

BÖLÜM 6

ENTROPİ TEMELLİ TOPSIS YÖNTEMİ İLE OECD ÜLKELERİNİN LOJİSTİK PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Okan DAĞ¹

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi, ürün yelpazesinin genişlemesiyle birlikte uluslararası ticaret önem kazanırken; lojistik sektörü de bu duruma paralel olarak önemini gittikçe arttırmıştır. Lojistik, üretim noktasından tüketim noktasına kadar olan süreçteki rolü sebebiyle ülkelerin önem verdiği bir sektör haline gelmiştir. Ülkelerin gelişmişlik göstergelerinden biri haline gelen lojistik sektörü ekonomik üstünlük ve rekabet gücü bakımından da olmazsa olmazlar arasındadır.

Günümüzde rekabet ortamının artmasıyla beraber ülkeler için lojistik performansın ölçümü de oldukça önemli bir hal almıştır. Bu amaçla Dünya Bankası tarafından Lojistik Performans Endeksi (LPE) raporları yayımlanmaya başlamıştır. 2007 yılından itibaren yayımlanmaya başlayan bu raporlar sayesinde ülkeler lojistik anlamda avantajlı ve dezavantajlı yönlerini görme şansına sahip olmaktadır.

Bu kapsamda çalışmanın amacı, OECD ülkelerinin lojistik performans bakımından analizini gerçekleştirmektir. Bu bağlamda Lojistik Performans Endeksi kriterleri baz alınırken; analizde bir çok kriterin ve alternatifin aynı anda değerlendirilmesine imkan sağlayan Çok Kriterli Karar Verme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Çalışmada Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenirken, ülkelerin sıralanmasında TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir.

Çalışmada ilk olarak giriş bölümüne, ikinci bölümde çalışmada kullanılan ÇKKV yöntemleriyle ve lojistik performansla ilgili literatür taramasına yer verilmiştir. Üçüncü bölüm olan metodoloji kısmında ise kullanılan tekniklerin detaylarına ve uygulama adımlarına yer verilmiştir. Dördüncü bölümde OECD ülkelerinin lojistik performanslarına göre analizi yer alırken; son bölümde ise tartışma, sonuç ve öneriler kısmı sunulmuştur.

¹ Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, okandaq@gmail.com

2. LİTERATÜR TARAMASI

- Entropi Yöntemi İle İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Acer, Genç ve Dinçer (2020) tarafından yapılan çalışmada, 2018 yılı itibari ile Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 17 bireysel emeklilik firmasına yer verilirken; kriter olarak, katkı payı tutarı, katılımcı sayısı, emeklilik teknik gider, katılımcı fon tutarı, devlet katkısı fon tutarı ele alınmıştır. Analiz sırasında ilk olarak Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş, ardından COPRAS yöntemi ile sıralama yapılmıştır. Analiz neticesinde katılımcı fon tutarının en önemli kriter derecesine sahip olduğu görülmüştür.

Ayçin ve Güçlü (2020) tarafından yapılan çalışmada, Borsa İstanbul'da ticaret endeksinde işlem gören firmaların finansal performanslarının analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda ilk olarak performans kriterlerinin önem ağırlıkları Entropi yöntemi ile belirlenirken değerlendirme çok kriterli karar verme tekniklerinden olan MAIRCA ile yapılmıştır. Yapılan analiz neticesinde finansal performans değeri en iyi olan firmalar MİLPA, SANKO ve TEKNOSA olmuştur.

Özgüner (2020) tarafından yapılan çalışmada, tedarikçi seçiminin ve seçim sırasında göz önünde bulundurulmuş kriterlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada sekiz kriterden ve altı tedarikçi ele alınmıştır. Bu bağlamda ilk olarak Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş; TOPSIS yöntemi ile de sıralama yapılmıştır. Yapılan analiz neticesinde uygulama yapılan işletmenin tedarikçi önceliğinin kliniğin implant hizmeti olduğu görülmüştür.

