

**Yayın Geliş Tarihi:** 21.04.2022  
**Yayına Kabul Tarihi:** 09.09.2022  
**Online Yayın Tarihi:** 30.09.2022  
<http://dx.doi.org/10.16953/deusosbil.1106249>

Dokuz Eylül Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi  
Cilt: 24, Sayı: 3, Yıl: 2022, Sayfa: 1039-1063  
E-ISSN: 1308-0911

*Araştırma Makalesi*

## **OECD VE AB ÜYESİ ÜLKELERİN İNOVASYON PERFORMANSLARININ MEREC-MARCOS BÜTÜNLEŞİK MODELİ İLE ÖLÇÜMÜ**

Nazlı ERSOY\*

### **Öz**

*Bu çalışmada, Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) ve Avrupa Birliği (AB)'ye üye 34 ülkenin inovasyon performansının Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, alternatif ve kriterlerin belirlenmesinde ülkeleri inovasyon kapasitelerine ve başarılarına göre sıralayan Küresel İnovasyon Endeksi (KİE) veri tabanı kullanılmıştır. MEdhod based on the Removal Effects of Criteria (MEREC) tekniği, kriterlerin ağırlıklandırılması için kullanılırken, Measurement of Alternatives and Ranking according to COmpromise Solution (MARCOS) yöntemi ise alternatiflerin performansları doğrultusunda sıralanması için kullanılmıştır. Sonuçların hassasiyetini ve güvenilirliğini test etmek amacıyla iki aşamalı bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada farklı tekniklerle (Entropy, Eşit ağırlık) kriter ağırlıkları yeniden hesaplanmış ve analiz tekrarlanmıştır. İkinci aşamada ise MARCOS yöntemi ile elde edilen sonuçlar farklı ÇKKV yöntemleri (Proximity Indexed Value (PIV), Range of Value (ROV), Simple Additive Weighting (SAW), Combined Compromise Solution (CoCoSo)) ile karşılaştırılmıştır. Farklı kriter ağırlıkları ve farklı yöntemlerle elde edilen sıralamaların birebir aynı olmadığı, küçük sapmalar gösterdiği tespit edilmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** İnovasyon Performansı, ÇKKV, MEREC, MARCOS

---

\* Bu makale için önerilen kaynak gösterimi (APA 6. Sürüm):

Ersoy, N. (2022). OECD ve AB üyesi ülkelerin inovasyon performanslarının MEREC-MARCOS bütünleşik modeli ile ölçümü. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24 (3), 1039-1063.

\* Dr. Arş. Gör., Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, ORCID: 0000-0003-0011-2216, ersoynazli3@gmail.com.

## MEASUREMENT OF INNOVATION PERFORMANCE OF OECD AND EU MEMBER COUNTRIES USING THE MEREC-MARCOS INTEGRATED MODEL

### Abstract

*This study aimed to measure the innovation performance of 34 “Organisation for Economic Co-operation and Development” (OECD) and “European union” (EU) member countries using Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods. Accordingly, the Global Innovation Index (GII) database, which ranks countries according to their innovation capacities and achievements, was used to determine alternatives and criteria. The Method based on the Removal Effects of Criteria (MEREC) was used to weight the criteria and the Measurement of Alternatives and Ranking according to Compromise Solution (MARCOS) method was preferred to rank the alternatives according to their performance. A two-stage sensitivity analysis was applied for testing the reliability of the results. In the first stage, criteria weights were recalculated using different methods (Entropy, Equal Weight) and the analysis was repeated. In the second stage, the results obtained with the MARCOS method were compared with different MCDM methods Proximity Indexed Value (PIV), Range of Value (ROV), simple additive weighting (SAW), Combined Compromise Solution (CoCoSo)). It has been determined that the rankings obtained with different criterion weights and different methods are not exactly the same and show small deviations.*

**Keywords:** Innovation Performance, MCDM, MEREC, MARCOS

### GİRİŞ

İnovasyon (yenileşim) kavramı, ülkeler ve firmalar bazında önemli bir konu haline gelmiştir. Bahsi geçen kavram, firmalar için yeni pazarların açılmasını sağlayan, verimlilik ve kârı artıran, maliyetlerin düşmesini sağlayan, üretkenliği ve ürün/hizmet kalitesini artıran önemli bir araç olarak görülmektedir. İnovasyon kavramı ülkeler bazında değerlendirildiğinde ise bu kavram sürdürülebilir kalkınma, istihdam, refah, yaşam kalitesi gibi alanlara olumlu etki yapmakta ve yaşam kalitesinin artmasını sağlamaktadır (Güler & Kanber, 2011, s. 62).

Ülkelerin inovasyon performanslarının düzenli olarak değerlendirilmesi inovasyon için harcanan kaynakların doğru bir şekilde kullanılıp kullanılmadığının tespiti için oldukça önemlidir. Bunun yanında, inovasyon performansının değerlendirilmesi, ülkeler arasında bir kıyaslama olanağı tanımakta, ülkelerin zayıf yanlarının geliştirilmesini sağlamaktadır (Ayçin & Çakın, 2019, s. 328). Ülkelerin uluslararası arenada yerlerini belirlemede ve diğer ülkelerle rekabet halinde olmalarında teknolojik gücün önemi göz ardı edilemez. Bu doğrultuda, rekabet gücünü artırmak isteyen ülkeler inovasyon konusuna önem vererek, inovasyon ve Ar-Ge'ye yatırım yapmaktadır. Yapılan yatırımların etkinliğini ölçmek amacıyla ülkelerin inovasyon performanslarının değerlendirilmesi gerekmektedir (Satıcı, 2021, s. 92). Bir ülkede sürdürülebilir kalkınmanın, istihdamın ve refahın gelişmesinde en önemli faktör olması, ülke ekonomisine ve çevre korumasına katkıda bulunması ve toplum açısından önemli olması nedeniyle bu çalışmada

inovasyon konusu ele alınarak ülkelerin inovasyon performansı bakımından Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri ile kıyaslanması amaçlanmıştır.

ÇKKV yöntemleri, birden fazla alternatif ve birbiriyle çelişen birden çok gösterge arasından seçim yapılmasını sağlayan yöntemlerdir. Bahsi geçen yöntemler, karar probleminin çözümü ile ilgili seçim, sıralama, tanımlama, tasarım, değerlendirme, eleme gibi pekçok amaç doğrultusunda kullanılmaktadır (Aytekin, 2020, s. 21). İnovasyon performans ölçümünde de yapısı gereği, çok sayıda alternatif ve değerlendirme kriterini dikkate almak gerekmektedir (Bakır & Çakır, 2021, s. 972). Bu çalışmada, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) ve Avrupa Birliği (AB)'ye üye 34 ülkenin inovasyon performansının ÇKKV yöntemleri ile ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, alternatif ve kriterler, inovasyon kapasitelerine ve başarılarına göre ülkeleri sıralayan Küresel İnovasyon Endeksi (KİE) veri tabanından elde edilmiştir. "Method based on the Removal Effects of Criteria" (MEREC) tekniği kriterlerin ağırlıklandırılması için kullanılmış, "Measurement of alternatives and ranking according to compromise solution" (MARCOS) yöntemi ise alternatifleri performansları doğrultusunda sıralamak için kullanılmıştır. MEREC yöntemi, sağlam matematiksel altyapısı ve kolay uygulanabilir olması nedeniyle tercih edilmiştir. MARCOS yöntemi ise çok sayıda kriteri uzlaşık çözüm temelinde değerlendirmesi ve karmaşıklığa neden olmaması nedeniyle tercih edilmiştir. Son aşamada ise, sonuçların hassasiyetini ve güvenilirliğini test etmek amacıyla iki aşamalı bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, farklı tekniklerle (Entropy, Eşit ağırlık) kriter ağırlıkları yeniden hesaplanmış ve analiz tekrarlanmıştır. İkinci aşamada ise MARCOS yöntemi ile elde edilen sonuçlar Proximity Indexed Value (PIV), range of value (ROV), Simple Additive Weighting (SAW), Combined Compromise Solution (CoCoSo) gibi farklı ÇKKV yöntemleri ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın temel avantajı ve üstünlüğü aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Uygulanan bütünleşik model inovasyon performans ölçümünde ilk kez kullanılmıştır. Çalışmanın literatürdeki boşluğu dolduracağı ve yeni bir bakış açısı getireceği düşünülmektedir.
- Farklı kriter ağırlıkları kullanılarak sonuçların hassasiyeti test edilmiş ve kriter ağırlıklarının sonuçlar üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur.
- Kullanılan altı farklı ÇKKV yöntemi ile elde edilen sonuçlar kıyaslanmış ve yöntemlerin algoritmalarındaki benzerlik ve farklılıkların sonuçlar üzerindeki etkisi ortaya konulmuştur.

Bu çalışmanın geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir: Konu ile ilgili mevcut bilgilere ilk bölümde yer verilmiştir. İkinci bölümde, ÇKKV yöntemleri kullanılarak ortaya konulan inovasyon konu başlıklı çalışmaların özetine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan yöntemlerin matematiksel açıklamalarına yer verilmiş ve kullanılan alternatif ve göstergeler açıklanmıştır.

Dördüncü bölüm uygulama kısmına ayrılırken, son bölümde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

### LİTERATÜR TARAMASI

Ulusal ve uluslararası literatürde inovasyon performans ölçümü ile ilgili çok sayıda çalışmaya (Taşgıt & Demirel, 2016; Güleriyüz, 2020; Çiçek & Onat, 2012; Edeş & Çalık, 2020; Güven, 2022; Yang & Zhu, 2022; Gjergji vd. 2022; Cui vd. 2022; Xiao vd. 2022; Kutieshat & Farmanesh, 2022) rastlamak mümkündür. Son dönemde, inovasyon performansının ÇKKV yöntemleri kullanılarak ölçüldüğü çalışma sayısında da artış gözlenmiştir. Tablo 1’de ÇKKV yöntemleri kullanılarak inovasyon performansının ölçüldüğü çalışmaların özeti sunulmuştur.

