz	0,0546	11
Fransa	0,0669	5	Slovakya	0,0393	15
Hollanda	0,1876	1	Slovenya	0,0485	12
İrlanda	0,0375	10	Türkiye	0,0285	21
İspanya	0,0491	7	Yunanistan	0,0251	22
İsveç	0,1186	2			

Tablo 14 incelendiğinde Hollanda'nın (0,1876) KRE'ye göre en iyi performansı gösteren ülke olduğu anlaşılmaktadır. Hollanda'yı İsveç (0,1186) ve Almanya (0,1086) takip etmektedir. Slovakya (0,0077), Slovenya (0,0097) ve Yunanistan (0,0112) ise bu endekse göre en başarısız üç ülke olarak ortaya çıkmışlardır. Türkiye 16. sırada yer almıştır.

4.2.3. AİK İçin EVAMIX Yöntemi Uygulaması

AİK için EVAMIX uygulamasında Tablo 11'de yer alan karar matrisi kullanıldı. Buna göre her bir ülke için hesaplanan değerlendirme skorları (S_j) ile ülkelerin önem sıralamaları Tablo 15'te gösterildiği gibidir.

Tablo 15: AİK İçin Değerlendirme Skorları ve Sıralama

Alternatif (Ülke)	Değerlendirme skoru (S _i)	Sıralama	Alternatif (Ülke)	Değerlendirme skoru (S _i)	Sıralama
Almanya	0,0644	6	İtalya	0,0235	14
Avusturya	0,0572	9	Letonya	0,0198	16
Belçika	0,0912	2	Litvanya	0,0164	18
Çekya	0,0235	15	Lüksemburg	0,0494	10
Danimarka	0,0905	3	Macaristan	0,0275	12
Estonya	0,0343	11	Polonya	0,0136	22
Finlandiya	0,1252	1	Portekiz	0,0198	17
Fransa	0,0610	8	Slovakya	0,0146	20
Hollanda	0,0865	4	Slovenya	0,0137	21
İrlanda	0,0635	7	Türkiye	0,0161	19
İspanya	0,0255	13	Yunanistan	0,0132	23
İsveç	0,0792	5			

Buna göre Finlandiya (0,1252) en iyi yenilik performansına sahip ülke konumundadır. Belçika (0,0912) ikinci, Danimarka (0,0905) ise üçüncü sırada yer almıştır. Buna karşın Yunanistan (0,0132) ise AİK'e göre en kötü performansı gösteren ülke olmuştur. Onu Polonya (0,0136) ve Slovenya (0,0137) izlemiştir. Türkiye 19. sırada kendine yer bulmuştur.

4.3. BORDA Sayım Yöntemi Uygulaması

EVAMIX yöntemi uygulaması sonucunda söz konusu 23 ülke için üç farklı performans sıralaması elde edilmiştir. Bu üç sıralamadan bütünlük tek bir sıralama ortaya çıkarmak için denklem (16) ile gösterilen BSY uygulanmıştır. Bunun için, performans sıralamasında en son sırada yer alan ülkeye 0 (sıfır), ilk sıradakine 22 puan verilerek her bir ülke için üçer kez puanlama yapılmıştır. Daha sonra ülkelerin her üç yenilik endeksine göre elde ettiği puanlar toplanarak ülkeler toplam puanlarına göre sıralanmıştır. Buna göre hesaplanan toplam puanlar ve ülkelerin sıralaması Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16: BSY ile Ülkelerin Bütünlük Sıralaması

Ülkeler	KİE Sıralaması	KRE Sıralaması	AİK Sıralaması	BSY Puanı	BSY Sıralaması
Almanya	7	5	6	53	5
Avusturya	5	7	9	46	7
Belçika	13	8	2	43	8
Çekya	6	12	15	31	12
Danimarka	2	2	3	60	2