- TOPSIS Yöntemi İle İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Kabadayı ve Çırpın (2020) tarafından yapılan çalışmada, tedarikçi tercihi ve risk değerlendirmesi problemlerine çözüm bulmak adına bir modelin ortaya atılması amaçlanmıştır. Çalışmada veri seti olarak tekstil firmasının tedarikçi seçim süreci ile ilgili problem ele alınırken; ar-ge düzeyi, maliyet, kalite, hizmet ve tedarik süresi kriter olarak belirlenmiştir. Çalışmada bu tür problemlerin çözümünde fayda sağladığı görülen Gri İlişkisel Analiz ve TOPSIS tekniklerinden yararlanılmıştır.

Sakarya ve Aksu (2020) tarafından yapılan çalışmada, ulaştırma alanında hizmet veren ve Borsa İstanbul'da işlem gören işletmelerin 2013-2017 yılları arasındaki finansal performanslarının analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda on dört finansal orandan yararlanılmıştır. Çalışmada ilk olarak Entropi yöntemiyle kriter ağırlıkları belirlenirken; TOPSIS yöntemi ile değerlendirmede bulunulmuştur. Yapılan analiz neticesinde en iyi sonuç veren firmalar; RYSAS, CLEBI olurken daha az başarılı sonuçlar alınan firmalar ise; THYAO ve BEYAZ olmuştur.

Derse ve Yontar (2020) tarafından yapılan çalışmada, en uygun yenilenebilir enerji kaynağının seçilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, rüzgar enerjisi, dalga enerjisi, güneş enerjisi, hidroelektrik enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji ve hidrojen enerjisi olmak üzere yedi farklı yenilenebilir enerji kaynağına yer verilmiştir. Bu kaynakların değerlendirilmesi için elde edilebilirlik miktarı, maliyet, teknolojik olgunluk, verimlilik, arıza/kaza riskinin düşüklüğü, iş olanağı, devlet teşvikleri, hizmet ömrü, arazi ihtiyacı ve sosyal kabul edilebilirlik kriter olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda yapılan analizde çok kriterli karar verme tekniklerinden SWARA ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan analiz neticesinde Türkiye'de hidroelektrik enerji santralının kurulması ihtiyacı ilk sırada yer almıştır.

Organ ve Kaçaroğlu (2020) tarafından yapılan çalışmada, vakıf üniversitelerinin başarı sıralamasının yapılması amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada 46 vakıf üniversitesi analize dahil edilirken; kriter olarak, toplam öğrenci sayısı, URAP puanı, kadrolu öğretim elemanı sayısı, basılı kitap sayısı, kütüphane alanı, öğrenci başına düşen toplam alan, proje destekleri ve tam bursluluk oranı belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan analizde ilk olarak Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş, ardından TOPSIS yöntemi ile üniversitelerin sıralanması işlemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz neticesinde Bilkent Üniversitesi ilk sırada yer alırken, Toros Üniversitesi son sırada yer almıştır.

Alao, Popoola ve Ayodele (2021) tarafından yapılan çalışmada, dağıtılmış üretim için uygun atıktan enerji teknolojilerinin optimal seçiminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada sosyal, teknik, çevresel ve ekonomik unsurlar olmak üzere dört kriter baz alınırken; anaerobik çürütme, gazlaştırma, çöp gazı geri kazanımı, yakma ve piroliz gibi beş teknoloji, olgunluk düzeylerine ve bulunabilirliklerine göre beş teknoloji kullanılmıştır. Analiz sırasında IDOCRIW ve TOPSIS tekniklerinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda anaerobik en iyi teknoloji olarak bulunurken; yakam teknolojisinin en kötü seçenek olduğu ortaya konmuştur.