**Tablo 1:** Ulusal ve Uluslararası Literatürde Yer Alan Inovasyon Konulu Çalışmalar

Yazar/(lar)	Amaç	Yöntem/(ler)	Bulgular
Altıntaş (2022)	2021 yılı KİE göstergeleri ile 22 Avrupa ülkesinin enerji inovasyon performanslarını ölçmek	MABAC, MARCOS	Enerji inovasyon performansı bakımından ilk üç sırada Finlandiya, Danimarka ve İsveç yer alırken, Polonya, Yunanistan ve Estonya son sıralarda yer almıştır.
Duran (2022)	2021 yılı KİE göstergeleri ile yeni sanayileşen 10 ülkenin inovasyon performanslarını ölçmek	CRITIC, GİA	İnovasyon performansı bakımından ilk üç sırada Çin, Malezya ve Tayland yer alırken, Endonezya, Filipinler ve Meksika son sıralarda yer almıştır.
Satıcı (2021)	2021 yılı Avrupa İnovasyon Endeksi (AİE) verileri kullanılarak AB üyesi 27 ülke ve AB üyesi olmayan 8 ülkenin inovasyon performanslarını ölçmek	CRITIC, WASPAS	İnovasyon performansı bakımından ilk üç sırada İsviçre, İsveç ve Finlandiya yer alırken, Romanya, Bosna Hersek ve Makedonya son sıralarda yer almıştır.
Oralhan & Büyüktürk, (2019)	2018 yılı AİE verileri kullanılarak AB üyesi 28 ülke ve AB üyesi olmayan 8 ülkenin inovasyon performanslarını ölçmek	TOPSIS, MOORA	TOPSIS, MOORA yöntemine göre ilk üç sırada İsviçre, İsveç ve Danimarka yer alırken, son üç sırada TOPSIS yöntemine göre Ukrayna, Romanya ve Makedonya, MOORA Yöntemine göre ise Romanya, Ukrayna ve Polonya yer almıştır.
Bakır & Çakır (2021)	2019 yılı Küresel Rekabet Endeksi (KRE), KİE ve Avrupa İnovasyon Karnesi (AİK) verileri kullanılarak AB ve OECD’ye üye 23 ülkenin inovasyon performanslarını ölçmek	CRITIC, EVAMIX, Borda Sayım Yöntemi	Kullanılan endekslere göre elde edilen sonuçlar farklılaşmıştır. Borda sayım yöntemine göre ilk sırada yer alan İsveç, KİE ve KRE’ye göre ilk sırada yer alırken AİK’e göre ise beşinci sırada yer almıştır. Nihai sıralamada son sırada yer alan Yunanistan, AİK’e göre son sırada, KRE ve KİE’ye göre ise sırasıyla 21. ve 22. sırada yer almıştır.
Ayçin &	2018 yılı AİE verileri	Entropy,	Entropy, MABAC yöntemine göre ilk üç

Çakın (2019)	kullanılarak Avrupa'da yer alan 36 ülkenin inovasyon performansını ölçmek	MABAC	sırada İsviçre, İsveç ve Danimarka yer alırken, son üç sırada Ukrayna, Romanya ve Makedonya yer almıştır.
Altıntaş (2020)	2020 yılı KİE göstergelerinin Entropy yöntemi ile önem derecelerini belirlemek ve G7 ülkelerinin inovasyon performanslarını ölçmek	Entropy, GİA	Önem derecesi en yüksek olan kriter "pazar gelişmişliği" olarak belirlenirken, ülkeler inovasyon performansları bakımından ABD>Birleşik Krallık>Almanya, Japonya>Kanada>Fransa>İtalya olarak sıralanmıştır.
Wang vd. (2020)	Finansal ve finansal olmayan kriterler temelinde beş Türk bankasının inovasyon performansını ölçmek	IT2 bulanık DEMATEL, IT2 bulanık VIKOR	Pazar payı ve yatırım getirisinin, perakende bankacılık hizmetlerinin inovasyon performansındaki en önemli faktörler olduğu tespit edilmiştir.
Mavi & Standing (2017)	2016 yılı KİE verileri kullanılarak OECD'ye üye 34 ülkenin inovasyon performansını ölçmek	VZA	İzlanda, İrlanda, Lüksemburg ve İsviçre'nin en yüksek etkinlik puanına sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1'e göre farklı veri tabanları, farklı örneklem ve farklı ÇKKV yöntemleri temel alınarak inovasyon performans ölçümünün gerçekleştirildiği görülmektedir. Diğer taraftan, literatürde KİE'yi konu alan pek çok çalışmaya rastlamak mümkündür. Türkmen & Aynaoglu (2017), KRE ve KİE arasındaki ilişkiyi inceledikleri çalışmalarında iki endekse ait 2009-2017 dönemi verilerini kullanarak KRE parametrelerinin KİE üzerindeki etkisini regresyon analizi ile ölçmeye çalışmışlardır. Taş (2017), eğitim-inovasyon ilişkisini ve KİE konusunu kapsamlı bir şekilde ele aldığı çalışmasında, ülkemizin KİE içindeki yeri hakkında da bilgi vermiştir. Çalışmada, Türkiye'nin 2016 KİE sıralamasında 138 ülke içinde 42. sıradan, 2017 yılında 127 ülke içinde 43. sıraya gerilediği tespit edilmiştir. Franco & de Oliveira (2017), KİE veri tabanını kullanarak Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika ülkelerinin 2008-2013 dönem aralığı inovasyon gelişimini ölçmüşlerdir. İki aşamalı analizin ilk aşamasında, inovasyon endeksi 2008-2009 krizleri dikkate alınarak bir bütün olarak analiz edilmiştir. İkinci aşamada ise her ülke için girdi ve çıktılar arasında regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Aytekin vd. (2022), KİE'yi kullanarak AB üyesi ve aday ülkelerin 2020 yılı küresel inovasyon etkinliğini Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Efficiency Analysis Technique with Input Output Satisficing (EATWIOS) yöntemlerini kullanarak ölçmüşlerdir. Buna göre, Hollanda, Almanya ve İsveç küresel inovasyon verimliliği açısından önde gelen ülkeler olarak belirlenirken, Litvanya, Yunanistan ve Kuzey Makedonya'nın son sıralarda yer aldığı tespit edilmiştir. Gürtuna & Polat (2020), 2018 yılı KİE'yi kullanarak 126 ülkeye ait verileri 21 değişken temelinde kümeleme analizi ile incelemiştir. Hancıoğlu (2016), KİE'yi kullanarak OECD'ye üye ülkelerin 2011-2015 dönem aralığına ait inovasyon girdi-çıkıtı değişken kümeleri arasındaki ilişkiyi kanonik korelasyon analizi yöntemi ile incelemiştir. Wonglimpiyarat (2010), inovasyon yeterlilik endeksi geliştirerek bir endüstriyel inovasyon sisteminde inovasyon verimliliğini

değerlendirmiştir. Bu doğrultuda, Tayland'ın inovasyon endeksinin grafiğini çıkarmak için araştırma sonuçlarını sunmuş ve ulusal inovasyon kapasitesini oluşturmaya yönelik stratejiler tartışılmıştır.

## METODOLOJİ

Bu bölümde, çalışmada kullanılan alternatif ve kriterler açıklanmıştır. Ardından, çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemlerinin matematiksel formülasyonlarına ve açıklamalarına yer verilmiştir.

### Alternatifler

ÇKKV yöntemlerinin uygulanabilmesi için birbiriyle çelişen birden çok kriter ve en az iki alternatif gereklidir. Bu çalışmada, alternatiflerin belirlenmesinde KİE veri tabanı dikkate alınmış ve OECD ve AB'ye üye olan 34 ülke çalışmanın alternatifleri olarak belirlenmiştir. Ülkemiz için son derece önemli iki oluşum olması nedeniyle bu çalışmada OECD ve AB temel alınmıştır.

## İnovasyon Performans Ölçümünde Kullanılan Göstergeler

ÇKKV karar vericilere ilgili kriterleri, alt kriterleri ve göstergeleri seçme esnekliği sağlamalıdır (Alamerew vd., 2020, s. 6). Çalışma kapsamına alınan göstergeler, World Intellectual Property Organization (WIPO) tarafından hazırlanan KİE 2021 veri tabanından elde edilmiştir ve sadece ana göstergelerden oluşmaktadır (Tablo 2).

**Tablo 2:** Kriterler

Gösterge	Kod	Opt.
Kurumlar (Institutions)	K1	maks
İnsan kaynakları ve araştırma (Human capital and research)	K2	maks
Altyapı (Infrastructure)	K3	maks
Pazar gelişmişliği (Market sophistication)	K4	maks
İş gelişmişliği (Business sophistication)	K5	maks
Bilgi ve teknoloji (Knowledge and technology outputs)	K6	maks
Yaratıcılık (Creative outputs)	K7	maks

**Kaynak:** Global Innovation Index (2021)

Optimizasyon yönü, fayda ve maliyet olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Genel olarak fayda yönlü kriterlerde en yüksek (maksimum) değer ve maliyet yönlü kriterlerde ise en düşük (minimum) değer tercih edildiği söylenebilir (Aytekin, 2021, s. 4). Bu çalışmada yer alan kriterlerin hepsi maksimum yönlüdür ve inovasyon performans ölçümü bakımından fayda oluşturmaktadır.

## MEREC TEKNİĞİ

MEREC tekniği, kriterlerin önem düzeylerini belirlemek için kullanılan objektif ağırlıklandırma teknikleri kategorisinde yer almaktadır. MEREC, kriter ağırlıklarını belirlemek için her bir kriterin alternatiflerin performansı üzerindeki kaldırma etkisini kullanmaktadır. Bu doğrultuda, performanslar üzerinde daha

yüksek etkiye sahip olan kriterlere daha büyük ağırlıklar atanmaktadır (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021, s. 7). MEREC tekniğinin adımları şu şekildedir (Keshavarz-Ghorabae vd., 2021, ss. 8-9):

**Adım 1:** Karar matrisi oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1j} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2j} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{im} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nj} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$x_{ij}$  karar matrisinin elemanlarını temsil eder.

