

TOPSIS VE PROMETHEE YÖNTEMLERİ İLE ELDE EDİLEN ÜSTÜNLÜK SIRALAMALARININ BİR UYGULAMA ÜZERİNDEN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Tolga GENÇ*

Doç. Dr. Mahmut MASCA**

ÖZET

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ve PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) yöntemleri son yıllarda araştırmalarda sıklıkla kullanılan Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri arasında yer almaktadır. Bu araştırmada söz konusu iki yöntem kullanılarak Avrupa Birliği üye ülkeleri ve Türkiye'nin bazı ekonomik kriterlere göre performans sıralamaları ayrı ayrı elde edilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ülkeleri ekonomik kriterlere göre sıralarken bazı ek bilgiler kullandığı için elde edilen sıralamalar arasında farklar oluşabilmektedir. Araştırmamızda, yöntemler hakkında ayrıntılı bilgiler verilmiş ve yöntemlerin bazı ekonomik verilere uygulanması sonucunda elde edilen sıralamaların birbirlerine ne kadar yakınsadığı istatistiki olarak test edilmiş, sonuçları ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, PROMETHEE ve TOPSIS yöntemleri sonucunda elde edilen sıralama değerlerinin birbirlerine çok yüksek bir oranda benzediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, TOPSIS ve PROMETHEE.

JEL Sınıflandırılması: C44, C61, C65.

THE COMPARISON OF THE OUTRANKING RESULTS OF TOPSIS AND PROMETHEE METHODS

ABSTRACT

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) and PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) methods are among the Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods, used frequently in researches in recent years. In this study, by using these two methods the outrankings of the European Union member states and Turkey are obtained for each method respectively according to some economic criteria, and the results have been compared.

There could be differences between the obtained outrankings from TOPSIS and PROMETHEE methods due to additional information. In our study, detailed information is given about the methods and how close the results of the methods have been tested statistically. As a result, It has been seen that the outrankings

* tolga95@yahoo.com

** Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü, Afyonkarahisar

obtained by PROMETHEE and TOPSIS methods are highly similar to each other.

Key Words: Multi Criteria Decision Making, TOPSIS and PROMETHEE.

JEL Classification: C44, C61, C65.

GİRİŞ

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, elde mevcut alternatifleri deterministik kriter değerlerine göre inceleyerek, en iyi uzlaşıcı çözüme ulaşır. ÇKKV yöntemleri sonucunda Karar Verici (KV) eldeki mevcut alternatifleri sıralayabilir, gruplandırabilir veya aralarından seçim yapabilir.

Araştırmamızda, ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile Avrupa Birliği üye ülkeleri ve Türkiye bazı ekonomik veriler baz alınarak analiz edilmiş ve bahse konu ülkelerin sıralamaları elde edilmiştir. Ülkeleri (alternatifleri) birden fazla kritere dayanarak aralarında üstünlük ilişkileri kurmak ÇKKV yöntemlerinin uygulama sahalarından birisidir.

KV tarafından sıralanmak istenilen alternatifler için kullanılan kriterler çoğunlukla birbirleriyle çelişmektedir. İşte ÇKKV yöntemleri, bu tür durumlarda çeşitli metodlar ile KV'ye yardım eder ve alternatiflerin sıralamasının elde edilmesine yardımcı olur. Ancak ÇKKV yöntemleri ortaya koydukları farklı yaklaşımlar nedeniyle birbirlerinden ayrılmaktadır. TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri, kullandıkları matematiksel yaklaşımlar ve KV tarafından yöntemlerin kullanılmasında belirlenecek ilave bilgiler nedeniyle iki farklı ÇKKV yöntemidir.

TOPSIS yöntemi alternatiflerin en iyi çözüme (pozitif ideal çözüme) görece yakınlıklarını dikkate alarak sıralanmasını sağlamak ve KV'lere bir çözüm önerisi sunmaktadır. Yöntem, Euclid uzaklığı yardımıyla pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak olma durumuna göre alternatifleri üstünlük ilişkisine göre sıralamaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2004:448).

PROMETHEE yönteminde ise KV alternatifleri ikili olarak karşılaştırır. KV, bu karşılaştırmada her bir kriter için daha önce belirlenmiş 6 sabit tercih fonksiyonundan bir tanesini seçer. Kriterler için seçilen tercih fonksiyonları, tercih eşik değerlerinin belirlenmesini KV'den istemektedir. KV alternatifleri bu tercih fonksiyonlarına dayanarak ikili olarak karşılaştırır ve bu işlemin sonunda elde ettiği pozitif ve negatif akım değerleri vasıtasıyla alternatifleri sıralamaktadır.

ÇKKV yöntemleri ile ilgili yapılan araştırmalar, özellikle son yıllarda literatürde yaygın olarak yer almaktadır. Yöntemlerin uygulama

alanı olarak çok çeşitli alanlar sayılabilir. Bunlar arasında proje değerlendirme, lokasyon seçme, insan kaynaklarında personel seçme, ürün ve hizmet seçme sayılabilir. Literatürde TOPSIS ve PROMETHEE yöntemlerinin aynı anda uygulandığı çalışmalardan bazıları şunlardır; Özden (2009) tarafından Türkiye'deki mevduat bankalarının performanslarının ölçülmesinde TOPSIS, PROMETHEE, ELECTRE ve VIKOR yöntemleri bir arada kullanılmıştır. Araştırmacı eserinde Türkiye'de faaliyet gösteren mevduat bankalarının 2003-2007 yılları arasındaki finansal performanslarını bahse konu yöntemler ile değerlendirmiş, her bir yıl ve yöntem ile bankaları performanslarına göre sıralamıştır. Caterino vd. (2008) tarafından binaların sismik iyileştirme çalışmalarında ÇKKV yöntemleri karar verme unsuru olarak kullanılmıştır. Çalışmada binaların iyileştirme yöntemleri alternatif olarak kabul edilmiş ve seçilen ekonomik, sosyal ve teknik kriterler ile bu iyileştirme çalışmalarının sıralaması yapılmıştır. Martowibowo ve Riyanto (2011) tarafından Endonezya'nın Batı Cava bölgesinin başkenti olan Bandung şehri için katı atık projelerinin işlenmesi amacıyla seçilen alternatiflerin TOPSIS, PROMETHEE, ELECTRE ve AHP yöntemleri ile karşılaştırması yapılmıştır. Kristo vd. (2012) tarafından ÇKKV yöntemlerinin karşılaştırıldığı çalışmada, ağırlıklı çarpım, ağırlıklı toplam, VIKOR, TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri ile incelenmiştir. Gawande vd. (2013) tarafından seçilen bir şirketin üretim hatları 13 kritere göre TOPSIS, PROMETHEE ve AHP yöntemleri ile değerlendirilmiştir.

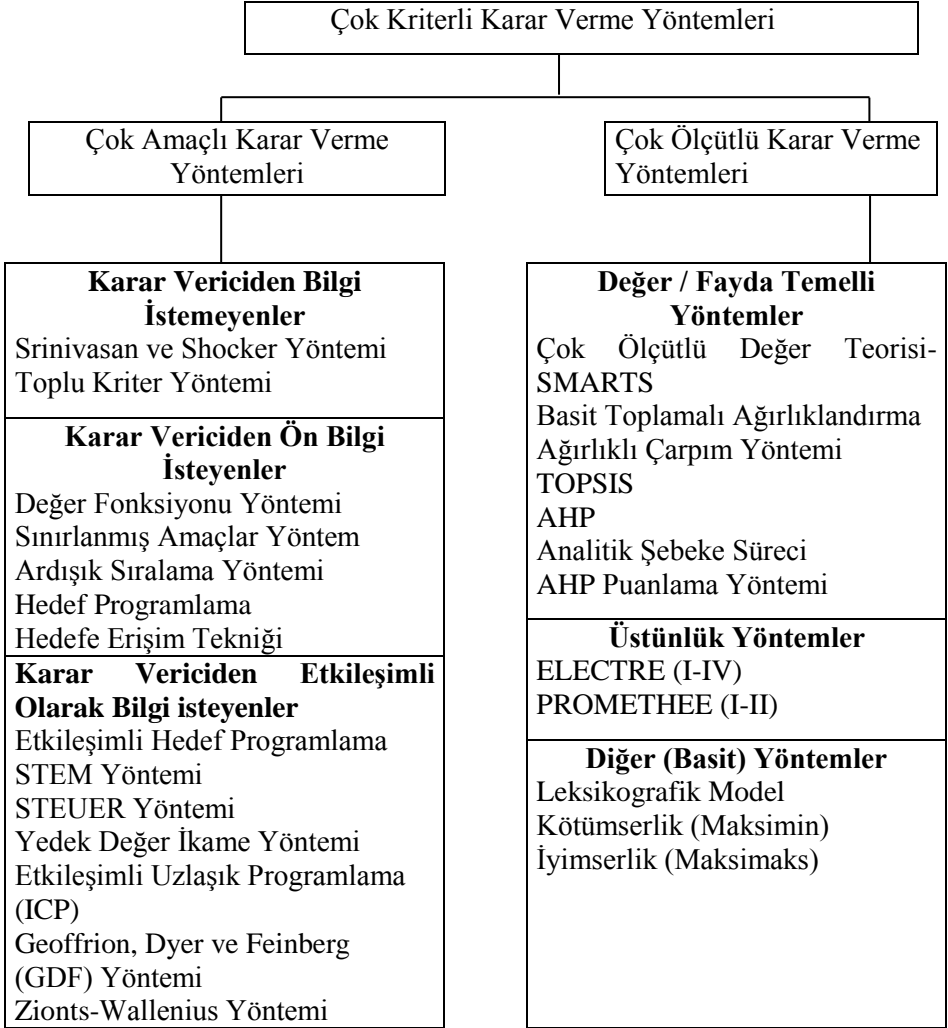
1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YAKLAŞIMI

ÇKKV problemlerinde KV'ler, karar değişkeni ve alternatif kümesine göre karar vermekteler. KV'ler için seçim yapılacak, sıralanacak veya sınıflandırılacak opsiyonlar alternatif olarak adlandırılırlar. Bu alternatiflerin değerlendirilecekleri nitelikler ise karar değişkeni veya kriter olarak nitelendirilirler. KV'lerin sıralayacağı, sınıflandıracağı veya aralarından seçme yapacağı alternatiflerin birden çok ve birbirleri ile çelişen kriter değerlerine sahiptir.