Zulqarnain, Abdal, Ali, Ali, Dayan, Ahmad ve Zafar (2020) tarafından yapılan çalışmada tıbbi klinik seçiminin yapılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda güvenlik, çevre, kalifiye personel ve giderler olmak üzere dört kriter baz alınarak analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz sırasında çok kriterli karar verme tekniklerinden TOPSIS yönteminden yararlanılmıştır. Analiz sonucunda kullanılan tekniğin çok iyi sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür.

Zulqarnain, Xin, Saeed, Ahmad, Dayan ve Ahmad (2020) tarafından yapılan çalışmada, sağlık sektörüne sağlık personelinin alınması için bir analizin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada kriter olarak, kararlılık, hastaya

davranış, acil serviste yönetim becerileri, kişilik, cerrahi komuta, deneyim ve akademik kayıt belirlenmiştir. analiz sırasında TOPSIS yönteminden yararlanılmış; analiz sonucunda TOPSIS yöntemiyle başarılı bir sonuç elde edildiği gözlemlenmiştir.

- Lojistik Performans Endeksi İle İlgili Yapılan Bazı Çalışmalar

Bozkurt ve Mermertaş (2019) tarafından yapılan çalışmada, lojistik performans endeksi bakımından G8 ülkeleri ile Türkiye'nin performanslarının analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ülkelerin avantaj ve dezavantajları ortaya konulurken; bu ülkelerle ilgili öneriler sıralanmıştır.

Ulutaş ve Karaköy (2019) tarafından yapılan çalışmada, G-20 ülkelerinin Lojistik Performans Endeksi'ne göre sıralanması amaçlanmıştır. Çalışmada Dünya Bankası'ndan elde edilen verilerden yararlanılırken; analiz kısmında çok kriterli karar verme teknikleri kullanılmıştır. İlk olarak SD yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenirken; daha sonra WASPAS yöntemi ile sıralama gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda Almanya, Japonya, Birleşik Krallık ilk üçte yer alan ülkeler olmuştur.

Karaköy ve Ölmez (2019) tarafından yapılan çalışmada Balkan ülkelerinin lojistik performans bakımından analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Lojistik Performans Endeksi'nden yararlanılırken; analiz sırasında çok kriterli karar verme tekniklerinden Entropi ve OCRA'ya yer verilmiştir. Çalışmada ilk olarak Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş olup; ardından OCRA yöntemi ile sıralama yapılmıştır. Çalışmada Slovenya, Yunanistan ve Türkiye ilk üç sırada yer almıştır.

3. METODOLOJİ

Çalışmanın bu bölümünde analiz sırasında kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden Entropi, TOPSIS ve COPRAS yöntemlerine detaylı bir şekilde yer verilmiştir.

3.1. Entropi Yöntemi

Termodinamik alanında düzensizliğin kıstası olarak kullanılan Entropi terimi, ilk olarak 1865 yılında Clausius tarafından ortaya atılmıştır (Zhang & ark., 2011). Entropi yöntemi, ölçüm verilerinden ve bilgilerinden yararlanarak birbirinden farklı önem derecelerine sahip kriter ağırlıklarının objektif bir şekilde belirlenmesinde kullanılmaktadır (Wang & ark., 2009). Entropi yönteminin aşamaları aşağıda gösterildiği gibidir (Karami & Joahansson, 2014; Malekian & Azarnivand, 2016):

Adım 1. Karar Matrisinin Oluşturulması; Bu adımda karar matrisi, m adet karar alternatifi ve n adet değerlendirme ölçütüne sahip çok ölçütlü karar problemi haline getirilmektedir.

$$X_{m \times n} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2l} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

Adım 2. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi; Bu adımda kriterlerin fayda ve maliyet yönlü oluşuna göre Eşitlik 2 ve Eşitlik 3'ten yararlanılarak hesaplamalar gerçekleştirilmektedir.

$$P_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

$$P_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

Karar matrisinin normalize edilmesinin ardından $R = [rij]_{m \times n}$ matrisinde gösterilmekte ve Eşitlik 4'te yer alan formülizasyondan yararlanılmaktadır.