Tablo 16 devam

Estonya	19	15	11	26	15
Finlandiya	3	4	1	59	4
Fransa	8	6	8	48	6
Hollanda	4	3	4	60	3
İrlanda	10	9	7	42	9
İspanya	16	10	13	33	10
İsveç	1	1	5	61	1
İtalya	14	13	14	29	13
Letonya	20	20	16	14	20
Litvanya	17	19	18	14	19
Lüksemburg	18	11	10	33	11
Macaristan	23	17	12	20	17
Polonya	9	16	22	20	16
Portekiz	11	14	17	26	14
Slovakya	15	22	20	11	22
Slovenya	12	18	21	14	18
Türkiye	21	21	19	13	21
Yunanistan	22	21	23	3	23

Genel bir değerlendirme olarak her üç yenilik endeksinin farklı sıralama sonuçları verdiği ifade edilebilir. Buna göre KİE ve KRE'ye göre ilk sırada, AİK'e göre ise beşinci sırada yer alan İsveç BSY'ye göre en iyi yenilik performansına sahip ülke olarak ortaya çıkmıştır. AİK'e göre en kötü performans gösteren ülke iken KRE'de 21. sırada KİE'ye göre ise 22. sırada yer alan Yunanistan ise BSY'ye göre son sırada konumlanmıştır.

BSY sıralamasında Danimarka ve Hollanda'nın aynı puana (60) sahip olduğu görülmektedir. Bu gibi durumlarda beraberliği (eşitliği) bozan stratejiler uygulanmaktadır. Burada “son sırada en az yer alan adayın seçilmesi” stratejisi (O'Neill, 2004) benimsenmiştir. Buna göre Hollanda'ya göre daha az son sırada yer alan Danimarka ikinci sıraya konulmuştur. Diğer eşitlikler için de aynı yol izlenmiştir.

5. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, OECD ve AB üyesi veya aday ülke konumundaki 23 ülkenin yenilik performansları ÇKKV teknikleriyle karşılaştırılmıştır. Uygulanan melez modelin yenilik performansının ölçümünde kullanılacak pratik bir model olduğu ve karar vericilere tatmin edici sonuçlar verdiği söylenebilir. Ayrıca söz konusu model kavramsal basitlik ve hesaplamada kolaylık avantajlarına sahiptir. Bu nedenle diğer ÇKKV problemlerinin çözümünde de yararlanılabilecek bir yaklaşımdır. İleriki çalışmalar bağlamında diğer dünya

ülkelerini de içerecek şekilde uygulamalar yapılabilir. Bunun yanında, diğer ÇKKV teknikleri kullanılarak elde edilen sıralama sonuçları karşılaştırılabilir. Gerçek hayat problemlerinin birçoğunda çözüm aşamasında karar vericilerin tecrübe ve yargılarının dikkate alınması gerekebilir. Bu takdirde objektif ÇKKV teknikleri yerine karar kriterlerinin sübjektif şekilde ağırlıklandırılmasını sağlayan ÇKKV yöntemleri tercih edilmelidir. Bununla birlikte, ülkelerin yenilik performansının ölçülmesi örneğinde olduğu gibi politika yapıcıların görüşlerinin toplanmasının kolay olmadığı durumlarda objektif yöntemler kullanılabilir.

Uygulama sonuçları Türkiye için yorumlanacak olursa aşağıdaki değerlendirmeler yapılabilir. Türkiye KİE ve KRE'ye göre 21. sırada, AİK'e göre 19. sırada yer almıştır. Borda puanına göre yapılan sıralamada ise 23 ülke arasından 21. sırada kendine yer bulmuştur. Türkiye KİE 2019 yılı raporunda 129 ülke arasında 49. sırada yer alırken kriterler arasında en iyi sıralamayı yaratıcılıkta (40.sıra), en düşük sıralamayı (85.) ise kurumlar kriterinden almıştır. KRE Raporu 2019 yılı verilerine göre 141 ülke arasında Türkiye 61. sırada yer alırken en iyi sıralamayı (13. sıra) piyasa boyutu kriterinden ve en kötü sıralamayı (129.) makroekonomik istikrar kriterinden elde etmiştir. AİK 2019 yılı verilerinde ise Türkiye en iyi puanı (150) yenilikçiler kriterinden alırken en düşük puanı (8,5) ile fikri varlıklar kriterinden almıştır.