ÇKKV yaklaşımı, genellikle Amerikalı araştırmacılar tarafından çok kriterli karar alma (Multicriteria Decision Making- MCDM), Avrupalı araştırmacılar tarafından ise çok kriterli karar verme desteği (Multicriteria Decision Aid-MCDA) olarak adlandırılmakta olup, birden fazla kriter dikkate alınarak bir örnek kümesi içinde objektif bir sınıflandırma gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır. ÇKKV yaklaşımı, 1970'li yıllarda başlangıç olarak yöneylem araştırması ve karar teorisi alanlarında kullanılmış ve daha sonraları iktisadi ve mali alanlara da uygulanmıştır (Kılıç, 2005:340).

ÇKKV problemleri iki büyük kategoriye ayrılmaktadır

1. Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV)
2. Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV)



Şekil 1: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Sınıflandırması
(Kaynak: Gregory, 1998:60)

ÇKKV bir organizasyonun performansının benzer organizasyonlar ile kıyaslanarak ortaya konulabilmesi maksadı ile organizasyonun çok sayıdaki kriterleri incelenerek değişik yaklaşımlar ile organizasyonların sıralanmasına ve çeşitli kümelere ayrılmasına ve aralarından seçme yapılmasına imkan sağlayan bir araçtır.

Araştırmannın konusu olan sıralama problemleri ÇKKV problemlerinde karşımıza çok sık çıkan bir olgudur. Sıralanacak alternatiflerin sayısının çok olması ve alternatifler arasında ölçülmezlik ve karşılaştırılmazlık durumlarının söz konusu olmasından dolayı ÇKKV yöntemleri KV'ye yardımda bulunmaktadır. ÇKKV yöntemleri alternatifler

arasında ölçülmezlik ve karşılaştırılmazlık durumu oluştuğunda ilave yaklaşımlar sunarak bu durumları ortadan kaldıran çözümleri KV'ye sunar. Bir alternatif bir kriterde diğer bir alternatifte üstünlük sağlarken, başka bir kriterde diğer alternatif karşısında daha düşük bir kriter değerine sahip olması çok doğaldır. ÇKKV yöntemleri bu tür sorunlar için KV'ye çeşitli teknikler ile yardım eder.

2. TOPSIS YÖNTEMİ

ÇKKV tekniklerinden olan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions - İdeal Çözüme Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği) yöntemi ilk olarak Hwang ve Yoon tarafından 1981'de oluşturulmuş, daha sonra Lai, Liu ve Hwang, (1994) ve Yoon ve Hwang, (1995) çalışmalarıyla geliştirilmiştir. TOPSIS yönteminde alternatif seçeneklerin belirli kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal çözüme göre karşılaştırılması gerçekleştirilmekte ve buna göre bir sıralama elde edilmektedir. Bu yönetimin cazip tarafı çok sınırlı bir subjektiflik içermesidir. Yöntemdeki tek subjektif nokta, kriterlere verilen ağırlıklardır.

Standart bir TOPSIS çalışması yedi adımda tamamlanmaktadır (Janic 2003:503). Bu adımları aşağıdaki gibi açıklamak mümkündür (Feng and Wang 2001:465-466).

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen alternatifler (a_1, a_2, a_m), sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri (X_1, X_2, X_n) yer alır. Karar matrisini aşağıdaki gibi tablolaştırmak mümkündür.

Tablo 1: Karar Matrisi

Alternatifler	Kriterler			
	X_1	X_2	...	X_n
a_1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}
a_2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}
.
.
a_m	X_{m1}	X_{m2}	...	X_{mn}

2. Adım: Kriter Değerlerinin Normalizasyonu

Karar matrisindeki değerlendirme kriterlerine ait puan veya özelliklerin (X_{ij}) kareleri toplamının karekökü alınarak matris normalize edilir. Bunun için denklem 1 kullanılır:

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad i=1, \dots, m; j=1, \dots, n \quad (1)$$

formülde i, sıralanacak alternatifi, j, j'inci değerlendirme kriterini, rij, i'inci alternatif ve j'inci değerlendirme kriterinin normalizasyonundan sonra kriter değerini, Xij, i'inci alternatif ve j'inci değerlendirme kriteri için kriterlerin orijinal değerini ve m sıralama yapılacak alternatiflerin sayısını göstermektedir. Normalize edilmiş R karar matrisi denklem 2 yardımıyla elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$

3. Adım: Değerlerin Ağırlıklı Normalizasyonu

Bu adımda, normalize edilmiş değerler her bir kriterin ağırlığıyla çarpılır. Bunun için kullanılacak denklem 3 aşağıdaki gibidir:

$$v_{ij} = w_{ij} \cdot r_{ir} \quad i=1, \dots, m; j=1, \dots, n \quad (3)$$

w_j , j'inci değerlendirme kriterinin ağırlığını, r_{ij} i'inci alternatif j'inci değerlendirme kriteri için normalizasyon sonrası kriter değerini ve v_{ij} , i'inci alternatif j'inci değerlendirme kriteri için ağırlıklı normalizasyon değerini gösterir. Bu işleme ilişkin matris denklem 4 yardımıyla elde edilir:

$$v_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

4. Adım: Pozitif İdeal (A^+) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

Pozitif ideal çözüm setinin (A^+) oluşturulabilmesi için v matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterinin yani sütun değerlerinin en büyüğü (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. Pozitif ideal çözüm setinin bulunması için denklem 5 kullanılır:

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{A_1^+, A_2^+, \dots, A_j^+, \dots, A_k^+\} \quad (5)$$

Yukarıdaki denklem 5'e göre hesaplanacak pozitif ideal çözüm seti $A^+ = \{A_1^+, A_2^+, \dots, A_j^+, \dots, A_k^+\}$ şeklinde gösterilebilir.

Negatif ideal çözüm seti (A^-) ise, v matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin yani sütun değerlerinin en küçüğü (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması için denklem 6 kullanılır:

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} = \{A_1^-, A_2^-, \dots, A_j^-, \dots, A_k^-\} \quad (6)$$

Yukarıdaki denklem 6'ya göre hesaplanacak ideal çözüm seti $A^- = \{A_1^-, A_2^-, \dots, A_j^-, \dots, A_k^-\}$ şeklinde gösterilebilir.

Her iki formülde de J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir. Buna göre J yüksek değer yüksek performans anlamına geldiğini, J' düşük değer yüksek performans anlamına geldiğini ifade etmektedir.

5. Adım: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

Bu adımda pozitif ve negatif ideal çözüm setlerine olan uzaklıklar her bir alternatif için ayrı ayrı hesaplanır. Pozitif ideal çözüm setine olan uzaklıklar Pozitif İdeal Ayırım (S_i^+), negatif ideal çözüm setine olan uzaklıklar ise Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. Her iki ölçüye ilişkin hesaplamalar denklem 7'deki formüllerle yapılmaktadır:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - A_j^+)^2} \quad \text{ve} \quad S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - A_j^-)^2} \quad (7)$$

6. Adım: Pozitif İdeal Çözümüne Olan Nispi Yakınlığın (C_i^*) Hesaplanması

Her bir alternatifin pozitif ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında pozitif ideal (S_i^+) ve negatif ideal (S_i^-) ayırım ölçülerinden yararlanır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün (S_i^-) toplam ayırım ölçüsü içindeki $[(S_i^+)+(S_i^-)]$ payıdır. Pozitif ideal çözüme göreli yakınlık değeri denklem 8'le hesaplanmaktadır:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad 0 < C_i^* < 1 \quad (8)$$

Burada C_i^* değeri 0 ile 1 aralığında değer alır ve C_i^* 'ın 1'e yaklaşan değeri ilgili alternatifin pozitif ideal çözüme, C_i^* 'ın 0'a yaklaşan değeri ise ilgili alternatifin negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

7. Adım: Sıralamanın Yapılması

Bu adımda alternatifler C_i^* değerlerine göre en yüksekte en düşüğe söre sıralanarak tercihler yapılmaktadır.