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^m r_{ij}} \quad (4)$$

Adım 3. Entropi Değerinin Hesaplanması; Bu aşamada Entropi değeri olan “e_j” Eşitlik 5'ten yararlanılarak elde edilmektedir.

$$e_j = \frac{-1}{\ln m} \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln r_{ij} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

Adım 4. Farklılaşma Derecelerinin Hesaplanması; Bu adımda farklılaşma derecelerinin hesaplanması sırasında Eşitlik 6'dan yararlanılmaktadır.

$$d_j = 1 - e_j; \forall j \quad (6)$$

Adım 5. Entropi Ağırlığının Hesaplanması; Bu adımda her bir kritere ait kriter ağırlıkları Eşitlik 7 yardımıyla elde edilmektedir.

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j}, V_j \quad (7)$$

3.2. TOPSIS Yöntemi

Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen TOPSIS yöntemi en çok kullanılan çok kriterli karar verme tekniklerinden biridir. TOPSIS yönteminin temel prensibi, pozitif ideal çözüme en yakın; negatif ideal çözüme en uzak durumda bulunan alternatifi seçme işlemidir (Zavadskas & Antucheviciene, 2006).

TOPSIS yöntemi nitel bir çevrime ihtiyaç duymaksızın direkt bir şekilde veriye uygulanabilmektedir. Bu yöntem sayesinde alternatifler, mevcut kriterler baz alınarak bu kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal çözüme olan uzaklıklar değerlendirilerek bir sıralama yapılabilir. TOPSIS her kriterin standart bir biçimde artış ya da azalış eğilimine sahip olduğunu varsaymaktadır. Bu sayede pozitif ideal ve negatif ideal çözümler kolay bir hakl almaktadır (Alpay, 2010).

TOPSIS yöntemi genel olarak altı adımdan oluşmaktadır (Uyguntürk & Korkmaz, 2012; Alsu & Taşdemir, 2017):

Adım 1. Karar Matrisinin Oluşturulması; Bu adımda alternatiflerin satırları; kriterlerin sütunları oluşturduğu bir karar matrisi oluşturulmaktadır.

$$A_{ij} = \begin{vmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2l} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{vmatrix} \quad (8)$$

Adım 2. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi; Karar matrisinin oluşturulmasının ardından her bir sütunda yer alan değerlerin karesi alınırken; elde edilen değerler toplamının kareköküne bölünmesiyle normalize edilmiş karar matrisi meydana gelmektedir. Bu işlem sırasında Eşitlik 9'dan yararlanılmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (9)$$

Adım 3. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması; Daha önceden elde edilmiş olan kriter ağırlıkları, her bir sütundaki elemanla çarpılarak ağırlıklı standart karar matrisi oluşturulmaktadır.

Adım 4. Pozitif İdeal (A*) ve Negatif İdeal (A-) Çözümlerin Oluşturulması; İdeal çözüm ağırlıklı standart karar matrisinin en iyi performans değerlerinden meydana gelirken; negatif ideal çözüm en kötü değerlerinden oluşmaktadır. Bu adımda Eşitlik 10 ve Eşitlik 11'den yararlanılmaktadır. Her iki formülasyonda da J^* fayda, J' ise maliyet değerini sembolize etmektedir.

$$A^* = \{(\max_{ij} v_{ij} \mid j \in J), (\min_{ij} v_{ij} \mid j \in J')\} \quad (10)$$

$$A^- = \{(\min_{ij} v_{ij} \mid j \in J), (\max_{ij} v_{ij} \mid j \in J')\} \quad (11)$$

Adım 5. Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması; Bu adımda İdeal Ayrım (S_i^*) ile Negatif İdeal Ayrım (S_i^-) sırasıyla Eşitlik 12 ve Eşitlik 13 yardımıyla elde edilmektedir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (12)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (13)$$

Adım 6. İdeal Çözüme Göreli Uzaklığın Hesaplanması; Eşitlik 14'ten yararlanılarak ideal çözüme göreli uzaklık hesaplanmaktadır.