$n$  alternatifleri,  $m$  kriterleri ifade eder.

**Adım 2:** Karar matrisi normalize edilir.

Bu adımda, karar matrisinin elemanlarını ölçeklendirmek için basit bir doğrusal normalizasyon kullanılır. Normalleştirilmiş matrisin elemanları  $n_{ij}^x$  olarak ifade edilir.

$$n_{ij}^x = \begin{cases} \frac{\min_k x_{kj}}{x_{ij}} & \text{Fayda yönlü kriter} \\ \frac{x_{ij}}{\max_k x_{kj}} & \text{Maliyet yönlü kriter} \end{cases} \quad (2)$$

**Adım 3:** Alternatiflerin genel performansı ( $S_i$ ) hesaplanır.

Bu adımda, alternatiflerin genel performansını hesaplamak için doğrusal olmayan bir fonksiyona sahip olan logaritmik bir ölçü uygulanır. Adım 2'de elde edilen normalleştirilmiş değerlerle kıyaslandığında, daha büyük performans değerleri ( $S_i$ ) elde etmek için daha küçük  $n_{ij}^x$  değerleri yapılabilir. Bu hesaplama eşitlik 3 kullanılarak yapılır.

$$S_i = \ln \left( 1 + \frac{1}{m} \sum_j \| \ln(n_{ij}^x) \| \right) \quad (3)$$

**Adım 4:** Her bir kriterin çıkarılmasıyla alternatiflerin performansı hesaplanır.

Bu adımda, logaritmik ölçü, önceki adıma benzer şekilde kullanılır. Bu adım ile adım 3 arasındaki fark, alternatiflerin performanslarının her bir kriterin ayrı ayrı çıkarılmasına bağlı olarak hesaplanmasıdır. Bu nedenle,  $m$  kriter ile ilişkili  $m$  performans seti vardır.  $j$  kriterinin kaldırılmasına ilişkin  $i$  alternatifinin genel performansı  $S'_{ij}$  ile gösterilir. Bu hesaplama eşitlik 4 kullanılarak yapılır.

$$S'_{ij} = \ln \left( 1 + \frac{1}{m} \sum_{k, k \neq j} \| \ln(n_{ij}^x) \| \right) \quad (4)$$

**Adım 5:** Mutlak sapmaların toplamı hesaplanır.

Bu adımda, adım 3 ve adım 4'te elde edilen değerlere dayalı olarak j kriterinin kaldırma etkisi hesaplanır.  $E_j$ , j. kriterin kaldırılmasının etkisini göstermektedir.  $E_j$  değerleri eşitlik 5 kullanılarak hesaplanır.

$$E_j = \sum_i |S'_{ij} - S_i| \quad (5)$$

**Adım 6:** Kriterlerin nihai ağırlıkları belirlenir.

Bu adımda, 6 numaralı eşitlik kullanılarak objektif kriter ağırlıkları ( $w_j$ ) hesaplanır.

$$w_j = \frac{E_j}{\sum_k E_k} \quad (6)$$

$w_j$ , j. kriterin ağırlığını temsil eder.

## MARCOS YÖNTEMİ

Alternatifler ve referans değerleri arasındaki ilişkiyi tanımlamaya dayanan MARCOS yöntemi ile alternatiflere ait fayda fonksiyonları belirlenir ve ideal-ideal olmayan çözümler temelinde uzlaşma sıralaması yapılır (Stević & Brković, 2020, s. 3). MARCOS yönteminin adımları aşağıdaki gibidir (Stević vd., 2020, s. 4-5):

**Adım 1:** Karar matrisi oluşturulur.

**Adım 2:** İdeal (AI) ve ideal olmayan (AAI) çözümler tanımlanarak genişletilmiş başlangıç matrisi oluşturulur.

$$X = \begin{matrix} AAI \\ A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_m \\ AI \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{aa1} & x_{aa2} & \dots & x_{aan} \\ x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \\ x_{ai1} & x_{ai2} & \dots & x_{ain} \end{bmatrix} \quad (7)$$

İdeal olmayan (AAI) çözüm en kötü alternatif iken, ideal (AI) çözüm en iyi özelliklere sahip olan alternatiftir. Kriterlerin niteliğine bağlı olarak (AAI) ve (AI) sırasıyla eşitlik 8 ve 9 yardımıyla tanımlanır.



$$AAI = \min_i ij \text{ if } j \in B \text{ and } \max_i xij \text{ if } j \in C \quad (8)$$

$$AAI = \max_i ij \text{ if } j \in B \text{ and } \min_i xij \text{ if } j \in C \quad (9)$$

B fayda yönlü kriter grubunu, C ise maliyet yönlü kriter grubunu temsil etmektedir.

**Adım 3:** Genişletilmiş başlangıç matrisi normalize edilir.

$$n_{ij} = \frac{x_{ai}}{x_{ij}} \text{ maliyet yönlü kriter} \quad (10)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ai}} \text{ fayda yönlü kriter} \quad (11)$$

$x_{ij}$  ve  $x_{ai}$ , X başlangıç matrisinin elemanlarıdır.

**Adım 4:** Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi  $V = [v_{ij}]_{m \times n}$  oluşturulur.

Normalize edilmiş matris N ve Entropy tekniğiyle elde edilen kriter ağırlıkları çarpılarak V ağırlıklı matrisi elde edilir.

$$v_{ij} = n_{ij} * w_j \quad (12)$$

**Adım 5:** Alternatiflerin fayda derecesi ( $K_i$ ) hesaplanır.

Her bir alternatifin ideal ve ideal olmayan çözümlere ilişkin fayda dereceleri eşitlik 13 ve 14 kullanılarak hesaplanır.

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{aai}} \quad (13)$$

$$K_i^+ = \frac{S_i}{S_{ai}} \quad (14)$$

$S_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) ağırlıklı matriste (V) yer alan elemanların toplamından oluşur ve eşitlik 15'te gösterildiği şekilde ifade edilir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (15)$$

**Adım 6:** Alternatiflerin fayda fonksiyonları  $f(K_i)$  belirlenir.

Fayda fonksiyonu, ideal ve ideal olmayan çözümle ilgili olarak gözlenen alternatifin uzlaşısıdır. Alternatiflerin fayda fonksiyonu eşitlik 16 kullanılarak tanımlanır.

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1 - f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1 - f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (16)$$

$f(K_i^+)$  ve  $f(K_i^-)$  sırasıyla ideal ve ideal olmayan çözümlerle ilgili fayda fonksiyonunu ifade eder. Bu durum, eşitlik 17 ve 18 ile ifade edilir.

$$f(K_i^-) = \frac{K_i^+}{K_i^+ + K_i^-} \quad (17)$$

$$f(K_i^+) = \frac{K_i^-}{K_i^+ + K_i^-} \quad (18)$$

#### Adım 7: Alternatifler sıralanır.

Son adımda ise alternatifler, fayda fonksiyonlarının ( $f(K_i)$ ) nihai değerlerine dayanılarak sıralanır. Bir alternatifin en yüksek fayda fonksiyonu değerine sahip olması arzu edilir.

#### UYGULAMA

Bu çalışmada, OECD ve AB'ye üye 34 ülkenin inovasyon performansının ÇKKV yöntemlerinden MEREC-MARCOS bütünleşik modeli ile ölçülmesi amaçlanmıştır. Kriterlerin belirlenmesinde WIPO tarafından hazırlanan KİE 2021 veri tabanı dikkate alınmıştır ve veriler 17/01/2022 tarihinde elde edilmiştir. Üç aşamadan oluşan analizin ilk aşamasında kriter ağırlıkları MEREC tekniği ile belirlenmiştir. İkinci aşamada, alternatifler MARCOS yöntemi kullanılarak sıralanmıştır. Üçüncü aşamada ise sonuçların güvenilirliğini test etmek amacıyla iki aşamalı bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir.

#### MEREC Tekniği ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

MEREC tekniğiyle kriter ağırlıklarını hesaplamak için ilk olarak satırlarda alternatiflerin sütunlarda ise kriterlerin yer aldığı karar matrisi oluşturulmuştur (Tablo 3). İkinci adımda, kriterlerin yönü dikkate alınarak eşitlik 1 yardımıyla karar matrisi normalize edilmiştir (Tablo 4).

**Tablo 3:** Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
TR	56,0	48,5	47,0	49,7	30,8	25,3	35,3
ABD	87,6	58,1	55,3	81,5	63,0	59,2	47,8
Avusturya	86,2	59,9	60,0	51,9	52,3	40,3	39,0
Kanada	90,1	52,4	53,7	84,7	50,1	38,3	41,9
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
Lüksemburg	79,8	40,0	52,5	49,0	57,8	30,1	54,4
Almanya	84,3	62,7	55,6	57,8	54,5	53,3	50,0
İtalya	75,5	46,0	54,2	50,7	36,7	41,7	35,8
İngiltere	86,6	58,2	59,7	78,1	49,7	52,3	54,0
Belçika	80,8	59,7	52,0	54,1	51,7	42,3	35,1
Danimarka	88,8	62,3	60,8	68,0	55,2	47,6	47,7
İrlanda	84,3	48,5	62,1	49,7	51,5	47,6	36,7
Yunanistan	69,2	54,3	48,5	45,2	25,9	25,2	22,9

İsviçre	87,3	60,7	62,7	71,5	62,6	63,9	60,2
İsveç	88,8	64,1	62,6	64,6	68,1	60,3	52,9
İspanya	77,5	47,4	58,2	54,2	35,5	36,2	36,2
İzlanda	86,8	49,7	54,5	56,8	50,4	37,0	50,7
Norveç	92,6	56,8	64,8	57,6	45,7	35,4	39,3
Portekiz	80,4	49,3	52,6	48,6	33,6	31,9	39,3
Bulgaristan	69,8	31,7	51,7	45,1	32,6	36,0	41,1
Çek cumh.	76,9	43,0	56,0	49,5	43,5	48,2	40,3
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
Hırvatistan	69,8	37,6	53,8	46,1	27,7	26,9	28,2
Kıbrıs	80,4	38,7	53,9	50,0	42,6	39,4	41,3
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
Macaristan	71,7	42,5	52,6	46,6	37,5	39,5	30,9
Malta	73,9	39,3	56,4	47,0	53,7	28,3	52,0
Polonya	73,2	42,3	50,1	48,3	34,2	30,6	29,6
Romanya	68,1	28,9	51,5	44,7	28,0	31,8	22,2
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