3. PROMETHEE YÖNTEMİ

PROMETHEE yöntemi, ÇKKV yöntemleri arasında en son geliştirilen yöntemlerden birisi olup, Brans (1982) tarafından literatüre kazandırılmış ve Brans ve Vincke (1985) tarafından geliştirilmiştir. PROMETHEE yönteminin temel özellikleri basitlik, açıklık ve dengeli oluşudur. Yöntem sıralama oluştururken tercih fonksiyonlarını kullanır. KV'nin kararını kolay bir şekilde oluşturması için bütün parametrelerin açık bir şekilde belirlenmiş olması gerekmektedir. PROMETHEE yöntemi ile sonlu sayıda alternatifler üzerinde hem kısmi sıralama (PROMETHEE I) hem de tam sıralama (PROMETHEE II) yapmak mümkündür (Brans vd., 1986:228).

PROMETHEE yöntemi ile alternatifler (a_1, a_2, \dots, a_n) ve kriterler (q_1, q_2, \dots, q_k) tarafından oluşan karar matrisi ile karar verme prosesine başlanır. PROMETHEE yöntem ile ilgili daha detaylı bilgi için Brans vd. (1982, 1985, 1986, 2005) tarafından yazılan dokümanlara başvurulabilir.

Yöntem KV'ye karar matrisi oluşturulduktan sonra aşağıda belirtilen 5 aşama sonunda PROMETHEE tam ve kısmi sıralama sonuçlarını sunmaktadır.

Aşama 1

PROMETHEE yöntemi karar verme prosesine alternatiflerin kriter değerlerini ikili karşılaştırma yaparak başlar. Alternatifler arasındaki tercih fonksiyonu denklem 9’da belirtildiği gibidir (Brans ve Vincke, 1985:649).

$$p[f(a), f(b)] = p[f(a) - f(b)] \quad (9)$$

PROMETHEE yönteminin tercih fonksiyon yapısı alternatiflerin ikili karşılaştırılmalarına dayanır. Bu durumda iki alternatifin belli bir kriter üzerindeki değerleri arasındaki fark dikkate alınır. Küçük sapmalar (farklar) karar vericinin alternatifler arasında küçük bir farkla tercih yaptığını göstermektedir. Karar verici bu farkı gözardı edebiliyorsa, o zaman ikisi arasında tercih yapmaz. Fark ne kadar büyükse, tercih o kadar kesindir. Bu tercihler 0 ile 1 arasında değişen rakamlardır (Brans ve Mareschal, 2005:169).

Aşama 2

Yöntemde KV, alternatifleri kriter bazında ikili karşılaştırırken Brans (1982) tarafından tanımlanmış 6 tercih fonksiyonundan bir tanesini kullanmaktadır.

Bahse konu tercih fonksiyonlarına ilişkin bilgiler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: PROMETHEE Yöntemi Tercih Fonksiyonları

Tip	Parametre	Fonksiyon	Grafik, P(x)
Birinci Tip (Olağan)	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip (U-tipi)	q	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1, & x > q \end{cases}$	

Üçüncü Tip (V-tipi)	p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ x/p, & 0 \leq x \leq p \\ 1, & x > p \end{cases}$	
Dördüncü Tip (Seviyeli)	q, p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq p \\ 1, & x > p \end{cases}$	
Beşinci Tip (Linear)	q, p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ \frac{(x-q)}{(p-q)}, & q < x \leq p \\ 1, & x > p \end{cases}$	
Altıncı Tip (Gaussian)	σ	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ -x^2 / 2\sigma^2, & 0 < x \leq \sigma \\ 1 - e^{-x^2 / 2\sigma^2}, & x > \sigma \end{cases}$	

(Kaynak: Brans ve Vicke, 1985:650-652; Brans ve Mareschal, 2005:170)

Aşama 3

Tercih fonksiyonları yardımıyla alternatiflerin birbirleri üzerindeki tercih indeksleri belirlenmektedir. Tercih indeksleri her iki alternatifin (a, b)

karşılıklı olarak üstünlüklerini belirlemek açısından denklem 10 ve 11’de gösterilmiştir (Brans ve Vincke, 1985:652).

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(a, b) \quad (10)$$

$$\pi(b, a) = \sum_{j=1}^n w_j \cdot P_j(b, a) \quad (11)$$

Aşama 4

Her alternatif için elde edilen tercih indeksleri vasıtasıyla, alternatiflerin pozitif ve negatif akımları elde edilir. Alternatiflerin tercih indeksleri matrisinde kendi satır ve sütunlarında bulunan tercih indeks değerlerin toplamının $(n-1)$ değerine bölünmesiyle hesaplanan pozitif ve negatif akımlar denklem 12 ve 13’te belirtilmiştir (Brans ve Vincke, 1985:653).

Pozitif akım:

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(a, b) \quad (12)$$

Negatif akım:

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{b \in A} \pi(b, a) \quad (13)$$

Aşama 5

Pozitif ve negatif akım değerleri ile PROMETHEE I sonuçlarını elde eden KV, bu sonuçlarla alternatiflerin en iyiden en kötü seçeneğe göre sıralamasını elde edemeyebilir.

KV tarafından sadece üstünlük veya eşitlik değerlerini ihtiva eden, başka bir ifade ile karşılaştırılmaz alternatiflerin olmadığı tam bir sıralama istendiğinde denklem 14’ten faydalanılarak PROMETHEE II net akım değerleri hesaplanır (Brans ve Vincke, 1985:653).

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad (14)$$

Hesaplanan net öncelik değeri $\Phi (a)$, pozitif ve negatif akımların bir dengesini oluşturur. Net akım ne kadar büyükse alternatifin performansı o kadar yüksektir. Hesaplanan net akımlar sonunda artık alternatifler arasında tam bir sıralama yapmak mümkün olabilmektedir. Alternatiflerin birbirleri ile olan karşılaştırılmaz durumu PROMETHEE II’de yer almamaktadır (Genç, 2013:129). Her ne kadar pozitif ve negatif akımların farkından elde edilen net akım sonucunda bir miktar bilgi kaybı olsa da alternatifleri en iyiden en kötü seçeneğe göre sıralamak için bu gereklidir.

4. TOPSIS VE PROMETHEE YÖNTEMLERİYLE AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNİN EKONOMİK PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

Çalışmada 28 Avrupa Birliği üyesi ve aday ülke Türkiye’nin 2012 yılı ekonomik performansı bazı kriterlere göre TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleriyle değerlendirilecektir. Çalışma kapsamında ele alınan ülkeler ve değerlendirme kriterlerine ilişkin açıklamalar bu bölümde verilmiştir.

Tablo 3: Avrupa Birliği Ülkeleri ve Üyelik Tarihleri

Üye Ülkeler Aday Ülke	Üyelik Tarihi	Üye Ülkeler	Üyelik Tarihi
Belçika	Kurucu	Çek Cumhuriyeti	2004
Türkiye			
Almanya	Kurucu	Estonya	2004
Fransa	Kurucu	Kıbrıs Rum Kesimi	2004
İtalya	Kurucu	Letonya	2004
Lüksemburg	Kurucu	Litvanya	2004
Hollanda	Kurucu	Macaristan	2004
Danimarka	1973	Malta	2004
İrlanda	1973	Polonya	2004
İngiltere	1973	Slovenya	2004
Yunanistan	1981	Slovakya	2004
İspanya	1986	Bulgaristan	2007
Portekiz	1986	Romanya	2007
Avusturya	1995	Hırvatistan	2013
Finlandiya	1995		
İsveç	1995		

Bugünkü Avrupa Birliği altı kurucu üyenin girişimiyle Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu olarak 1951 yılında kurulmuş ve o günden bu yana yedi defa genişlemeye tabi olmuş ve son genişlemede 2013 yılında Hırvatistan tam üye olmuştur. Türkiye ile müzakereler devam etmektedir.

Çalışmada dördü Maastricht Kriteri olmak üzere toplam altı adet ekonomik performans kriteri kullanılmıştır. Bu kriterler ve yönelimleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4: Değerlendirme Kriterleri ve Yönelimleri

Kriter Kodu	Değerlendirme Kriteri	Yönelim
X ₁	Uzun Dönem Faiz Oranları	Minimum
X ₂	Bütçe Dengesi	Maksimum
X ₃	Kamu Borçları	Minimum
X ₄	Enflasyon Oranları	Minimum
X ₅	Büyüme Oranı	Maksimum
X ₆	İşsizlik Oranı	Minimum

Tablo 4’de belirtilen ekonomik değerlendirme kriterlerinin açıklamaları şu şekilde verilebilir:

Uzun Dönem Faiz Oranları: 10 yıllık kamu tahvillerinin ikincil piyasalarda işlem gören faiz oranıdır. Faiz oranı tahvilin ilk çıkış faiz oranı olmayıp piyasada arz ve talebe göre oluşmuş yıllık yüzde orandır. Yüksek faiz oranları yatırımları olumsuz etkilediği için düşük olması yüksek performans anlamına gelmektedir. Maastricht kriterlerine göre, uzun dönem faiz oranları enflasyonu en düşük üç ülkenin faiz ortalamasını 2 puandan fazla geçmemelidir.