Türkiye'nin söz konusu üç endekste zayıf olduğu alanlar ortaktır. Türkiye özellikle insan kaynakları ve istihdam, bilgi ve iletişim teknolojileri benimsenmesi ve altyapı konularında kötü performans göstermiştir. Gelecek yıllarda Türkiye'nin yenilik performansının artması için öncelikle zayıf olunan alanlarda iyileştirme yapılmalıdır. Bunun için Türkiye'deki işletmeler yenilik kültürünü ve bilgi ve iletişim teknolojileri kullanımını daha fazla içselleştirmelidir. Bu bağlamda ülke genelinde işletmeler Ar-Ge ve eğitim alanına yaptıkları harcama oranlarını geçmiş yıllara göre daha fazla artırmalıdır. Türkiye istihdam konusundaki eksikliğini ise bilgi yoğun hizmetlerdeki istihdamı ve kadın istihdamını artırarak giderebilir. Ayrıca, yenilik faaliyetleri için ülkedeki mevcut bürokratik zorluklar azaltılmalıdır. Bunun yanında Türkiye, İsveç ve Danimarka gibi ilk sıralarda yer alan ülkelerin yürüttüğü yenilik politikalarını kıyaslama yoluyla benimseyerek yenilik performansını iyileştirebilir.

Kaynakça

- Arslan, R. (2018). Çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılması ve bütünleştirilmesi: OECD verileri üzerine bir uygulama. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aytaç, A. E. (2016). EVAMIX ve TODIM yöntemleri ile sağlık sektöründe personel seçimi. *Alphanumeric Journal The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 2(4), 70-84.
- Baştürk, S. (2015). Kamu kurumlarında inovasyon ve PTT örneği. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Büyüktürk, M. A. (2019). Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin inovasyon performansının çok kriterli karar verme yöntemleriyle kıyaslanması. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Chatterjee, P. & Chakraborty, S. (2014). Flexible manufacturing systems election using preference ranking methods: A comparative study. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 5, 315-338.

- Choo, E. U. & Wedley, W. C. (1985). Optimal criterion weights in repetitive multicriteria decision-making. *Journal of Operational Research Society*, 36(11), 983-992.
- Dinler Sakaryalı, A. M. (2014). İnovasyon ve risk sermayesi. *Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 9(1), 184-210.
- Ersan, G. (2011). Türkiye'nin rekabet gücünün ve inovasyon performansının OECD ve AB ülkeleri içerisinde iyi örnekler oluşturan ülkeler ile karşılaştırılması. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ersöz, F., Bayraktar, T. & Ersöz, T. (2016). Dünya'da ve Türkiye'de inovasyon göstergelerinin analizi. <https://www.researchgate.net/publication/315832418>. 1-5.
- Hancıoğlu, Y. (2017). Küresel inovasyon endeksi göstergeleri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(20), 352-365.
- INSEAD. (2009). Confederation of Indian industry. Erişim Tarihi: 31.01.2020, <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/GII-2008-2009-Report.pdf>.
- Lumini, A. & Nanni, L. (2006). Detector of image orientation based on borda count. *Pattern Recognition Letters*, 27(3), 180-186.
- OECD & Eurostat. (2005). Oslo klavuzu, yenilik verilerinin toplanması ve yorumlanması için ilkeler. TUBITAK 3. Baskı.
- O'Neill, J. C. (2004). Tie- Breaking with hesing letrans ferablevote. *Voting Matters*, 18(14), 14-17.
- Oralhan, B. & Büyüktürk, M. A. (2019). Avrupa Birliği ülkeleri ve Türkiye'nin inovasyon performansının çok kriterli karar verme yöntemleriyle kıyaslanması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 471- 484.
- Ovalı, S. (2014). Küresel rekabet gücü açısından Türkiye rekabet gücü açısından Türkiye'nin konumu üzerine bir değerlendirme. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 7(13), 18-36.
- Özbek, H. & Atik, H. (2013). İnovasyon göstergeleri bakımından Türkiye'nin Avrupa Birliği ülkeleri arasındaki yeri: İstatistiksel bir analiz. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (42), 193-210.
- Özgür, G. E. & Versikarani, D. (2018). OECD ülkelerinin inovasyon göstergeleri açısından çok değişkenli istatistiksel analizlerle karşılaştırılması. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 157-168.
- Perçin, S. & Çakır, S. (2013). Çok kriterli karar verme teknikleriyle lojistik firmalarında performans ölçümü. *Ege Akademik Bakış*, 13(4), 449-459.
- Şimşit, Z. T., Oktay Fırat, S. Ü., Es, H. A., Erdem, M., Topgül, M. & Günay, N. S. (2014). Bilgi ve iletişim teknolojileri çerçevesinden küresel küresel inovasyon endeksinin analizi ve veri madenciliği kullanılarak ülkelerin kümelenmesi. 1.Yönetim Bilişim Sistemleri Kongresi'2014, 16-17 Ekim, İstanbul, Türkiye.
- Şahinli, A. M. & Kılınç, E. (2013). İnovasyon ve inovasyon göstergeleri: AB ülkeleri ve Türkiye karşılaştırması. *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, (25), 330-355.
- Ulutaş, A. & Cengiz, E. (2018). CRITIC ve EVAMIX yöntemleri ile bir işletme için dizüstü bilgisayar seçimi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(55), 881- 887.
- Voogd, H. (1982). Multicriterion evaluation with mixed qualitative and quantitative data. *Environment and Planning Bulletin*, 9, 221-236
- Yıldız, Y. K. (2018). İnovasyon endekslerine göre Türkiye'nin durumu ve sağlık sektörüne etkileri. *Annan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 2(2), 107- 117.