**Tablo 4:** Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
TR	1	0,5959	0,96	0,8994	0,8409	0,996	0,629
ABD	0,6393	0,4974	0,816	0,5485	0,4111	0,4257	0,464
Avusturya	0,6497	0,4825	0,752	0,8613	0,4952	0,6253	0,569
Kanada	0,6215	0,5515	0,84	0,5277	0,517	0,658	0,53
Fransa	0,6715	0,5217	0,79	0,7328	0,5139	0,5688	0,422
Hollanda	0,6299	0,517	0,782	0,8098	0,4246	0,4599	0,425
Lüksemburg	0,7018	0,7225	0,859	0,9122	0,4481	0,8372	0,408
Almanya	0,6643	0,4609	0,811	0,7734	0,4752	0,4728	0,444
İtalya	0,7417	0,6283	0,832	0,8817	0,7057	0,6043	0,62
İngiltere	0,6467	0,4966	0,755	0,5723	0,5211	0,4818	0,411
Belçika	0,6931	0,4841	0,867	0,8262	0,501	0,5957	0,632
Danimarka	0,6306	0,4639	0,742	0,6574	0,4692	0,5294	0,465
İrlanda	0,6643	0,5959	0,726	0,8994	0,5029	0,5294	0,605
Yunanistan	0,8092	0,5322	0,93	0,9889	1	1	0,969
İsviçre	0,6415	0,4761	0,719	0,6252	0,4137	0,3944	0,369
İsveç	0,6306	0,4509	0,72	0,692	0,3803	0,4179	0,42
İspanya	0,7226	0,6097	0,775	0,8247	0,7296	0,6961	0,613
İzlanda	0,6452	0,5815	0,828	0,787	0,5139	0,6811	0,438
Norveç	0,6048	0,5088	0,696	0,776	0,5667	0,7119	0,565
Portekiz	0,6965	0,5862	0,857	0,9198	0,7708	0,79	0,565
Bulgaristan	0,8023	0,9117	0,872	0,9911	0,7945	0,7	0,54
Çek cumh.	0,7282	0,6721	0,805	0,903	0,5954	0,5228	0,551
Estonya	0,6905	0,6737	0,754	0,6732	0,6491	0,6563	0,49
Finlandiya	0,6002	0,4631	0,758	0,7615	0,4246	0,446	0,517
Hırvatistan	0,8023	0,7686	0,838	0,9696	0,935	0,9368	0,787
Kıbrıs	0,6965	0,7468	0,837	0,894	0,608	0,6396	0,538
Letonya	0,7098	0,7666	1	0,8922	0,7595	0,9065	0,657
Litvanya	0,733	0,7468	0,904	0,8324	0,8222	0,9767	0,661
Macaristan	0,781	0,68	0,857	0,9592	0,6907	0,638	0,718

Malta	0,7578	0,7354	0,8	0,9511	0,4823	0,8905	0,427
Polonya	0,765	0,6832	0,9	0,9255	0,7573	0,8235	0,75
Romanya	0,8223	1	0,876	1	0,925	0,7925	1
Slovakya	0,7692	0,8811	0,893	0,9955	0,7969	0,7347	0,673
Slovenya	0,6755	0,5983	0,837	0,9911	0,6051	0,7636	0,647

Üçüncü adımda, alternatiflerin genel performansları eşitlik 3 kullanılarak hesaplanmış ve Tablo 5'te sunulmuştur.

**Tablo 5:**  $S_i$  Değerleri

$S_1=0,171$	$S_8=0,448$	$S_{15}=0,522$	$S_{22}=0,336$	$S_{29}=0,249$
$S_2=0,493$	$S_9=0,295$	$S_{16}=0,510$	$S_{23}=0,358$	$S_{30}=0,311$
$S_3=0,389$	$S_{10}=0,474$	$S_{17}=0,298$	$S_{24}=0,466$	$S_{31}=0,205$
$S_4=0,415$	$S_{11}=0,366$	$S_{18}=0,385$	$S_{25}=0,141$	$S_{32}=0,087$
$S_5=0,423$	$S_{12}=0,461$	$S_{19}=0,384$	$S_{26}=0,306$	$S_{33}=0,187$
$S_6=0,458$	$S_{13}=0,374$	$S_{20}=0,273$	$S_{27}=0,196$	$S_{34}=0,284$
$S_7=0,336$	$S_{14}=0,128$	$S_{21}=0,213$	$S_{28}=0,197$	

Dördüncü adımda, eşitlik 4 yardımıyla her bir kriter ( $S'_{ij}$ ) çıkarılarak alternatiflerin genel performansları hesaplanmıştır (Tablo 6).

**Tablo 6:**  $S'_{ij}$  Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
TR	1,306	0,7883	1,2648	1,2	1,1328	1,3021	0,8423
ABD	4,0127	3,7619	4,2563	3,8595	3,5713	3,6061	3,6932
Avusturya	2,8994	2,6019	3,0452	3,1813	2,6279	2,8612	2,7672
Kanada	3,1223	3,0028	3,4234	2,9587	2,9381	3,1793	2,9627
Fransa	3,2901	3,0376	3,4524	3,3775	3,0226	3,1242	2,8257
Hollanda	3,6056	3,408	3,8213	3,8567	3,2111	3,2909	3,2127
Lüksemburg	2,4455	2,4746	2,6478	2,7078	1,9969	2,622	1,9034
Almanya	3,5458	3,1803	3,7455	3,6978	3,2109	3,2058	3,1429
İtalya	2,1046	1,9386	2,2196	2,2774	2,0548	1,8997	1,9255
İngiltere	3,8093	3,5452	3,9648	3,6872	3,5935	3,5151	3,3564
Belçika	2,726	2,3671	2,9502	2,9017	2,4014	2,5747	2,6345
Danimarka	3,6439	3,3368	3,8062	3,6854	3,3482	3,469	3,3401
İrlanda	2,7696	2,6609	2,8588	3,0726	2,4913	2,5427	2,676
Yunanistan	0,7455	0,3265	0,8845	0,9461	0,9572	0,9572	0,9261
İsviçre	4,3519	4,0538	4,4664	4,3262	3,9134	3,8654	3,7983
İsveç	4,2003	3,8647	4,3334	4,2931	3,6946	3,7888	3,793
İspanya	2,109	1,9391	2,1789	2,2412	2,1186	2,0717	1,9449
İzlanda	2,8467	2,7428	3,0956	3,0454	2,6192	2,9009	2,4591
Norveç	2,7705	2,5978	2,911	3,0199	2,7056	2,9336	2,7023
Portekiz	1,8387	1,6663	2,0466	2,1168	1,9401	1,9646	1,6293
Bulgaristan	1,4406	1,5684	1,5243	1,652	1,4308	1,3042	1,045
Çek cumh.	2,4792	2,3989	2,5798	2,6943	2,2778	2,1478	2,2
Estonya	2,6394	2,6147	2,7276	2,614	2,5776	2,5886	2,2966
Finlandiya	3,6421	3,3828	3,8755	3,8801	3,2959	3,3452	3,4938
Hırvatistan	0,8421	0,7992	0,886	1,0315	0,9952	0,9971	0,8231

Kıbrıs	2,1476	2,2173	2,331	2,3972	2,0117	2,0623	1,8885
Letonya	1,1735	1,2505	1,5163	1,4023	1,2413	1,4181	1,0959
Litvanya	1,2103	1,2289	1,4198	1,3375	1,3252	1,4974	1,1065
Macaristan	1,7313	1,5928	1,8246	1,9369	1,6084	1,529	1,6478
Malta	2,2775	2,2475	2,3313	2,5047	1,8257	2,4388	1,7037
Polonya	1,3234	1,2103	1,4861	1,5137	1,3132	1,3971	1,3035
Romanya	0,4433	0,6389	0,5062	0,6389	0,5609	0,4063	0,6389
Slovakya	1,1759	1,3116	1,3251	1,4338	1,2112	1,1299	1,0418
Slovenya	1,9078	1,7865	2,1218	2,2911	1,7977	2,0304	1,865

Beşinci adımda, eşitlik 5 kullanılarak her bir kriterin alternatiflerin genel performansı üzerindeki kaldırma etkisi hesaplanmıştır (Tablo 7).

**Tablo 7: E<sub>j</sub> Değerleri**

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
1,228276123	1,74588396	0,679104537	0,658232563	1,767859797	1,459293648	2,043299601

Son adımda ise eşitlik 6 kullanılarak kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 8’de sunulmuştur.

**Tablo 8: Kriter Ağırlıkları**

K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
0,128186444	0,182205492	0,070873311	0,068695051	0,184498954	0,1522961	0,213244648

Tablo 8’e göre önem derecesi en yüksek olan kriter K7 (yaratıcılık), önem derecesi en düşük kriter ise K4 (pazar gelişmişliği) olarak tespit edilmiştir.

### MARCOS Yöntemi ile Ülkelerin İnovasyon Performanslarının Ölçülmesi

MARCOS yöntemi ile ülkeleri inovasyon performansları doğrultusunda sıralamak amacıyla ilk olarak kriterlerin niteliğine bağlı olarak eşitlik 7 yardımıyla genişletilmiş başlangıç matrisi oluşturulmuştur (Tablo 9).