Bütçe Dengesi: Bütçe açıklarının ya da fazlalarının GSYİH’ya oranıdır. Pozitif değerler bütçe fazlasının, negatif değerler ise bütçe açıklarının GSYİH’ya oranıdır. Burada yüksek pozitif değerler yüksek performans anlamına, negatif değerler ise düşük performans anlamına gelmektedir. Maastricht kriterlerine göre bütçe açıklarının GSYİH’ya oranı %3’ün üzerinde olamaz.

Kamu Borçları: Kamu borçlarının GSYİH’ya oranıdır. Maastricht kriterlerine göre ülkenin kamu borçlarının GSYİH’ya oranı %60’ı geçmemelidir. Bu nedenle söz konusu oranın düşük olması yüksek performans olarak değerlendirmiştir.

Enflasyon Oranları: Uyumlaştırılmış Tüketici Fiyatları Endeksidir. Maastricht kriterlerine göre, enflasyon oranı en düşük enflasyona sahip üç ülke ortalamasının en fazla 1.5 puan üstünde olmalıdır. Burada düşük enflasyon yüksek performans olarak değerlendirilmiştir.

Büyüme Oranı: Reel GSYİH’nın yıllık büyüme oranıdır. Yüksek büyüme oranı yüksek performans olarak değerlendirilmiştir.

İşsizlik Oranı: İşsizlerin işgücüne oranı olarak ifade edilmiştir. Düşük oran yüksek performans olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada kullanılan verilerin hemen hemen tamamı Avrupa Birliği resmi istatistik kuruluşu Eurostat'ın web sitesinden alınmıştır. Estonya'ya ait faiz oranı OECD'den alınmıştır (OECD, 2013).

4.1. TOPSIS UYGULAMASI

Analiz kapsamında 28 AB üyesi ve aday ülke Türkiye'nin ekonomik performansı, altı değerlendirme kriterine göre 2012 yılı değerleri itibariyle önce TOPSIS yöntemi ile sıralamaya tabi tutulmuştur. Uygulama teorik temelleri daha önceki bölümlerde verilen yedi adımda tamamlanmaktadır.

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında ekonomik performansları sıralanmak istenen ülkeler, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme kriterleri yer almaktadır.

Çalışmada 29 ülke ve 6 değerlendirme kriteri bulunmaktadır. Öncelikle TOPSIS yöntemi için (29x6) boyutlu Standart Karar Matrisi oluşturulmuştur. Buna göre analize konu olan ülkelere ait 2012 yılı karar matrisi Tablo 5'deki gibidir.

Tablo 5: 2012 Yılı İçin Kriterlere Ait Karar Matrisi

Ülkeler	Kriterler (% Değerleri)					
	Faiz Oranları	Bütçe Dengesi	Kamu Borçları	Enflasyon Oranı	Büyüme Oranı	İşsizlik Oranı
Belçika	3	-4	99,8	2,6	-0,1	19,8
Bulgaristan	4,5	-0,8	18,5	2,4	0,8	28,1
Çek Cumhuriyeti	2,78	-4,4	46,2	3,5	-1	19,5
Danimarka	1,4	-4,1	45,4	2,4	-0,4	14,1
Almanya	1,5	0,1	81	2,1	0,7	8,1
Estonya	0,57	-0,2	9,8	4,2	3,9	20,9
İrlanda	6,17	-8,2	117,4	1,9	0,2	30,4
Yunanistan	22,5	-9	156,9	1	-6,4	55,3
İspanya	5,85	-10,6	86	2,4	-1,6	53,2
Fransa	2,54	-4,8	90,2	2,2	0	24,7
Hırvatistan	6,13	-5	55,5	3,4	-2	43
İtalya	5,49	-3	127	3,3	-2,5	35,3
Kıbrıs	7	-6,4	86,6	3,1	-2,4	27,8
Letonya	4,57	-1,3	40,6	2,3	5	28,5
Litvanya	4,83	-3,2	40,5	3,2	3,7	26,7
Lüksemburg	1,82	-0,6	21,7	2,9	-0,2	18
Macaristan	7,89	-2	79,8	5,7	-1,7	28,1
Malta	4,13	-3,3	71,3	3,2	0,8	14,2
Hollanda	1,93	-4,1	71,3	2,8	-1,2	9,5
Avusturya	2,37	-2,5	74	2,6	0,9	8,7

Polonya	5	-3,9	55,6	3,7	1,9	26,5
Portekiz	10,55	-6,4	124,1	2,8	-3,2	37,7
Romanya	6,68	-3	37,9	3,4	0,7	22,7
Slovenya	5,81	-3,8	54,4	2,8	-2,5	20,6
Slovakya	4,55	-4,5	52,4	3,7	1,8	34
Finlandiya	1,89	-1,8	53,6	3,2	-0,8	19
İsveç	1,59	-0,2	38,2	0,9	1	23,7
İngiltere	1,74	-6,1	88,7	2,8	0,1	21
Türkiye	8,46	-2	36,1	9	2,2	15,7

2. Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisin Oluşturulması

Tablo 5'deki karar matrisinin elemanlarından faydalanılarak 2. Adım'da daha önce verilen formül yardımıyla Normalize edilmiş karar matrisi Tablo 6'da oluşturulmuştur.

Tablo 6: Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Ülkeler	Kriterler					
	Faiz Oranları	Bütçe Dengesi	Kamu Borçları	Enflasyon Oranı	Büyüme Oranı	İşsizlik Oranı
Belçika	0,086766	-0,16248	0,244432	0,14192	-0,00811347	0,132326
Bulgaristan	0,130149	-0,0325	0,045311	0,131003	0,064907787	0,187796
Çek Cumhuriyeti	0,080403	-0,17873	0,113154	0,191046	-0,08113473	0,130321
Danimarka	0,040491	-0,16654	0,111194	0,131003	-0,03245389	0,094232
Almanya	0,043383	0,004062	0,198387	0,114628	0,056794314	0,054133
Estonya	0,016486	-0,00812	0,024002	0,229255	0,316425464	0,139677
İrlanda	0,178449	-0,33309	0,287538	0,103711	0,016226947	0,203167
Yunanistan	0,650745	-0,36558	0,384282	0,054585	-0,5192623	0,369577
İspanya	0,169194	-0,43058	0,210633	0,131003	-0,12981557	0,355542
Fransa	0,073462	-0,19498	0,220919	0,120086	0	0,165073
Hırvatistan	0,177292	-0,2031	0,135932	0,185587	-0,16226947	0,287374
İtalya	0,158782	-0,12186	0,31105	0,180129	-0,20283684	0,235914
Kıbrıs	0,202454	-0,25997	0,212102	0,169212	-0,19472336	0,185791
Letonya	0,132174	-0,05281	0,099438	0,125544	0,405673671	0,190469
Litvanya	0,139693	-0,12999	0,099193	0,174671	0,300198517	0,178439
Lüksemburg	0,052638	-0,02437	0,053148	0,158295	-0,01622695	0,120296
Macaristan	0,228195	-0,08124	0,195447	0,311132	-0,13792905	0,187796
Malta	0,119448	-0,13405	0,174629	0,174671	0,064907787	0,0949
Hollanda	0,055819	-0,16654	0,174629	0,152837	-0,09736168	0,06349
Avusturya	0,068545	-0,10155	0,181242	0,14192	0,073021261	0,058143
Polonya	0,14461	-0,15842	0,136176	0,201963	0,154155995	0,177103
Portekiz	0,305127	-0,25997	0,303948	0,152837	-0,25963115	0,251954
Romanya	0,193199	-0,12186	0,092825	0,185587	0,056794314	0,151707

Slovenya	0,168037	-0,15436	0,133237	0,152837	-0,20283684	0,137672
Slovakya	0,131595	-0,18279	0,128339	0,201963	0,146042522	0,227226
Finlandiya	0,054663	-0,07312	0,131278	0,174671	-0,06490779	0,126979
İsveç	0,045986	-0,00812	0,09356	0,049126	0,081134734	0,15839
İngiltere	0,050324	-0,24779	0,217245	0,152837	0,008113473	0,140346
Türkiye	0,24468	-0,08124	0,088417	0,491261	0,178496415	0,104925

3. Adım: Değerlerin Ağırlıklı Normalizasyonu:

Bu adımda değerlendirme kriterlerine ağırlık verilerek Tablo 6'daki değerler bu ağırlıklarla çarpılarak ağırlıklandırılmış matris elde edilir. TOPSIS metodunun tek subjektif kısmı burasıdır. Ancak çalışmada her bir değerlendirme kriterine eşit ağırlık verilmiş ve dolayısıyla subjektiflik büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır. Buna göre her bir kritere 1'in 6'ya bölünmesiyle elde edilen 0,16666667 ağırlık verilmiştir. Söz konusu değerleri içeren matris Tablo 7'de gösterilmiştir.