$$C_i^* = \frac{S_i^*}{S_i^- + S_i^*} \quad 0 \leq C_i^* \leq 1 \quad (14)$$

4. UYGULAMA

Çalışmada 2010-2018 yılları arasında yayınlanmış olan Lojistik Performans Endeksi raporları baz alınarak OECD ülkeleri ile ilgili bir analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ilk olarak yayınlanmış olan beş Lojistik Performans Endeksi raporunun aritmetik ortalaması alınmıştır. Daha sonra kriterlerin eşit ağırlık derecesine sahip olmadığı düşünüldüğünden kriter ağırlıklarını belirlemek adına Entropi

yönteminden yararlanılmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan TOPSIS ile ülkeler için sıralama gerçekleştirilmiştir.

4.1. Entropi Yöntemi İle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Eşit ağırlık derecesine sahip olmayan kriterlere Entropi yöntemi ile kriter ağırlıkları atanabilmektedir. Çalışmanın bu bölümünde Entropi yönteminin çözüm adımlarına yer verilmiştir.

Adım 1. Karar Matrisinin Oluşturulması;

Tablo 1. Kara Matrisi						
Ülkeler	Gümrükler	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi	Takip Edilebilirlik	Zamanında Teslim
Almanya	4,04	4,35	3,76	4,19	4,18	4,40
İsveç	3,85	4,15	3,78	4,07	4,05	4,32
Belçika	3,79	4,05	3,78	4,09	4,13	4,34
Avusturya	3,72	3,93	3,70	3,92	4,04	4,11
Japonya	3,83	4,16	3,59	4,00	4,04	4,23
Hollanda	3,97	4,22	3,75	4,13	4,10	4,31
Danimarka	3,81	3,92	3,60	3,94	3,86	4,26
Birleşik Krallık	3,83	4,06	3,67	4,00	4,09	4,31
Finlandiya	3,91	3,95	3,57	3,91	3,98	4,08
İsviçre	3,81	4,08	3,51	3,94	4,01	4,15
Birleşik Devletler	3,72	4,13	3,47	3,95	4,14	4,17
Yeni Zelanda	3,58	3,63	3,30	3,52	3,62	3,96
Fransa	3,64	3,99	3,58	3,82	3,98	4,19
İspanya	3,52	3,73	3,55	3,74	3,77	4,06
Avustralya	3,71	3,88	3,52	3,77	3,83	4,05
İtalya	3,40	3,78	3,49	3,69	3,82	4,07
Kanada	3,69	3,99	3,44	3,92	3,95	4,17
Norveç	3,72	3,98	3,46	3,80	3,81	4,10
Çekya	3,27	3,26	3,48	3,50	3,57	3,87
Portekiz	3,26	3,26	3,39	3,47	3,61	3,93
Lüksemburg	3,76	3,92	3,76	3,81	3,85	4,43
Kore Cumhuriyeti	3,41	3,73	3,50	3,65	3,75	3,99
Polonya	3,24	3,11	3,45	3,40	3,46	4,09

İrlanda	3,53	3,60	3,56	3,74	3,88	4,01
Macaristan	3,00	3,23	3,17	3,19	3,46	3,73
Şili	3,14	3,04	3,10	3,05	3,31	3,67
Slovenya	3,01	3,14	3,10	3,18	3,28	3,54
Estonya	3,16	3,03	3,13	3,12	3,12	3,67
İsrail	3,26	3,38	3,01	3,46	3,45	3,95
İzlanda	3,24	3,26	3,08	3,39	3,34	3,63
Yunanistan	2,78	3,10	2,96	2,93	3,22	3,57
Türkiye	3,02	3,39	3,24	3,35	3,41	3,77
Meksika	2,70	2,95	3,04	3,07	3,20	3,52
Slovakya	2,92	3,09	3,14	3,13	3,10	3,68
Litvanya	2,96	2,96	3,11	3,04	3,19	3,80
Letonya	2,96	2,93	3,10	2,96	3,25	3,47

Adım 2. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi; bu adımda Eşitlik 4'ten yararlanılarak her bir değer ilgili sütun toplamına bölünmüş ve Tablo 2 elde edilmiştir.