**Tablo 9: Genişletilmiş Başlangıç Matrisi**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
AAI	56	28,9	45,1	44,7	25,9	25,2	22,2
TR	56	48,5	47	49,7	30,8	25,3	35,3
ABD	87,6	58,1	55,3	81,5	63	59,2	47,8
Avusturya	86,2	59,9	60	51,9	52,3	40,3	39
Kanada	90,1	52,4	53,7	84,7	50,1	38,3	41,9
Fransa	83,4	55,4	57,1	61	50,4	44,3	52,6
Hollanda	88,9	55,9	57,7	55,2	61	54,8	52,2
Lüksemburg	79,8	40	52,5	49	57,8	30,1	54,4
Almanya	84,3	62,7	55,6	57,8	54,5	53,3	50
İtalya	75,5	46	54,2	50,7	36,7	41,7	35,8

İngiltere	86,6	58,2	59,7	78,1	49,7	52,3	54
Belçika	80,8	59,7	52	54,1	51,7	42,3	35,1
Danimarka	88,8	62,3	60,8	68	55,2	47,6	47,7
İrlanda	84,3	48,5	62,1	49,7	51,5	47,6	36,7
Yunanistan	69,2	54,3	48,5	45,2	25,9	25,2	22,9
İsviçre	87,3	60,7	62,7	71,5	62,6	63,9	60,2
İsveç	88,8	64,1	62,6	64,6	68,1	60,3	52,9
İspanya	77,5	47,4	58,2	54,2	35,5	36,2	36,2
İzlanda	86,8	49,7	54,5	56,8	50,4	37	50,7
Norveç	92,6	56,8	64,8	57,6	45,7	35,4	39,3
Portekiz	80,4	49,3	52,6	48,6	33,6	31,9	39,3
Bulgaristan	69,8	31,7	51,7	45,1	32,6	36	41,1
Çek cumh.	76,9	43	56	49,5	43,5	48,2	40,3
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	56,5	42,9
Hırvatistan	69,8	37,6	53,8	46,1	27,7	26,9	28,2
Kıbrıs	80,4	38,7	53,9	50	42,6	39,4	41,3
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
Macaristan	71,7	42,5	52,6	46,6	37,5	39,5	30,9
Malta	73,9	39,3	56,4	47	53,7	28,3	52
Polonya	73,2	42,3	50,1	48,3	34,2	30,6	29,6
Romanya	68,1	28,9	51,5	44,7	28	31,8	22,2
Slovakya	72,8	32,8	50,5	44,9	32,5	34,3	33
Slovenya	82,9	48,3	53,9	45,1	42,8	33	34,3
AI	93,3	64,1	64,8	84,7	68,1	63,9	60,2

İkinci adımda, Tablo 9'da yer alan genişletilmiş başlangıç matrisi elemanları eşitlik 11 kullanılarak normalize edilmiştir. Sonuçlar Tablo 10'da sunulmuştur.

**Tablo 10:** Normalize Edilmiş Genişletilmiş Matris

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
AAI	0,6	0,4509	0,696	0,528	0,3803	0,3944	0,3688
TR	0,6	0,7566	0,7253	0,587	0,4523	0,3959	0,5864
ABD	0,939	0,9064	0,8534	0,962	0,9251	0,9264	0,794
Avusturya	0,924	0,9345	0,9259	0,613	0,768	0,6307	0,6478
Kanada	0,966	0,8175	0,8287	1	0,7357	0,5994	0,696
Fransa	0,894	0,8643	0,8812	0,72	0,7401	0,6933	0,8738
Hollanda	0,953	0,8721	0,8904	0,652	0,8957	0,8576	0,8671
Lüksemburg	0,855	0,624	0,8102	0,579	0,8488	0,471	0,9037
Almanya	0,904	0,9782	0,858	0,682	0,8003	0,8341	0,8306
İtalya	0,809	0,7176	0,8364	0,599	0,5389	0,6526	0,5947
İngiltere	0,928	0,908	0,9213	0,922	0,7298	0,8185	0,897
Belçika	0,866	0,9314	0,8025	0,639	0,7592	0,662	0,5831
Danimarka	0,952	0,9719	0,9383	0,803	0,8106	0,7449	0,7924
İrlanda	0,904	0,7566	0,9583	0,587	0,7562	0,7449	0,6096
Yunanistan	0,742	0,8471	0,7485	0,534	0,3803	0,3944	0,3804

İsviçre	0,936	0,947	0,9676	0,844	0,9192	1	1
İsveç	0,952	1	0,966	0,763	1	0,9437	0,8787
İspanya	0,831	0,7395	0,8981	0,64	0,5213	0,5665	0,6013
İzlanda	0,93	0,7754	0,841	0,671	0,7401	0,579	0,8422
Norveç	0,992	0,8861	1	0,68	0,6711	0,554	0,6528
Portekiz	0,862	0,7691	0,8117	0,574	0,4934	0,4992	0,6528
Bulgaristan	0,748	0,4945	0,7978	0,532	0,4787	0,5634	0,6827
Çek cumh.	0,824	0,6708	0,8642	0,584	0,6388	0,7543	0,6694
Estonya	0,869	0,6693	0,9228	0,784	0,5859	0,6009	0,7525
Finlandiya	1	0,9735	0,9182	0,693	0,8957	0,8842	0,7126
Hırvatistan	0,748	0,5866	0,8302	0,544	0,4068	0,421	0,4684
Kıbrıs	0,862	0,6037	0,8318	0,59	0,6256	0,6166	0,686
Letonya	0,846	0,5881	0,696	0,591	0,5007	0,4351	0,5615
Litvanya	0,819	0,6037	0,7701	0,634	0,4626	0,4038	0,5581
Macaristan	0,768	0,663	0,8117	0,55	0,5507	0,6182	0,5133
Malta	0,792	0,6131	0,8704	0,555	0,7885	0,4429	0,8638
Polonya	0,785	0,6599	0,7731	0,57	0,5022	0,4789	0,4917
Romanya	0,73	0,4509	0,7948	0,528	0,4112	0,4977	0,3688
Slovakya	0,78	0,5117	0,7793	0,53	0,4772	0,5368	0,5482
Slovenya	0,889	0,7535	0,8318	0,532	0,6285	0,5164	0,5698
AI	1	1	1	1	1	1	1

Üçüncü adımda, eşitlik 12 kullanılarak ağırlıklı normalize edilmiş matris elde edilmiş ve Tablo 11’de sunulmuştur.

**Tablo 11:** Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	$\Sigma$
AAI	0,077	0,082	0,0493	0,036	0,07	0,06	0,0786	0,45354
TR	0,077	0,138	0,0514	0,04	0,083	0,06	0,125	0,5753
ABD	0,12	0,165	0,0605	0,066	0,171	0,141	0,1693	0,89318
Avusturya	0,118	0,17	0,0656	0,042	0,142	0,096	0,1381	0,77231
Kanada	0,124	0,149	0,0587	0,069	0,136	0,091	0,1484	0,7756
Fransa	0,115	0,157	0,0625	0,049	0,137	0,106	0,1863	0,81244
Hollanda	0,122	0,159	0,0631	0,045	0,165	0,131	0,1849	0,86969
Lüksemburg	0,11	0,114	0,0574	0,04	0,157	0,072	0,1927	0,74153
Almanya	0,116	0,178	0,0608	0,047	0,148	0,127	0,1771	0,85354
İtalya	0,104	0,131	0,0593	0,041	0,099	0,099	0,1268	0,66051
İngiltere	0,119	0,165	0,0653	0,063	0,135	0,125	0,1913	0,86363
Belçika	0,111	0,17	0,0569	0,044	0,14	0,101	0,1243	0,74668
Danimarka	0,122	0,177	0,0665	0,055	0,15	0,113	0,169	0,85271
İrlanda	0,116	0,138	0,0679	0,04	0,14	0,113	0,13	0,74489
Yunanistan	0,095	0,154	0,053	0,037	0,07	0,06	0,0811	0,55048
İsviçre	0,12	0,173	0,0686	0,058	0,17	0,152	0,2132	0,95419
İsveç	0,122	0,182	0,0685	0,052	0,184	0,144	0,1874	0,94067
İspanya	0,106	0,135	0,0637	0,044	0,096	0,086	0,1282	0,65951
İzlanda	0,119	0,141	0,0596	0,046	0,137	0,088	0,1796	0,77053
Norveç	0,127	0,161	0,0709	0,047	0,124	0,084	0,1392	0,75366
Portekiz	0,11	0,14	0,0575	0,039	0,091	0,076	0,1392	0,65382

Bulgaristan	0,096	0,09	0,0565	0,037	0,088	0,086	0,1456	0,59884
Çek cumh.	0,106	0,122	0,0612	0,04	0,118	0,115	0,1428	0,70476
Estonya	0,111	0,122	0,0654	0,054	0,108	0,092	0,1605	0,71271
Finlandiya	0,128	0,177	0,0651	0,048	0,165	0,135	0,152	0,87013
Hırvatistan	0,096	0,107	0,0588	0,037	0,075	0,064	0,0999	0,53806
Kıbrıs	0,11	0,11	0,059	0,041	0,115	0,094	0,1463	0,67559
Letonya	0,108	0,107	0,0493	0,041	0,092	0,066	0,1197	0,5839
Litvanya	0,105	0,11	0,0546	0,044	0,085	0,061	0,119	0,57895
Macaristan	0,099	0,121	0,0575	0,038	0,102	0,094	0,1095	0,61984
Malta	0,102	0,112	0,0617	0,038	0,145	0,067	0,1842	0,71018
Polonya	0,101	0,12	0,0548	0,039	0,093	0,073	0,1049	0,58522
Romanya	0,094	0,082	0,0563	0,036	0,076	0,076	0,0786	0,49858
Slovakya	0,1	0,093	0,0552	0,036	0,088	0,082	0,1169	0,5716
Slovenya	0,114	0,137	0,059	0,037	0,116	0,079	0,1215	0,66283
Aİ	0,128	0,182	0,0709	0,069	0,184	0,152	0,2132	1

Dördüncü adımda, eşitlik 13 ve 14 kullanılarak ideal ve ideal olmayan çözüme ilişkin fayda dereceleri hesaplanmıştır. Ardından, alternatiflerin fayda fonksiyonu eşitlik 17 ve 18 kullanılarak tanımlanmıştır. Sonuçlar Tablo 12'deki gibidir.