Tablo 7: Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

Ülkeler	Kriterler					
	Faiz Oranları	Bütçe Dengesi	Kamu Borçları	Enflasyon Oranı	Büyüme Oranı	İşsizlik Oranı
Belçika	0,014461	-0,02708	0,040739	0,023653	-0,00135	0,022054301
Bulgaristan	0,021691	-0,00542	0,007552	0,021834	0,010818	0,031299286
Çek Cumhuriyeti	0,013401	-0,02979	0,018859	0,031841	-0,01352	0,021720145
Danimarka	0,006748	-0,02776	0,018532	0,021834	-0,00541	0,015705335
Almanya	0,00723	0,000677	0,033064	0,019105	0,009466	0,009022214
Estonya	0,002748	-0,00135	0,004	0,038209	0,052738	0,02327954
İrlanda	0,029741	-0,05551	0,047923	0,017285	0,002704	0,033861149
Yunanistan	0,108457	-0,06093	0,064047	0,009097	-0,08654	0,061596103
İspanya	0,028199	-0,07176	0,035105	0,021834	-0,02164	0,05925701
Fransa	0,012244	-0,0325	0,03682	0,020014	0	0,027512183
Hırvatistan	0,029549	-0,03385	0,022655	0,030931	-0,02704	0,047895704
İtalya	0,026464	-0,02031	0,051842	0,030021	-0,03381	0,039319031
Kıbrıs	0,033742	-0,04333	0,03535	0,028202	-0,03245	0,030965129
Letonya	0,022029	-0,0088	0,016573	0,020924	0,067612	0,031744827
Litvanya	0,023282	-0,02166	0,016532	0,029112	0,050033	0,029739891
Lüksemburg	0,008773	-0,00406	0,008858	0,026383	-0,0027	0,020049364
Macaristan	0,038032	-0,01354	0,032575	0,051855	-0,02299	0,031299286
Malta	0,019908	-0,02234	0,029105	0,029112	0,010818	0,015816721
Hollanda	0,009303	-0,02776	0,029105	0,025473	-0,01623	0,010581609
Avusturya	0,011424	-0,01693	0,030207	0,023653	0,01217	0,009690526
Polonya	0,024102	-0,0264	0,022696	0,03366	0,025693	0,02951712

Portekiz	0,050855	-0,04333	0,050658	0,025473	-0,04327	0,04199228
Romanya	0,0322	-0,02031	0,015471	0,030931	0,009466	0,025284476
Slovenya	0,028006	-0,02573	0,022206	0,025473	-0,03381	0,022945384
Slovakya	0,021933	-0,03047	0,02139	0,03366	0,02434	0,037871022
Finlandiya	0,00911	-0,01219	0,02188	0,029112	-0,01082	0,021163218
İsveç	0,007664	-0,00135	0,015593	0,008188	0,013522	0,02639833
İngiltere	0,008387	-0,0413	0,036208	0,025473	0,001352	0,023390925
Türkiye	0,04078	-0,01354	0,014736	0,081877	0,029749	0,017487501

4. Adım: Pozitif İdeal (A^+) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması

Pozitif ideal çözüm setinin (A^+) oluşturulabilmesi için yukarıdaki matristeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterinin yani sütun değerlerinin en büyüğü (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilmiştir. Buna göre Uzun Dönem Faiz Oranları, Kamu Borçları, Enflasyon Oranları ve İşsizlik Oranı kriterleri için en düşük değerler, Bütçe Dengesi ve Büyüme Oranı için en büyük değerler pozitif ideal değerler çözüm setini (A^+) oluşturmuştur.

Negatif ideal çözüm seti (A^-) ise, yukarıdaki matristeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin yani sütun değerlerinin en küçüğü (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulmuştur. Buna göre Uzun Dönem Faiz Oranları, Kamu Borçları, Enflasyon Oranları ve İşsizlik Oranı kriterleri için en yüksek değerler, Bütçe Dengesi ve Büyüme Oranı için en düşük değerler pozitif ideal değerler çözüm setini (A^-) oluşturmuştur.

$A^+ = \{0,00274759; 0,000677009; 0,004000387; 0,00818768; 0,067612279; 0,009022214\}$

$A^- = \{0,108457485; -0,071762967; 0,064047009; 0,081876802; -0,086543717; 0,061596103\}$

5. Adım: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması

Bu adımda pozitif ve negatif ideal çözüm setlerine olan uzaklıklar her bir ülke için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Pozitif ideal çözüm setine olan uzaklıklar Pozitif İdeal Ayırım (S_i^+), negatif ideal çözüm setine olan uzaklıklar ise Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsü olarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$S_i^+ = \{0,086153936; 0,06570151; 0,092552497; 0,081232298; 0,066068266; 0,036468387; 0,10357671; 0,212378473; 0,13243051; \}$

0,085562498; 0,115094949; 0,122360207; 0,121553653; 0,036030665;
 0,047475444; 0,07402337; 0,113468957; 0,071861895; 0,093871973;
 0,066222079; 0,066068366; 0,141805461; 0,074848014; 0,111556751;
 0,070667349; 0,085218187; 0,058226578; 0,087901089; 0,093269475}

$S_i^- = \{0,153578228; 0,170658477; 0,149216049; 0,163238366;$
 $0,179934849; 0,206184137; 0,140095539; 0,073581068; 0,122893045;$
 $0,154979913; 0,125301642; 0,12444209; 0,118149547; 0,205081142;$
 $0,185673243; 0,171467191; 0,123282561; 0,160821859; 0,154004384;$
 $0,171453752; 0,163811419; 0,098712008; 0,154770951; 0,133412836;$
 $0,161847709; 0,159218956; 0,184788113; 0,155190045; 0,160845749\}$

6. Adım: Pozitif İdeal Çözüme Olan Nispi Yakınlığın (C_i^*) Hesaplanması

Bu adımda her bir alternatifin pozitif ideal çözüme yakınlığı (C_i^*) ilgili adım için daha önce verilen formül yardımıyla hesaplanmıştır. Her bir ülke için elde edilen değerler Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8: Pozitif İdeal Çözüme Yakınlıklar

Ülkeler	C*	Ülkeler	C*
Belçika	0,6406242	Lüksemburg	0,6984676
Bulgaristan	0,7220278	Macaristan	0,5207255
Çek Cumhuriyeti	0,6171855	Malta	0,6911607
Danimarka	0,6677217	Hollanda	0,6212952
Almanya	0,7314332	Avusturya	0,7213765
Estonya	0,8497094	Polonya	0,7125960
İrlanda	0,5749343	Portekiz	0,4104151
Yunanistan	0,2573129	Romanya	0,6740338
İspanya	0,4813228	Slovenya	0,5446098
Fransa	0,6442935	Slovakya	0,6960741
Hırvatistan	0,5212289	Finlandiya	0,6513697
İtalya	0,5042177	İsveç	0,7603989
Kıbrıs	0,4928993	İngiltere	0,6384027
Letonya	0,8505645	Türkiye	0,6329638
Litvanya	0,7963727		

Tablo 8’de C_i^* değeri 0 ile 1 aralığında değer alır ve C_i^* ’ın 1’e yaklaşan değeri ilgili ülkenin pozitif ideal çözüme, C_i^* ’ın 0’a yaklaşan değeri ise ilgili ülkenin negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını göstermektedir.

7. Adım: Sıralamanın Yapılması

Bu adımda ülkeler en yüksek sahip oldukları C_i^* değerlerine göre en yüksekte en düşüğe göre sıralanmıştır. Sözkonusu sıralama aşağıdaki Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9: TOPSIS Yöntemi Sıralama Değerleri

Sıra	Ülkeler	C*	Sıra	Ülkeler	C*
1	Letonya	0,850564494	16	Belçika	0,640624209
2	Estonya	0,849709426	17	İngiltere	0,638402736
3	Litvanya	0,796372674	18	Türkiye	0,632963843
4	İsveç	0,760398938	19	Hollanda	0,621295173
5	Almanya	0,731433213	20	Çek Cumhuriyeti	0,617185533
6	Bulgaristan	0,722027781	21	İrlanda	0,57493432
7	Avusturya	0,721376469	22	Slovenya	0,544609792
8	Polonya	0,712596015	23	Hırvatistan	0,521228863
9	Lüksemburg	0,698467552	24	Macaristan	0,520725534
10	Slovakya	0,696074097	25	İtalya	0,504217715
11	Malta	0,69116067	26	Kıbrıs	0,492899332
12	Romanya	0,674033832	27	İspanya	0,481322785
13	Danimarka	0,667721693	28	Portekiz	0,410415129
14	Finlandiya	0,651369731	29	Yunanistan	0,257312861
15	Fransa	0,644293505			

4.2. PROMETHEE UYGULAMASI

PROMETHEE yönteminin uygulamasında TOPSIS yönteminde kullanılan normalize karar matrisi ve ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi kullanılmayacak, sadece karar matrisi ile hesaplamaya başlanacaktır. Karar matrisi olarak Tablo 5’de verilen matris kullanılacaktır.