EXTENDED SUMMARY

Research Questions & Purpose

Today, it is a commonly accepted fact that the growth rate of national economies is determined by the level of innovation. In this light, companies and countries should have an effective performance appraisal system regarding innovation policies. In this study, it is aimed to measure the innovation performance of 23 member countries of the European Union and OECD with Multi Criteria Decision Making Techniques (MCDM). For this purpose, indicators of the year 2019 of Global Competitiveness Report Index (CRI), Global Innovation Index (GII) and European Innovation Scorecard (EIS), which are among the most prestigious innovation indices in the World, were used.

Literature Review

There are many studies concerning the measurement of innovation performance at regional, national and international level in the literature. Some of these studies can be summarized as follows. Oralhan & Büyüktürk (2019) measured the innovation performance of 36 European countries with TOPSIS and MOORA methods using the year 2018 data of EIS. The GII index performance of OECD countries was investigated by Hancıoğlu (2017) via regression analysis. Şahinli & Kılınç (2013) compared Turkey and EU countries according to some innovation indicators. Özbek & Atik (2013) conducted a clustering analysis in order to reveal the innovation performance of EU countries. As a result of the literature review, it can be concluded that most of the recent studies used only one index when measuring innovation performance of countries. This research is one of the first studies to measure the innovation performance of countries by using the mentioned three indices together.

Methodology

In this three-phased application, we integrated three MCDM methods, namely, CRITIC, EVAMIX and Borda Count Method in order to measure innovation performance of 23 EU countries. We used GII, CRI, and EIS indices as the proxies of innovation indicators. These three indices are among the most respected innovation indices worldwide. The GII was developed by INSEAD in 2007 to determine the innovation ranking of countries. CRI regularly assists decision makers with the tools necessary to measure the competitiveness of countries and ensure their economic growth. It has been calculated periodically by The World Economic Forum (WEF) since 1979 and is constantly updated. European Commission publishes the EIS which aims to measure the innovation performance of European countries since 2001. In the first stage of the application, the innovation indicators were weighted with the CRITIC method, and then the ranking of the countries has been carried out for each index with the EVAMIX method. In the last step, a single ranking for those countries was obtained by combining the rankings of three indices by using the Borda count method.

Results and Conclusions

As a general evaluation, it can be stated that all three innovation indexes gave different ranking results. Sweden, which is in the first place according to the GII and CRI, and fifth according to the EIS, has emerged as the country with the best innovation performance according to the Borda Count method. Greece, which is among the worst performing countries as per the

three indices, positioned in the last place with regard to the Borda count. We can conclude that the applied hybrid model is a practical model that can be used to measure innovation performance and gives satisfactory results to decision-makers. In addition, the proposed model has the advantage of conceptual simplicity and ease of computation. For this reason, it is an approach that can be used in solving other MCDM problems.