**Tablo 12:** Fayda Dereceleri ve Fayda Fonksiyonları

	$K_i^-$	$K_i^+$	$K_i^- + K_i^+$	$f(K_i^-)$	$f(K_i^+)$		$K_i^-$	$K_i^+$	$K_i^- + K_i^+$	$f(K_i^-)$	$f(K_i^+)$
TR	1	0,4535	1,454	0,312	0,688	Izlanda	1,454	0,6595	2,114	0,312	0,688
ABD	1,268	0,5753	1,844	0,312	0,688	Norveç	1,699	0,7705	2,469	0,312	0,688
Avusturya	1,969	0,8932	2,863	0,312	0,688	Portekiz	1,662	0,7537	2,415	0,312	0,688
Kanada	1,703	0,7723	2,475	0,312	0,688	Bulgaristan	1,442	0,6538	2,095	0,312	0,688
Fransa	1,71	0,7756	2,486	0,312	0,688	Çek cumh.	1,32	0,5988	1,919	0,312	0,688
Hollanda	1,791	0,8124	2,604	0,312	0,688	Estonya	1,554	0,7048	2,259	0,312	0,688
Lüksemburg	1,918	0,8697	2,787	0,312	0,688	Finlandiya	1,571	0,7127	2,284	0,312	0,688
Almanya	1,635	0,7415	2,377	0,312	0,688	Hırvatistan	1,919	0,8701	2,789	0,312	0,688
İtalya	1,882	0,8535	2,735	0,312	0,688	Kıbrıs	1,186	0,5381	1,724	0,312	0,688
İngiltere	1,456	0,6605	2,117	0,312	0,688	Letonya	1,49	0,6756	2,165	0,312	0,688
Belçika	1,904	0,8636	2,768	0,312	0,688	Litvanya	1,287	0,5839	1,871	0,312	0,688
Danimarka	1,646	0,7467	2,393	0,312	0,688	Macaristan	1,277	0,579	1,855	0,312	0,688
İrlanda	1,88	0,8527	2,733	0,312	0,688	Malta	1,367	0,6198	1,987	0,312	0,688
Yunanistan	1,642	0,7449	2,387	0,312	0,688	Polonya	1,566	0,7102	2,276	0,312	0,688
İsviçre	1,214	0,5505	1,764	0,312	0,688	Romanya	1,29	0,5852	1,876	0,312	0,688
İsveç	2,104	0,9542	3,058	0,312	0,688	Slovakya	1,099	0,4986	1,598	0,312	0,688
İspanya	2,074	0,9407	3,015	0,312	0,688	Slovenya	1,26	0,5716	1,832	0,312	0,688

Son adımda ise alternatifler, eşitlik 16 yardımıyla fayda fonksiyonlarının nihai değerlerine dayanılarak sıralanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 13'te sunulmuştur.



**Tablo 13:** MARCOS Yöntemi Sıralama Sonuçları

Firma	f(K <sub>i</sub> )	Sıralama	Firma	f(K <sub>i</sub> )	Sıralama
TR	0,504	30	İzlanda	0,675	12
ABD	0,7825	3	Norveç	0,6602	13
Avusturya	0,6766	11	Portekiz	0,5728	24
Kanada	0,6795	10	Bulgaristan	0,5246	26
Fransa	0,7117	9	Çek cumh.	0,6174	19
Hollanda	0,7619	5	Estonya	0,6244	17
Lüksemburg	0,6496	16	Finlandiya	0,7623	4
Almanya	0,7477	7	Hırvatistan	0,4714	33
İtalya	0,5786	22	Kıbrıs	0,5918	20
İngiltere	0,7566	6	Letonya	0,5115	28
Belçika	0,6541	14	Litvanya	0,5072	29
Danimarka	0,747	8	Macaristan	0,543	25
İrlanda	0,6525	15	Malta	0,6221	18
Yunanistan	0,4822	32	Polonya	0,5127	27
İsviçre	0,8359	1	Romanya	0,4368	34
İsveç	0,8241	2	Slovakya	0,5007	31
İspanya	0,5778	23	Slovenya	0,5807	21

Tablo 13'te yer alan MARCOS yöntemi ile elde edilen sıralama sonuçlarına göre, ilk beş sırada İsviçre, İsveç, ABD, Finlandiya, Hollanda yer alırken, son beş sırada Romanya, Hırvatistan, Yunanistan, Slovakya ve Türkiye yer almıştır. Karar matrisi incelendiğinde piyasa gelişmişliği, bilgi ve teknoloji, yaratıcılık konularında gösterilen performansın ülkelerin sıralamasında belirleyici olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan veri setinin ve yöntemlerin farklılığı göz önünde bulundurularak literatürde yer alan benzer çalışma sonuçlarına bakıldığında; Satıcı (2021), CRITIC-WASPAS modelini kullandığı çalışmada AİE verilerini kullanarak AB üyesi 27 ülke ve AB üyesi olmayan 8 ülkenin inovasyon performansını ölçmüştür. Çalışma sonunda inovasyon performansı bakımından ilk üç sırada İsviçre, İsveç ve Finlandiya yer alırken, Romanya, Bosna Hersek ve Makedonya son sıralarda yer almıştır. Oralhan & Büyüktürk (2019), AİE verilerini kullanarak AB üyesi 28 ülke ve AB üyesi olmayan 8 ülkenin inovasyon performansını TOPSIS, MOORA yöntemlerini kullanarak ölçmüşlerdir. Buna göre ilk üç sırada İsviçre, İsveç ve Danimarka yer alırken, son üç sırada TOPSIS yöntemine göre Ukrayna, Romanya ve Makedonya, MOORA yöntemine göre ise Romanya, Ukrayna ve Polonya yer almıştır. Ayçin & Çakın (2019), 2018 yılı AİE verilerini kullanarak Avrupa'da yer alan 36 ülkenin inovasyon performansını Entropy-MABAC modelini kullanarak ölçmüşlerdir. İlk üç sırada İsviçre, İsveç ve Danimarka yer alırken, son üç sırada Ukrayna, Romanya ve Makedonya yer almıştır. Mavi & Standing (2017), 2016 yılı KİE verilerini kullanarak OECD'ye üye 34 ülkenin inovasyon performansını VZA yöntemiyle ölçmüşler ve İzlanda, İrlanda, Lüksemburg ve İsviçre'nin en yüksek etkinlik puanına sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bakır & Çakır (2021), 2019 yılı için üç farklı endeks (KRE, KİE ve AİK) kullanarak AB ve OECD'ye üye 23 ülkenin inovasyon performansını CRITIC-EVAMIX modeli ile ölçmüşlerdir. En son aşamada, üç farklı sıralamayı Borda Sayım yöntemi ile bütünleşik hale

getirmişlerdir. Buna göre, inovasyon performansı bakımından ilk beş sırada İsveç, Danimarka, Hollanda, Finlandiya, Almanya; son beş sırada ise Yunanistan, Slovakya, Türkiye, Letonya, Litvanya ülkeleri yer almıştır. Literatürdeki çalışma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde inovasyon performansı bakımından İsviçre, İsveç, Danimarka, Finlandiya, Hollanda ülkeleri ön sıralarda yer alırken, Romanya, Makedonya, Ukrayna, Slovakya, Yunanistan ve Türkiye gibi ülkeler son sıralarda yer almıştır. Bu açıdan, bu çalışmada elde edilen sonuçların literatürdeki çalışma sonuçlarına yakın olduğu söylenebilir.

### DUYARLILIK ANALİZİ

MARCOS yönteminin duyarlılık analizi iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada, kriter ağırlıkları değiştirilerek sıralama sonuçlarındaki farklılıklar analiz edilmiştir. İkinci aşamada, MARCOS yönteminin sonuçları diğer ÇKKV yöntemlerinin (PIV, ROV, SAW, CoCoSo) sonuçları ile karşılaştırılmıştır.

#### Kriter Ağırlıklarının Değiştirilmesi

Her bir kriterin göreceli önemini ifade eden kriter ağırlıkları, ÇKKV sıralama sonuçları üzerinde önemli ölçüde etkilidir. Duyarlılık analizi yoluyla, kriterlerin ağırlıklarındaki bir değişikliğin alternatiflerin nihai sıralaması üzerindeki etkisi tahmin edilir. Kriter ağırlıklarının değiştirilmesi farklı bir sıralamaya neden oluyorsa, modelin bu ağırlıklara duyarlı olduğu kabul edilir. Bu nedenle, bir ÇKKV modelinin kararlılığı, eğer model tarafından belirlenen nihai sıralama, duyarlılık analizi sırasında ağırlıklardaki değişiklikten az ya da çok etkilenmeden kalırsa sağlanmaktadır (Biswas vd., 2019: 74). Bu bölümde, sonuçlardaki dalgalanmaları kontrol etmek amacıyla kriter ağırlıkları değiştirilerek analiz tekrarlanmıştır. İlk olarak, her bir kritere eşit ağırlık ( $1/7=0,143$ ) verilerek analiz gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada ise objektif bir teknik olan Entropy kullanılarak kriter ağırlıkları belirlenmiş ve analiz tekrarlanmıştır. Üç farklı ağırlıklandırma tekniği ile elde edilen MARCOS sıralama sonuçları Tablo 14’te sunulmuştur.