Alternatifler her bir kriter bazında ikili karşılaştırılmadan önce her bir kriter için seçilmesi gereken 6 tercih fonksiyonundan bir tanesi seçilerek kriterlerin hangi ölçüt ile karşılaştırılacağı tespit edilir. Bu tercih fonksiyonlarından bir tanesini seçmek PROMETHEE yöntemini diğer ÇKKV yöntemlerinden ayırmaktadır. Araştırmamız için seçilen tercih fonksiyonları; bütçe dengesi, enflasyon oranları ve işsizlik oranı için 3.Tip (V-Tipi) ile uzun dönem faiz oranları, kamu borçları ve büyüme oranı için 5.Tip’dir (Lineer). Değerlendirme kriterleri ve yönelimleri, Tablo 4’de belirtilen ve TOPSIS yönteminde kullanılan karakterde kullanılmıştır.

Tercih fonksiyonları tespit edildikten sonra alternatiflerin ikili karşılaştırılmaları sonucunda denklem 10 ve 11’den yararlanarak her bir alternatif için tercih indeksleri belirlenir. Tercih indekslerini gösteren matrisin hacmi büyük olduğu için Ek olarak sunulmuştur. (Ek-1)

Tercih endeksleri hesaplandıktan sonra, denklem 12 ve 13 yardımıyla alternatifler için pozitif ve negatif akımlar hesaplanır. Hesaplanan pozitif akımlar, ülkelerin diğer ülkeler üzerinde nasıl bir üstünlük sağladığını göstermektedir. Pozitif akımın büyüklüğü ülkenin performansının yüksek olduğunu göstermektedir. Pozitif akım değeri küçük ise ülkenin ekonomik performansının düşük olduğu görülmektedir. Araştırmamızda ülkelerin hesaplanan pozitif ve negatif akımları Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10: Pozitif ve Negatif Akım Değerleri

	Pozitif Akım ϕ^+	Negatif Akım ϕ^-
Belçika	0,107	0,095
Bulgaristan	0,199	0,044
Çek Cumhuriyeti	0,113	0,088
Danimarka	0,160	0,054
Almanya	0,246	0,033
Estonya	0,308	0,047
İrlanda	0,074	0,231
Yunanistan	0,059	0,653
İspanya	0,044	0,333
Fransa	0,105	0,103
Hırvatistan	0,060	0,198
İtalya	0,064	0,214
Kıbrıs	0,049	0,208
Letonya	0,256	0,042
Litvanya	0,182	0,064
Lüksemburg	0,217	0,030
Macaristan	0,085	0,200
Malta	0,135	0,065
Hollanda	0,143	0,080
Avusturya	0,184	0,043
Polonya	0,117	0,091
Portekiz	0,036	0,332
Romanya	0,130	0,078
Slovenya	0,100	0,112
Slovakya	0,106	0,119
Finlandiya	0,154	0,053
İsveç	0,254	0,022
İngiltere	0,101	0,124
Türkiye	0,180	0,214

Pozitif akımların en büyük değerden en küçük değere doğru dizilmesi ile negatif akımların en küçük değerden en büyük değere doğru dizilmesi ile elde edilen üstünlük sıralaması aynı değildir. Bu kapsamda akımların denklem 6 yardımıyla birleştirilerek net akım değeri elde edilmesi ve bu akım değeri ile nihai üstünlük sıralaması oluşturulması mümkündür. Elde edilen net akım değeri ile sıralama Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11: Net Akım Değerleri ve Üstünlük Sıralaması

	Net Akım ϕ	Sıralama
Belçika	0,012	16
Bulgaristan	0,155	6
Çek Cumhuriyeti	0,024	15
Danimarka	0,106	9
Almanya	0,213	4
Estonya	0,261	1
İrlanda	-0,157	25
Yunanistan	-0,593	29
İspanya	-0,290	27
Fransa	0,002	17
Hırvatistan	-0,138	23
İtalya	-0,151	24
Kıbrıs	-0,159	26
Letonya	0,214	3
Litvanya	0,118	8
Lüksemburg	0,188	5
Macaristan	-0,115	22
Malta	0,070	11
Hollanda	0,064	12
Avusturya	0,142	7
Polonya	0,026	14
Portekiz	-0,295	28
Romanya	0,052	13
Slovenya	-0,012	18
Slovakya	-0,012	19
Finlandiya	0,100	10
İsveç	0,232	2
İngiltere	-0,023	20
Türkiye	-0,034	21

5. YÖNTEMLERDEN ELDE EDİLEN SONUÇLARIN BİRBİRLERİYLE SIRA KORELASYONU İLE KARŞILAŞTIRILMASI

ÇKKV yöntemleri KV'nin çeşitli metodlar vasıtasıyla çözüme ulaşmasına imkan sağlar. Bu çözüm alternatiflerin sıralanması, gruplandırılması veya aralarında seçim yapılması olarak gerçekleşir. Her bir ÇKKV yönteminin kendine has yaklaşımı ve KV tarafından ilgili yöntem kullanılırken ilave belirlenmesi gereken bilgiler mevcuttur. Bu yaklaşımlar ÇKKV yöntemlerinin metodolojisini oluşturmaktadır. Her bir yöntem ile aynı veri setleri kullanılmasına rağmen farklı sıralama elde edilmesi yöntemlerin yaklaşımından kaynaklanmaktadır. Bu bölümde iki yöntem ile elde edilen sonuçların birbirleri ile ne derece yakın oldukları konusu araştırılacaktır.

Araştırmamızda kullanılan TOPSIS ve PROMETHEE yöntemleri sonucunda elde edilen ordinal sıralama değerleri Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12: PROMETHEE ve TOPSIS Sıralamaları

	PROMETHEE	TOPSIS
	Sıralaması	Sıralaması
Belçika	16	16
Bulgaristan	6	6
Çek Cumhuriyeti	15	20
Danimarka	9	13
Almanya	4	5
Estonya	1	2
İrlanda	25	21
Yunanistan	29	29
İspanya	27	27
Fransa	17	15
Hırvatistan	23	23
İtalya	24	25
Kıbrıs	26	26
Letonya	3	1
Litvanya	8	3
Lüksemburg	5	9
Macaristan	22	24
Malta	11	11
Hollanda	12	19
Avusturya	7	7
Polonya	14	8
Portekiz	28	28

Romanya	13	12
Slovenya	18	22
Slovakya	19	10
Finlandiya	10	14
İsveç	2	4
İngiltere	20	17
Türkiye	21	18

PROMETHEE ve TOPSIS yöntemlerinin uygulanması sonunda elde edilen sıralamalarda Baltık Devletleri'nin üst sıralarda yer aldığı görülmektedir. TOPSIS yöntemi ile yapılan sıralamada, Letonya'nın 1'inci sırada, Estonya'nın 2'nci sırada, Litvanya'nın ise 3'üncü sırada yer aldıkları görülmektedir. PROMETHEE yöntemine göre ise Estonya'nın 1'inci sırada, İsveç'in 2'nci sırada, Letonya'nın ise 3'üncü sırada olduğu Tablo 12'de yer almaktadır. PROMETHEE ve TOPSIS yöntemleri ile elde edilen sıralama değerlerinin birbirine yakın olduğu, özellikle en iyi performans gösteren ülkelerin ve genel sıralama trendinin benzer olduğu görülmektedir.

Genel trendleri göstermek amacıyla hazırlanan ve en iyi ile en kötü sıralama değerine sahip 5 ülkenin sıralamasını gösteren Tablo 13 incelendiğinde, en iyi alternatifler arasında bazı küçük sapmalar olduğu ancak en kötü alternatifler incelendiğinde son 4 sıranın aynı olduğu görülmektedir.

Tablo 13: En İyi ve En Kötü Alternatiflerin Sıralaması

	PROMETHEE	TOPSIS
	Sıralaması	Sıralaması
1	Estonya	Letonya
2	İsveç	Estonya
3	Letonya	Litvanya
4	Almanya	İsveç
5	Lüksemburg	Almanya
25	İrlanda	İtalya
26	Kıbrıs	Kıbrıs
27	İspanya	İspanya
28	Portekiz	Portekiz
29	Yunanistan	Yunanistan

PROMETHEE ve TOPSIS yöntemleri sonucunda elde edilen sıralamaların korelasyonları incelenmiş ve elde edilen sıralama sonuçlarının sıra korelasyonu 0.917 bulunmuştur. Bulunan değere göre yöntemlerin elde ettikleri sıralama değerleri çok yüksek bir oranda birbirlerine benzemektedir.

Bu istatistiki değeriendirmeyi daha da derinleştirmek maksadıyla alternatiflerin elde ettikleri ordinal sıralama değeri yerine yöntemlerin elde ettiği değeri kullanarak yapılacak bir analiz daha az bilgi kaybı ihtiva ettiğinden dolayı çok daha sağlıklı sonuçlar vereceği düşünölmüştür (Genç, 2012:212). Bu amaç için Tablo 9 ve Tablo 11’de gösterilen değeri kullanılmıştır.

Tablo 9 ve Tablo 11’de belirtilen değeri kullanarak hesaplanan korelasyon katsayısı sonucunda 0.941 değeri elde edilmiştir. Bulunan bu değeri incelendiğinde; yöntemlerin elde ettikleri sıralama değeriinin birbirlerine çok yüksek bir oranda benzediği ve PROMETHEE ve TOPSIS yöntemleri sonucunda elde edilen değeri ile yapılan korelasyon sınavasının ordinal sıralama değeriine göre elde edilen korelasyon sınavasından daha yüksek olduğu elde edilmiştir. Böylece iki yöntemin kullanılması ile elde edilen sıralama değeriinin birbirleri ile yakın sonuçlar verdiği istatistiki olarak da ortaya konulmuş, gerçeki değeri kullanmanın daha az bilgi kaybına yol açtığı korelasyon değeri ile açıklanmıştır.