Tablo 2. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

Ülkeler	Gümrükler	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi	Takip Edilebilirlik	Zamanında Teslim
Almanya	-0,1114	-0,1134	-0,1067	-0,1108	-0,1089	-0,1068
İsveç	-0,1078	-0,1098	-0,1071	-0,1085	-0,1065	-0,1053
Belçika	-0,1066	-0,1079	-0,1071	-0,1089	-0,1079	-0,1058
Avusturya	-0,1052	-0,1055	-0,1054	-0,1058	-0,1061	-0,1016
Japonya	-0,1072	-0,1099	-0,1033	-0,1072	-0,1062	-0,1039
Hollanda	-0,1100	-0,1111	-0,1065	-0,1096	-0,1074	-0,1052
Danimarka	-0,1068	-0,1053	-0,1035	-0,1062	-0,1029	-0,1044
Birleşik Krallık	-0,1074	-0,1080	-0,1049	-0,1072	-0,1072	-0,1053
Finlandiya	-0,1089	-0,1059	-0,1028	-0,1055	-0,1051	-0,1012
İsviçre	-0,1068	-0,1084	-0,1017	-0,1061	-0,1056	-0,1024
Birleşik Devletler	-0,1051	-0,1095	-0,1009	-0,1062	-0,1081	-0,1028
Yeni Zelanda	-0,1023	-0,0998	-0,0972	-0,0978	-0,0981	-0,0991
Fransa	-0,1035	-0,1067	-0,1031	-0,1037	-0,1050	-0,1032
İspanya	-0,1010	-0,1017	-0,1024	-0,1021	-0,1010	-0,1007
Avustralya	-0,1049	-0,1046	-0,1017	-0,1028	-0,1023	-0,1006

İtalya	-0,0985	-0,1026	-0,1011	-0,1012	-0,1021	-0,1009
Kanada	-0,1045	-0,1068	-0,1001	-0,1056	-0,1045	-0,1028
Norveç	-0,1051	-0,1066	-0,1006	-0,1034	-0,1018	-0,1016
Çekya	-0,0959	-0,0923	-0,1011	-0,0974	-0,0973	-0,0975
Portekiz	-0,0956	-0,0922	-0,0991	-0,0969	-0,0980	-0,0985
Lüksemburg	-0,1060	-0,1055	-0,1067	-0,1035	-0,1026	-0,1074
Kore Cumhuriyeti	-0,0988	-0,1017	-0,1013	-0,1003	-0,1007	-0,0995
Polonya	-0,0951	-0,0891	-0,1004	-0,0954	-0,0949	-0,1014
İrlanda	-0,1011	-0,0992	-0,1026	-0,1021	-0,1032	-0,1000
Macaristan	-0,0899	-0,0916	-0,0943	-0,0911	-0,0950	-0,0948
Şili	-0,0929	-0,0876	-0,0928	-0,0881	-0,0921	-0,0938
Slovenya	-0,0902	-0,0897	-0,0930	-0,0909	-0,0914	-0,0912
Estonya	-0,0933	-0,0874	-0,0936	-0,0895	-0,0881	-0,0937
İsrail	-0,0955	-0,0948	-0,0909	-0,0966	-0,0949	-0,0989
İzlanda	-0,0951	-0,0921	-0,0923	-0,0952	-0,0926	-0,0929
Yunanistan	-0,0851	-0,0888	-0,0897	-0,0856	-0,0901	-0,0918
Türkiye	-0,0904	-0,0948	-0,0958	-0,0944	-0,0939	-0,0956
Meksika	-0,0833	-0,0858	-0,0915	-0,0885	-0,0897	-0,0909
Slovakya	-0,0883	-0,0887	-0,0937	-0,0898	-0,0877	-0,0938
Litvanya	-0,0892	-0,0859	-0,0931	-0,0879	-0,0896	-0,0961
Letonya	-0,0890	-0,0853	-0,0928	-0,0862	-0,0907	-0,0900

Adım 3. Entropi Değerinin Hesaplanması; bu adımda, e_j değeri elde edilirken Tablo 2’ de yer alan kriterlerin sütun toplamı $k = 1/\ln(m)$ formülünden gelen değer ile çarpılmış ve Tablo 3 elde edilmiştir.