**Tablo 14:** Farklı Kriter Ağırlıklandırma Teknikleri Temelinde MARCOS Sıralama Sonuçları

	MARCOS Sıralama Sonuçları					
	MEREK		EA		Entropy	
	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra
TR	0,504	30	0,5053	31	0,3778	29
ABD	0,7825	3	0,7765	3	0,4758	3
Avusturya	0,6766	11	0,6703	11	0,7998	11
Kanada	0,6795	10	0,6948	10	0,6451	10
Fransa	0,7117	9	0,6977	9	0,6649	9
Hollanda	0,7619	5	0,7372	7	0,6906	5
Lüksemburg	0,6496	16	0,6269	17	0,7542	15
Almanya	0,7477	7	0,7249	8	0,6207	7

İtalya	0,5786	22	0,5846	22	0,7375	21
İngiltere	0,7566	6	0,7541	4	0,5573	6
Belçika	0,6541	14	0,6455	15	0,7489	13
Danimarka	0,747	8	0,7403	6	0,6371	8
İrlanda	0,6525	15	0,6546	14	0,7293	14
Yunanistan	0,4822	32	0,4957	32	0,6356	32
İsviçre	0,8359	1	0,8143	1	0,4375	1
İsveç	0,8241	2	0,8007	2	0,8437	2
İspanya	0,5778	23	0,5907	21	0,8271	22
İzlanda	0,675	12	0,6623	13	0,5452	12
Norveç	0,6602	13	0,6694	12	0,6439	16
Portekiz	0,5728	24	0,574	24	0,6135	24
Bulgaristan	0,5246	26	0,5292	26	0,5289	26
Çek cumh.	0,6174	19	0,6164	18	0,5007	17
Estonya	0,6244	17	0,6384	16	0,6065	18
Finlandiya	0,7623	4	0,7483	5	0,5994	4
Hırvatistan	0,4714	33	0,4932	33	0,7543	33
Kıbrıs	0,5918	20	0,593	20	0,4329	20
Letonya	0,5115	28	0,5194	29	0,5688	28
Litvanya	0,5072	29	0,5234	28	0,4767	31
Macaristan	0,543	25	0,5511	25	0,4686	25
Malta	0,6221	18	0,6065	19	0,5247	19
Polonya	0,5127	27	0,5246	27	0,5906	27
Romanya	0,4368	34	0,4655	34	0,4818	34
Slovakya	0,5007	31	0,5127	30	0,4135	30
Slovenya	0,5807	21	0,5813	23	0,475	23

Tablo 14'te yer alan sonuçlara göre, kriter ağırlıklarındaki değişimlerin alternatiflerin sıralaması üzerinde küçük bir etkiye sahip olduğu, ilk ve son sırada yer alan ülkelerin her durumda aynı sırada olduğu görülmektedir. Ülkelerin sıralamasının küçük sapmalar gösterdiği açıkça görülmektedir. Bu durum, MARCOS yöntemiyle elde edilen sıralamaların sağlamlığını göstermektedir.

#### MARCOS Sonuçlarının Diğer ÇKKV Yöntemleriyle Karşılaştırılması

Bu bölümde, MARCOS yöntemi ile elde edilen sonuçlar diğer ÇKKV yöntemleri (PIV, ROV, SAW, CoCoSo) ile karşılaştırılmıştır. Yöntemlerin gerçek dünya problemlerine uygunluğu, kolay uygulanabilir olmaları gibi özellikler seçim sürecinde etkili olmuştur. Seçilen yöntemlerle elde edilen sonuçlar Tablo 15'te sunulmuştur.

**Tablo 15:** Farklı ÇKKV Yöntemleri ile Elde Edilen Sonuçlar

	MARCOS		PIV		ROV		SAW		CoCoSo	
	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra	Değer	Sıra
TR	0,504	30	0,1026	30	0,1061	31	0,575	30	2,99722	31
ABD	0,7825	3	0,0253	3	0,528	2	0,893	3	7,00158	2
Avusturya	0,6766	11	0,0565	12	0,3001	11	0,772	11	5,07257	11

Kanada	0,6795	10	0,0550	10	0,5612	1	0,776	10	7,22053	1
Fransa	0,7117	9	0,0458	9	0,3334	10	0,812	9	5,37591	10
Hollanda	0,7619	5	0,0316	4	0,3788	8	0,87	5	5,76817	8
Lüksemburg	0,6496	16	0,0623	16	0,2563	17	0,742	16	4,65729	17
Almanya	0,7477	7	0,0358	7	0,365	9	0,854	7	5,6504	9
İtalya	0,5786	22	0,0823	21	0,1937	23	0,661	22	4,10062	23
İngiltere	0,7566	6	0,0333	6	0,4508	5	0,864	6	6,3699	5
Belçika	0,6541	14	0,0620	14	0,2701	15	0,747	14	4,80501	15
Danimarka	0,747	8	0,0366	8	0,3881	7	0,853	8	5,8502	7
İrlanda	0,6525	15	0,0622	15	0,275	14	0,745	15	4,84775	14
Yunanistan	0,4822	32	0,1101	32	0,0969	32	0,55	32	2,77892	33
İsviçre	0,8359	1	0,0107	1	0,4822	3	0,954	1	6,64758	3
İsveç	0,8241	2	0,0145	2	0,454	4	0,941	2	6,41201	4
İspanya	0,5778	23	0,0832	23	0,1996	21	0,66	23	4,15517	21
İzlanda	0,675	12	0,0562	11	0,2932	13	0,771	12	5,01471	13
Norveç	0,6602	13	0,0618	13	0,2958	12	0,754	13	5,0328	12
Portekiz	0,5728	24	0,0849	24	0,1895	24	0,654	24	4,04386	24
Bulgaristan	0,5246	26	0,0963	26	0,1321	26	0,599	26	3,45307	26
Çek cumh.	0,6174	19	0,0710	19	0,2307	18	0,705	19	4,44621	18
Estonya	0,6244	17	0,0698	17	0,2596	16	0,713	17	4,71228	16
Finlandiya	0,7623	4	0,0322	5	0,3888	6	0,87	4	5,85405	6
Hırvatistan	0,4714	33	0,1122	33	0,0871	33	0,538	33	2,97556	32
Kıbrıs	0,5918	20	0,0784	20	0,2058	20	0,676	20	4,21232	20
Letonya	0,5115	28	0,1009	28	0,1224	29	0,584	28	3,20632	30
Litvanya	0,5072	29	0,1024	29	0,1231	28	0,579	29	3,36555	28
Macaristan	0,543	25	0,0918	25	0,1551	25	0,62	25	3,71793	25
Malta	0,6221	18	0,0699	18	0,2303	19	0,71	18	4,40964	19
Polonya	0,5127	27	0,1007	27	0,1258	27	0,585	27	3,42159	27
Romanya	0,4368	34	0,1209	34	0,0499	34	0,499	34	2,14622	34
Slovakya	0,5007	31	0,1033	31	0,1115	30	0,572	31	3,24437	29
Slovenya	0,5807	21	0,0826	22	0,1988	22	0,663	21	4,11697	22

Tablo 15'te yer alan sonuçlara göre farklı ÇKKV yöntemleri ile elde edilen sıralamalar birebir aynı değildir. Kanada, MARCOS, PIV, SAW yöntemlerine göre 10. sırada yer alırken, ROV ve CoCoSo yöntemlerine göre ise ilk sırada yer almıştır. Bu sıralama haricinde beş yöntemle elde edilen sıralamalar küçük sapmalar göstermiştir. Bu durum, MARCOS yöntemiyle elde edilen sıralamaların sağlamlığını göstermektedir. Yöntemlerin algoritmalarının farklı olması nedeniyle ÇKKV yöntemleri ile elde edilen sıralamaların farklı olabileceği düşünülmektedir ve literatürde benzer sonuçlar elde eden pek çok çalışma (Maheshwari vd. 2021; Salabun vd. 2020; Wicher vd. 2019; González vd. 2016) vardır.

**Tablo 16:** Spearman Sıra Korelasyon Katsayıları

Spearman p	MARCOS	PIV	ROV	SAW	CoCoSo
MARCOS	1	0.999	0.980	1	0.979
PIV	0.999	1	0.979	0.999	0.978
ROV	0.980	0.979	1	0.980	0.999
SAW	1	0.999	0.980	1	0.979

COCOSO	0.979	0.978	0.999	0.979	1
--------	-------	-------	-------	-------	---

\* yüzde 1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 16'da yer alan Spearman sıra korelasyon testi sonucunda beş farklı yöntemle (MARCOS, PIV, ROV, SAW, CoCoSo) elde edilen sıralama sonuçları arasında pozitif yönlü yüksek bir ilişki tespit edilmiştir.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, OECD ve AB'ye üye 34 ülkenin inovasyon performansının ÇKKV yöntemleri ile ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, alternatif ve kriterlerin belirlenmesinde inovasyon kapasitelerine ve başarılarına göre ülkeleri sıralayan KİE veri tabanı kullanılmıştır. MEREC tekniği kriterlerin ağırlıklandırılması için kullanılmış, MARCOS yöntemi ise alternatiflerin performansları doğrultusunda sıralanması için kullanılmıştır. Sonuçların hassasiyetini ve güvenilirliğini test etmek amacıyla iki aşamalı bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada farklı tekniklerle (Entropy, EA) kriter ağırlıkları yeniden hesaplanmış ve analiz tekrarlanmıştır. İkinci aşamada ise MARCOS yöntemi ile elde edilen sonuçlar farklı ÇKKV yöntemleri (PIV, ROV, SAW, CoCoSo) ile karşılaştırılmıştır.

MEREC-MARCOS modeli ile elde edilen sonuçlara göre inovasyon performansı bakımından ilk sırada A15 (İsviçre) yer alırken, son sırada A32 (Romanya) yer almıştır. Diğer taraftan, yaratıcılık, iş gelişmişliği, İK ve araştırma, bilgi ve teknoloji kriterleri önem düzeyleri en yüksek kriterler arasında yer almıştır. Karar matrisi incelendiğinde ülkelerin performans sıralamalarında piyasa gelişmişliği, bilgi ve teknoloji, yaratıcılık konularında iyi performans gösterip göstermedikleri belirleyici olmuştur. 132 ülkenin dikkate alınarak sıralandığı KİE 2021 sonuçlarına göre ilk beş sırada İsviçre, İsveç, ABD, İngiltere ve Kore yer alırken, en son sırada Angola yer almıştır. 34 ülkenin analize dahil edildiği bu çalışma sonuçlarına göre ise ilk beş sırada İsviçre, ABD, İsveç, Finlandiya ve İngiltere yer alırken, Romanya, Makedonya, Ukrayna, Slovakya, Yunanistan ve Türkiye gibi ülkeler son sıralarda yer almıştır. İnovasyon performansı bakımından son sıralarda yer alan ülkeler özellikle piyasa gelişmişliği, bilgi ve teknoloji ve yaratıcılık konularında kötü performans sergilemişlerdir. Bu doğrultuda, bahsi geçen ülkelerin yeni ürün/hizmet üretebilmek için finansman sağlanması, yaratıcılığın artırılması, ürün ve hizmetlerde katma değer yaratma gibi konularda kendilerini geliştirmeleri gerekmektedir.