6. SONUÇ

Çalışmada ekonomik performans değeriendirme kriteri olarak altı değişken belirlenmiştir. Bunlardan dördü Maastricht kriterleri olup üye ölkelerin ekonomik ve parasal birliğe katılabilmesi için dikkate alınan kriterlerdir. Bu kriterlerden ikisi mali disiplin ile ilgili olup ölkelerin maliye politikalarını disiplin altına almaya yöneliktir. Bunlar, bütçe açıklarının GYSİH’ya oranı ve kamu borçlarının GSYİH’ya oranı biçiminde ifade edilmektedir. Bu iki kriter birbiriyle yakından ilişkilidir. Bütçe açıkları kamu gelirlerinin giderleri karşılayamaması durumunu ifade eder. Bu durumda devletin ya neredeyse temel gelir kaynağını oluşturan vergileri artırması ve harcamaları kısması ya da açık kadar borçlanmaya gitmesi gerekmektedir. Vergileri artırmanın ve kamu harcamalarını kısmanın toplumsal tepki doğurması ihtimaline karşılık borçlanma yolu genellikle tercih edilmektedir. Kamu borcunun yüksek olması kamu kesiminin harcamalarını kısamaması ve vergi koyamaması anlamına gelmektedir. Bunun devam etmesi durumunda kamu kesimi açığı kapatmak için borçlanırken daha çok faiz ödemek durumunda kalacaktır. Ekonomideki parasal kaynakların çoğunu kamu kesiminin toplaması durumunda özel kesim parasal kaynak bulamaz ve yatırım yapamaz hale gelecektir. Buna dışlama (crowding out) etkisi denmektedir. Liberal yaklaşıma göre, verimli yatırımları özel kesim yapmakta, kamu kesimi daha çok maaş vs. ödemek için borçlanmaktadır. Bu süreç sonunda ülke yatırım yapamaz hale gelebilmektedir (Eğilmez, 2013). Mali disiplin ile ilgili bu iki Maastricht kriteri yukarıdaki nedenlerle önem taşımaktadır. Diğer iki kriter ise faiz oranları ve enflasyondur. Yüksek faiz yatırımları caydırırken, yüksek enflasyon fiyat sistemini tahrip edip reel

üretimi baltayarak yatırımların spekülâtif alanlara kaymasına neden olmaktadır. Çalışmada kullanılan diğêr iki değişken ise büyüme ve işsizlik oranıdır. Büyümenin yüksek, işsizliğin düşük olması ülke refahının artmasında önemli göstergelerdir.

Kullanılan değerlendirme kriterlerinin ekonomi açısından önemi vurgulandıktan sonra, çalışmanın sonuçlarına göz atılabilir. Söz konusu altı kriter performans göstergesi olarak kullanıldığında hem TOPSIS hem de PROMETHEE sonuçlarına göre, Baltık devletlerinin ilk sıraları paylaştıkları görölmektedir. Bu noktada geçiş ekonomileri olarak adlandırılan ülkeler arasında Baltık devletlerinin bu süreci hızlı tamamlayarak diğêrlerinden daha önce piyasa ekonomisine entegre olup ekonomik göstergeleri lehine çevirdiğini söylemek mümkündür. Diğêr taraftan son yıllarda ekonomik problemler yaşayan İspanya, Portekiz ve Yunanistan her iki metotta da sıralamada en sonda yer almaktadır. Türkiye aday ülke olmakla beraber hali hazırda üye olan birçok ülkeye göre 2012 yılı itibariyle daha iyi ekonomik performans sergilemiştir. Türkiye performans sıralaması olarak TOPSIS sonuçlarına göre 18. PROMETHEE sonuçlarına göre 21. sırada yer almaktadır.

Elde edilen sonuçlarla ilgili dikkat edilmesi gereken en önemli husus, bu çalışmanın ülke ekonomilerini büyüklüklerine göre sıralamayıp seçilmiş bazı kriterlere göre, 2012 yılında gösterdikleri ekonomik performanslarına göre sıralamasıdır. Kuşkusuz çalışmada kullanılan daha farklı değerlendirme kriterleri söz konusu olduğunda sıralamada değişiklikler olabilir. Ancak çalışmanın ana teması hangi kriterler kullanılırsa sıralamada nasıl değişiklik olur? sorusuna cevap aramaktan ziyade, aynı kriterleri kullandığımızda iki farklı metod nasıl sonuçlara varmaktadır? üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu maksatla araştırmada ilk önce bahse konu ÇKKV yöntemlerinin metodolojileri anlatılmış ve müteakiben bu yöntemlerin elde ettikleri sıralama değerleri elde edilmiştir. Yöntemlerin elde ettikleri sonuçları birbirleriyle karşılaştırmak için korelasyon katsayısı, grafik yöntemi, vb gibi çeşitli yöntemler mevcuttur. Karşılaştırma bölümünde sıra korelasyonu ile sonuçları karşılaştırarak, sonuçların birbirlerine çok yakın olduğu istatistiki olarak ortaya konmaya çalışılmıştır. Çalışmanın bu konuda araştırma yapan akademisyenlere bir ışık tutacağı umulmaktadır.

KAYNAKÇA

BRANS, Jean-Pierre, (1982) “L'ingenierie de la decision: Elaboration d'instruments d'aide a la decision. La Methode PROMETHEE”, Universite Laval, Colloque d'aide a la Decision, Quebec, Canada, ss.183-213.

BRANS, Jean-Pierre ve VINCKE, Philippe, (1985) “A Preference Ranking Organization Method: The PROMETHEE Method for MCDM”, *Management Science*, 31(6), ss.647-656.

BRANS, Jean-Pierre, VINCKE, Philippe ve MARESCHAL, Bertrand, (1986) “How to Select and How to Rank Projects: The PROMETHEE Method”, *European Journal of Operational Research*, 24, ss.228-238.

BRANS, Jean-Pierre ve MARESCHAL, Bertrand, (2005) “PROMETHEE Methods”, içinde Figueira vd. (ed.) *Multiple Criteria Decision Analysis, State of the Art Survey*, New York, Springer Science.

CATERINO, Nicola, IERVOLINO, Iunio, MANFREDI, Gaetano ve COSENZA, Edoardo, “A Comparative Analysis of Decision Making Methods for The Seismic Retrofit of RC Buildings”, The 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 12-17 Ekim 2008.

EĞİLMEZ, Mahfi, (2013) <http://www.mahfiegilmez.com/2013/04/kuresel-ekonomik-gorunum.html>, Erişim tarihi: 20.10.2013

FENG, Cheng-Min and WANG, Rong-Tsu, (2001) “Considering the financial ratios on the performance evaluation of highway bus industry”, *Transport Reviews* 21 (4), ss.449-467.

GAWANDE, V. Vipin, BUNDELE, T. Ashwini ve GIRI, P. Jayant, (2013) “A Multiple Attribute Decision Making Methodology for Process Optimization in Small Scale Industries”, *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET)*, Vol.2, No.2, ss.251-259.

GENÇ, Tolga, (2012) “Çok Ölçütlü Performans Değerlendirme Teknikleri ve Türkiye'nin Ekonomik Performansının Avrupa Birliği Üye Ülkeleri ile Karşılaştırılması”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

GENÇ, Tolga, (2013) “PROMETHEE Yöntemi ve GAIA Düzlemi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt.15, Sayı.1, ss.121-142.

GREGORY, Geoffrey, (1998) *Decision Analysis*, Plenum Pres, New York.

HWANG, C.L. and K. YOON (1981) *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, New York.

JANIC, Milan, (2003) “Multicriteria Evaluation Of High-Speed Rail, Transrapid Maglev And Air Passenger Transport In Europe”, *Transportation Planning and Technology*, Vol. 26, No. 6, ss. 491–512.

KILIÇ, Süleyman Bilgin, (2005) “Avrupa Birliğine Üye ve Aday Ülkelerin Bazı Temel Makro Ekonomik Kriterlere Göre Sınıflandırılması: Çok Kriterli Karar Alma Analizine Dayalı Bir Modelin Tahmini”, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt.14, Sayı.2, ss.339-352.

KRISTO, Mela, TIAINEN, Teemu ve HEINISUO, Markku, (2012) “Comparative Study of Multiple Criteria Decision Making Methods for Building Design”, *Advanced Engineering Informatics*, Vol.26, No.4, ss.716-726.

LAI, Y.-J., T.-Y. LIU and C.-L. HWANG (1994) “TOPSIS for MODM”, *European Journal of Operational Research* 76 (3), ss.486–500

MARTOWIBOWO, Sigit Yoewono ve Hendi, RIYANTO, (2011) “Suitable Multi Criteria Decision Analysis Tool for Selecting Municipal Solid Waste Treatment in the City of Bandung”, *Journal of KONES Powertrain and Transport*, Vol.18, No.4, ss.273-280.