Tablo 3. Entropi Değerinin (e_j) Hesaplanması						
	Gümrükler	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi	Takip Edilebilirlik	Zamanında Teslim
e_j	0,9984	0,9979	0,9992	0,9985	0,9988	0,9994

Adım 4. Farklılaşma Derecelerinin Hesaplanması; bu adımda Eşitlik 6’dan yararlanılmış olup elde edilen sonuçlara Tablo 4’te yer verilmiştir.

Tablo 4. Farklılaşma Derecelerinin (dj) Hesaplanması

	Gümrükler	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi	Takip Edilebilirlik	Zamanında Teslim	Toplam
dj	0,0016	0,0021	0,0008	0,0015	0,0012	,0006	0,0078

Adım 5. Entropi Ağırlığının Hesaplanması; bu adımda Eşitlik 7'den yararlanılarak Entropi kriter ağırlıkları belirlenmiş ve sıralama yapılmıştır.

Tablo 5. Entropi Değerinin (wj) Hesaplanması

	Gümrükler	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi	Takip Edilebilirlik	Zamanında Teslim
wj	0,2071	0,2678	0,0964	0,1947	0,1519	0,0821
Sıralama	2	1	5	3	4	6

Entropi sonucunda elde edilen kriter ağırlıklarına bakıldığında, altyapı kriteri ilk sırada yer alırken, gümrükler ikinci sırada, lojistik hizmet kalitesi ise üçüncü sırada yer almaktadır.

4.2. TOPSIS Yöntemi İle OECD Ülkelerinin Lojistik Performanslarının Değerlendirilmesi

Çalışmanın bu bölümünde, Entropi yöntemi ile ağırlıkların belirlenmesinin ardından TOPSIS yöntemi ile OECD ülkelerinin lojistik performans endeksine göre sıralaması gerçekleştirilmiştir.

Adım 1. Karar Matrisinin Oluşturulması; Bu adımda Tablo 1'de yer alan karar matrisinden yararlanılmıştır.

Adım 2. Karar Matrisinin Normalize Edilmesi; Bu adımda Eşitlik 9'dan yararlanılarak karar matrisinde yer alan her bir değer karesi alınırken; elde edilen değerler toplamının kareköküne bölünmesiyle normalize edilmiş karar matrisi meydana gelmiştir.