Farklı kriter ağırlıkları ve farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak elde edilen sıralamalar ise küçük sapmalar göstermiştir. Bu çalışma sonuçları, literatürde farklı kriter ağırlıkları ile farklı sıralamalar elde eden çalışma (Wicher vd. 2019; González vd. 2016; Zhang vd. 2014) sonuçları ile farklı ÇKKV yöntemleri kullanılarak farklı sıralama elde edilen çalışma (Maheshwari vd. 2021; Salabun vd. 2020) sonuçlarını desteklemektedir.

Bu çalışma ile aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- MEREC-MARCOS modelinin ülkelerin inovasyon performans ölçümü için uygun bir model olduğu tespit edilmiştir.
- MEREC, Entropy ve Eşit ağırlık teknikleri temelinde elde edilen MARCOS sıralamaları birbirinden küçük ölçüde farklılaşmıştır.
- MARCOS, PIV, ROV, SAW ve CoCoSo yöntemleri ile elde edilen sıralamalar genel olarak birbirinden küçük ölçüde farklılaşmıştır.

Bu çalışmada, yalnızca OECD ve AB'ye üye olan ülkeler dikkate alınarak bir analiz gerçekleştirilmiştir. Gelecekte yapılması düşünülen çalışmalarda, farklı bir veri seti kullanılabilir. Ayrıca, objektif kriter ağırlıklandırma teknikleri yerine subjektif teknikler kullanılarak elde edilen sonuçlar kıyaslanabilir.

#### KAYNAKÇA

Alamerew, Y. A., Kambanou, M. L., Sakao, T., & Brissaud, D. (2020). A Multi-criteria Evaluation Method of Product-level Circularity Strategies. *Sustainability*, 12(12), 5129.

Altıntaş, F. F. (2020). İnovasyon Performanslarının Entropi Tabanlı Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi: G7 Grubu Ülkeleri Örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 151-172.

Altıntaş, F. F. (2022). Avrupa Ülkelerinin Enerji İnovasyonu Performanslarının Analizi: Mabac ve Marcos Yöntemleri İle Bir Uygulama. *İşletme Akademisi Dergisi*, 3(2), 188-216.

Ayçin, E. & Çakin, E. (2019). Ülkelerin İnovasyon Performanslarının Ölçümünde Entropi ve MABAC Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 19(2), 326-351.

Aytekin, A. (2020). Türkiye'de Önde Gelen Şirketlerin Etkinlik, Farklılık ve Performans Ölçümü. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(4), 19-35.

Aytekin, A. (2021). Comparative Analysis of the Normalization Techniques in the Context of MCDM Problems. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(2), 1-25.

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

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

Biswas, T. K., Chaki, S., & Das, M. C. (2019). MCDM Technique Application to the Selection of an Indian Institute of Technology. *Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 2(3), 65-76.

Çiçek, H., & Onat, O. (2012). İnovasyon odaklı faaliyetlerin firma performansına etkisinin veri zarflama analizi ile belirlenmesi; İMKB üzerine bir araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(7), 46-53.

Cui, F., Lim, H., & Song, J. (2022). The Influence of Leadership Style in China SMEs on Enterprise Innovation Performance: The Mediating Roles of Organizational Learning. *Sustainability*, 14(6), 1-17.

Duran, Z. (2022). Yeni Sanayileşen Ülkelerde İnovasyon Performansının CRITIC Tabanlı GİA Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 5(1), 150-162.

Edeş, U. & Çalık, E. (2020). İmalat İşletmelerinin Sürdürülebilir Süreç İnovasyon Performansının Ölçümü için Ölçek Geliştirme. *Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 9(2), 1-24.

Franco, C., & de Oliveira, R. H. (2017). Inputs and Outputs of Innovation: Analysis of the BRICS: Theme 6–innovation Technology and Competitiveness. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 14(1), 79-89.

Gjergji, R., Lazzarotti, V., & Visconti, F. (2022). Socioemotional Wealth, Entrepreneurial Behaviour and Open Innovation Breadth in Family Firms: The Joint Effect on Innovation Performance. *Creativity and Innovation Management*, 31(1), 93-108.

Global Innovation Index (2021). [https://www.wipo.int/global\\_innovation\\_index/en/2021/](https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/2021/), Erişim Tarihi: 17.01.2022.

González, M. F., García, Á. L. F., Salomon, V. A. P., Marx-Gómez, J. & Hernández, C. T. (2016). Sustainability Performance Measurement with Analytic Network Process and Balanced Scorecard: Cuban Practical Case. *Production*, 26:527-539.

Güler, E. Ö. & Kanber, S. (2011). İnovasyon Aktivitelerinin İnovasyon Performansı Üzerine Etkileri: İmalat Sanayii Uygulaması. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 61-76.

Güleryüz, Ö. G. İ. (2020). Yükselen Trend Stratejik İnovasyon Kavramı ve İşletmeler Üzerine Etkisi: Bir Literatür İncelemesi. *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, 6 (31), 720, 728, 269-276.

Gürtuna, F., & Polat, U. (2020). Küresel İnovasyon Endeksi Verilerinin Kümeleme Analizi ile Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(2), 551-566.

Güven, P. (2022). Banka Etkinliği ve İnovasyon İlişkinine Yönelik Bir Panel Veri Analizi. *Journal of International Management Educational and Economics Perspectives*, 10(1), 1-11.

Hancıoğlu, Y. (2016). Küresel İnovasyon Endeksini Oluşturan İnovasyon Girdi Ve Çıktı Göstergeleri Arasındaki İlişkinin Kanonik Korelasyon Analizi İle İncelenmesi: OECD Örneği. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(4), 131-158.

Keshavarz-Ghorabae, M., Amiri, M., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Antucheviciene, J. (2021). Determination of Objective Weights Using a New Method Based on the Removal Effects of Criteria (MEREC). *Symmetry*, 13(4), 525.

Kutieshat, R., & Farmanesh, P. (2022). The Impact of New Human Resource Management Practices on Innovation Performance during the COVID 19 Crisis: A New Perception on Enhancing the Educational Sector. *Sustainability*, 14(5), 1-21.

Maheshwari, N., Choudhary, J., Rath, A., Shinde, D. & Kalita, K. (2021). Finite Element Analysis and Multi-criteria Decision-Making (MCDM)-Based Optimal Design Parameter Selection of Solid Ventilated Brake Disc. *J. Inst. Eng. (India) Ser. C*, 102(2), 349-359.

Mavi, R. K., & Standing, C. (2017). Eco-innovation analysis with DEA: an application to OECD countries. *International Journal on Computer Science and Information Systems*, 12(2), 133-147.

Oralhan, B. & Büyüktürk, M. A. (2019). Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye'nin İnovasyon Performansının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Kıyaslanması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (16), 471-484.

Sařabun, W., Wařróbski, J., & Shekhovtsov, A. (2020). Are mcda methods benchmarkable? a comparative study of topsis, vikor, copras, and promethee ii methods. *Symmetry*, 12(9), 1549.

Satıcı, S. (2021). Ülkelerin İnovasyon Performansının CRITIC Temelli WASPAS Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Giriřimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 16(2), 91-104.

Stević, Ź., & Brković, N. (2020). A Novel Integrated FUCOM-MARCOS Model for Evaluation of Human Resources in a Transport Company. *Logistics*, 4(1), 1-14.



Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). Sustainable Supplier Selection in Healthcare Industries Using a New MCDM Method: Measurement of Alternatives and Ranking According to Compromise Solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140, 1-15.

Taş, S. (2017). İnovasyon, Eğitim ve Küresel İnovasyon Endeksi. *Bilge Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 1(1), 99-123.

Taşgit, Y. E., & Demirel, O. (2016). İnovasyon Süreci Performansı Ölçüm Kriterlerini Nitel Bir Araştırma İle Belirleme: Bilişim Sektöründen Bulgular. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 307-330.

Türkmen, M., A., & Aynaoglu, Y. (2017). Küresel Rekabet Endeksi Göstergelerinin Küresel İnovasyon Endeksi Üzerindeki Etkisi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 5(4), 257-282.

Wang, S., Liu, Q., Dinçer, H. & Yüksel, S. (2020). Analysis of Innovation Performance for Retail Banking Industry with the Hybrid Fuzzy Decision-Making Approach. *SAGE Open*, 10(2), 1-13.

Wicher, P., Zapletal, F. & Lenort, R. (2019). Sustainability Performance Assessment of Industrial Corporation Using Fuzzy Analytic Network Process. *Journal of Cleaner Production*, 241:1-14.

Wonglimpiyarat, J. (2010). Innovation Index and the Innovative Capacity of Nations. *Futures*, 42(3), 247-253.

Xiao, P., Zhang, H., Sun, X., Zhang, F., Du, X., & Liu, G. (2022). International Ambidexterity and Innovation Performance: The Moderating Role of the Host Country's Institutional Quality. *Journal of Innovation & Knowledge*, 7(3), 1-14.

Yang, H., & Zhu, X. (2022). Research on Green Innovation Performance of Manufacturing Industry and Its Improvement Path in China. *Sustainability*, 14(13), 1-21.

Zhang, X., Wang, C., Li, E. & Xu, C. (2014). Assessment Model of Eco-Environmental Vulnerability Based on Improved Entropy Weight Method. *The Scientific World Journal*, 2014:1-7.