OECD (2013), “OECD Economic Outlook No 91 - Long-term Baseline Projections”, <http://knoema.com/OECDEOLTBP2013/economic-outlook-no-91-long-term-baseline-projections-2013>. Erişim tarihi: 17.09.2013.

OPRICOVIC Serafim ve TZENG Gwo Hshiung, (2004) “Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS”, *European Journal of Operational Research*, Vol.156, ss.445-455.

ÖZDEN, Ünal Halit (2009), *Türkiye’deki Mevduat Bankalarının Performansları: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Analiz*, Ankara, Detay Yayıncılık.

YOON, K. and C.L. HWANG (1995) *Multiple Attribute Decision Making: An Introduction*, Sage, Thousand Oaks, CA.

Ek-1: Tercih İndeksleri

	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	GR	ES	FR	HR	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SI	SK	FI	SE	GB	TR
Belçika		0,037	0,035	0,002	0	0,049	0,176	0,63	0,317	0,037	0,182	0,157	0,172	0,039	0,052	0,008	0,18	0,018	0,011	0	0,067	0,285	0,065	0,069	0,102	0,017	0,014	0,06	0,22
Bulgaristan	0,181		0,163	0,108	0,073	0,05	0,307	0,767	0,383	0,181	0,278	0,305	0,312	0,03	0,096	0,014	0,262	0,141	0,177	0,109	0,148	0,456	0,107	0,186	0,179	0,098	0,013	0,221	0,241
Çek Cumhuriyeti	0,062	0,04		0	0,034	0,025	0,244	0,671	0,338	0,076	0,129	0,191	0,17	0,043	0,039	0	0,175	0,025	0,021	0,025	0,046	0,323	0,046	0,042	0,071	0	0,016	0,091	0,208
Danimarka	0,095	0,077	0,062		0,036	0,075	0,289	0,716	0,389	0,106	0,217	0,27	0,251	0,079	0,098	0,028	0,251	0,065	0,033	0,031	0,113	0,396	0,111	0,106	0,145	0,04	0,036	0,131	0,245
Almanya	0,173	0,128	0,211	0,133		0,113	0,33	0,758	0,418	0,181	0,377	0,355	0,367	0,139	0,206	0,076	0,327	0,154	0,15	0,078	0,238	0,506	0,214	0,259	0,274	0,13	0,065	0,215	0,316
Estonya	0,302	0,134	0,259	0,22	0,146		0,467	0,794	0,554	0,313	0,436	0,466	0,478	0,119	0,16	0,101	0,398	0,234	0,283	0,195	0,227	0,628	0,22	0,334	0,262	0,192	0,089	0,316	0,3
İrlanda	0,019	0,014	0,05	0,014	0,006	0,064		0,474	0,178	0,008	0,122	0,104	0,078	0,011	0,036	0,028	0,139	0,036	0,036	0,019	0,05	0,159	0,042	0,072	0,063	0,036	0	0,025	0,182
Yunanistan	0,044	0,039	0,069	0,039	0,031	0,089	0,025		0,077	0,033	0,067	0,064	0,058	0,036	0,061	0,053	0,131	0,061	0,05	0,044	0,075	0,05	0,067	0,05	0,075	0,061	0	0,05	0,167
İspanya	0,011	0	0,031	0	0	0,05	0,03	0,365		0	0,028	0,068	0,021	0	0,022	0,014	0,104	0,022	0,011	0,006	0,036	0,111	0,028	0,011	0,036	0,022	0	0,011	0,186
Fransa	0,011	0,03	0,036	0,006	0	0,056	0,157	0,609	0,293		0,164	0,172	0,155	0,029	0,051	0,019	0,181	0,035	0,022	0,011	0,066	0,281	0,071	0,085	0,088	0,028	0	0,048	0,225
Hrvatistan	0,048	0	0,003	0	0,022	0,022	0,148	0,529	0,2	0,034		0,085	0,063	0	0	0	0,093	0,008	0,008	0,012	0,008	0,161	0	0	0,008	0	0	0,058	0,171
İtalya	0,024	0	0,039	0,026	0	0,025	0,124	0,492	0,233	0,043	0,079		0,087	0	0,005	0	0,083	0,007	0,026	0	0,033	0,138	0,005	0,019	0,047	0	0	0,074	0,182
Kıbrıs	0,004	0,001	0,011	0	0	0,031	0,081	0,498	0,194	0	0,065	0,076		0,003	0,003	0	0,073	0,003	0	0	0,017	0,105	0,008	0	0,04	0,003	0	0	0,169
Letonya	0,255	0,092	0,246	0,192	0,134	0,056	0,377	0,747	0,469	0,249	0,352	0,366	0,377		0,079	0,133	0,338	0,19	0,254	0,156	0,166	0,497	0,176	0,248	0,199	0,174	0,083	0,289	0,268
Litvanya	0,165	0,058	0,14	0,108	0,098	0,028	0,299	0,725	0,434	0,168	0,25	0,285	0,286	0,007		0,081	0,262	0,084	0,159	0,083	0,06	0,439	0,071	0,164	0,1	0,102	0,047	0,194	0,206
Lüksemburg	0,184	0,062	0,133	0,102	0,068	0,047	0,372	0,783	0,42	0,206	0,306	0,333	0,339	0,089	0,139		0,29	0,143	0,138	0,104	0,191	0,487	0,143	0,189	0,224	0,071	0,03	0,221	0,273
Macaristan	0,062	0	0,057	0,05	0	0	0,194	0,625	0,26	0,067	0,127	0,102	0,105	0,001	0,029	0		0,031	0,05	0,012	0,045	0,222	0,024	0,043	0,081	0	0	0,098	0,092
Malta	0,063	0,051	0,076	0,025	0	0,053	0,239	0,726	0,365	0,087	0,215	0,213	0,215	0,053	0,046	0,014	0,195		0,047	0	0,074	0,368	0,055	0,108	0,116	0,034	0,035	0,102	0,206
Hollanda	0,065	0,088	0,064	0,017	0	0,081	0,264	0,672	0,358	0,085	0,2	0,212	0,192	0,09	0,097	0,034	0,208	0,043		0	0,113	0,337	0,11	0,084	0,145	0,046	0,053	0,1	0,255
Avusturya	0,099	0,085	0,135	0,066	0	0,09	0,296	0,756	0,405	0,123	0,294	0,281	0,288	0,088	0,117	0,046	0,256	0,065	0,077		0,149	0,433	0,125	0,176	0,186	0,074	0,056	0,143	0,253
Polonya	0,078	0,009	0,065	0,041	0,027	0,014	0,21	0,688	0,356	0,081	0,169	0,212	0,197	0,007	0,001	0,031	0,176	0,011	0,071	0,012		0,35	0,014	0,094	0,042	0,047	0	0,107	0,177
Portekiz	0	0	0,019	0	0	0,039	0,043	0,35	0,157	0	0,036	0,014	0,008	0	0,011	0,003	0,081	0,011	0	0	0,025		0,017	0	0,025	0,011	0	0	0,167
Romanya	0,096	0,02	0,056	0,029	0,046	0,022	0,249	0,748	0,369	0,109	0,181	0,218	0,212	0,021	0,02	0	0,17	0,04	0,084	0,036	0,055	0,357		0,089	0,092	0,022	0,004	0,13	0,165
Slovenya	0,054	0,028	0,034	0,007	0,023	0,04	0,215	0,628	0,313	0,075	0,128	0,155	0,13	0,029	0,034	0,003	0,143	0,021	0,017	0,013	0,049	0,253	0,024		0,091	0,011	0,011	0,09	0,186
Slovakya	0,077	0	0,05	0,033	0,029	0,014	0,189	0,651	0,319	0,068	0,13	0,186	0,185	0	0	0,028	0,177	0,012	0,068	0,016	0	0,315	0,016	0,095		0,044	0	0,094	0,182
Finlandiya	0,107	0,053	0,072	0,055	0,024	0,035	0,308	0,725	0,36	0,129	0,215	0,23	0,24	0,055	0,085	0	0,19	0,061	0,065	0,031	0,117	0,393	0,093	0,108	0,153		0,017	0,145	0,232
İsviçre	0,217	0,095	0,202	0,146	0,079	0,092	0,358	0,771	0,453	0,208	0,363	0,39	0,396	0,106	0,173	0,071	0,347	0,188	0,211	0,138	0,215	0,541	0,185	0,255	0,247	0,132		0,25	0,279
İngiltere	0,005	0,047	0,023	0	0	0,039	0,152	0,596	0,283	0,014	0,169	0,183	0,133	0,05	0,057	0,003	0,19	0,028	0,008	0	0,072	0,261	0,07	0,081	0,095	0,011	0,01		0,235
Türkiye	0,173	0,057	0,132	0,094	0,062	0,019	0,329	0,789	0,439	0,195	0,274	0,312	0,306	0,047	0,069	0,047	0,173	0,077	0,152	0,059	0,098	0,43	0,064	0,175	0,136	0,078	0,035	0,207	

Not: Ülke kısaltmaları olarak Uluslararası Standartlar Teşkilatı (ISO) tarafından belirlenen ISO 3166-1-alpha-2 ülke kodları kullanılmıştır