Tablo 6. Standartlaştırılmış Karar Matrisi

Ülkeler	Gümrükler	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi	Takip Edilebilirlik	Zamanında Teslim
Almanya	0,1940	0,1986	0,1831	0,1926	0,1881	0,1835
İsveç	0,1851	0,1897	0,1842	0,1869	0,1823	0,1799
Belçika	0,1823	0,1852	0,1840	0,1879	0,1858	0,1810
Avusturya	0,1789	0,1794	0,1800	0,1805	0,1815	0,1711
Japonya	0,1838	0,1900	0,1751	0,1838	0,1817	0,1765
Hollanda	0,1906	0,1930	0,1826	0,1898	0,1845	0,1797
Danimarka	0,1829	0,1789	0,1754	0,1814	0,1737	0,1776
Birleşik Krallık	0,1842	0,1854	0,1789	0,1837	0,1840	0,1797
Finlandiya	0,1878	0,1803	0,1739	0,1799	0,1791	0,1700
İsviçre	0,1829	0,1864	0,1711	0,1811	0,1802	0,1730
Birleşik Devletler	0,1788	0,1889	0,1693	0,1815	0,1863	0,1739
Yeni Zelanda	0,1722	0,1661	0,1608	0,1617	0,1626	0,1652
Fransa	0,1751	0,1823	0,1745	0,1756	0,1789	0,1748
İspanya	0,1690	0,1704	0,1730	0,1718	0,1694	0,1690
Avustralya	0,1782	0,1772	0,1713	0,1733	0,1724	0,1686
İtalya	0,1634	0,1725	0,1700	0,1695	0,1720	0,1695
Kanada	0,1773	0,1824	0,1675	0,1800	0,1776	0,1739
Norveç	0,1789	0,1820	0,1687	0,1748	0,1713	0,1710
Çekya	0,1573	0,1491	0,1697	0,1608	0,1608	0,1615
Portekiz	0,1567	0,1489	0,1651	0,1597	0,1625	0,1640
Lüksemburg	0,1809	0,1793	0,1832	0,1751	0,1731	0,1848
Kore Cumhuriyeti	0,1641	0,1706	0,1704	0,1676	0,1685	0,1662
Polonya	0,1556	0,1420	0,1683	0,1563	0,1554	0,1705
İrlanda	0,1694	0,1647	0,1734	0,1718	0,1745	0,1673
Macaristan	0,1441	0,1476	0,1543	0,1468	0,1555	0,1554
Şili	0,1507	0,1388	0,1509	0,1402	0,1490	0,1531
Slovenya	0,1447	0,1434	0,1513	0,1463	0,1476	0,1475
Estonya	0,1516	0,1384	0,1526	0,1433	0,1404	0,1529
İsrail	0,1566	0,1546	0,1467	0,1591	0,1553	0,1647
İzlanda	0,1556	0,1487	0,1498	0,1558	0,1501	0,1512
Yunanistan	0,1337	0,1414	0,1440	0,1347	0,1447	0,1486
Türkiye	0,1452	0,1547	0,1577	0,1541	0,1532	0,1573
Meksika	0,1299	0,1348	0,1481	0,1410	0,1438	0,1468

Slovakya	0,1404	0,1412	0,1529	0,1438	0,1394	0,1533
Litvanya	0,1424	0,1351	0,1515	0,1398	0,1437	0,1585
Letonya	0,1420	0,1338	0,1510	0,1360	0,1461	0,1447

Adım 3. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması; Bu adımda Entropi yönteminden elde edilmiş olan kriter ağırlıkları, ilgili kriterlere ait sütunda yer alan tüm değerlerle çarpılmıştır. Elde edilen sonuçlara Tablo 7’de yer verilmiştir.

Tablo 7. Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin Oluşturulması						
Ülkeler	Gümrükler	Altyapı	Uluslararası Taşımacılık	Lojistik Hizmet Kalitesi	Takip Edilebilirlik	Zamanında Teslim
Almanya	0,0402	0,0532	0,0177	0,0375	0,0286	0,0151
İsveç	0,0384	0,0508	0,0178	0,0364	0,0277	0,0148
Belçika	0,0378	0,0496	0,0177	0,0366	0,0282	0,0149
Avusturya	0,0371	0,0480	0,0174	0,0351	0,0276	0,0140
Japonya	0,0381	0,0509	0,0169	0,0358	0,0276	0,0145
Hollanda	0,0395	0,0517	0,0176	0,0370	0,0280	0,0147
Danimarka	0,0379	0,0479	0,0169	0,0353	0,0264	0,0146
Birleşik Krallık	0,0381	0,0497	0,0172	0,0358	0,0279	0,0148
Finlandiya	0,0389	0,0483	0,0168	0,0350	0,0272	0,0140
İsviçre	0,0379	0,0499	0,0165	0,0353	0,0274	0,0142
Birleşik Devletler	0,0370	0,0506	0,0163	0,0353	0,0283	0,0143
Yeni Zelanda	0,0357	0,0445	0,0155	0,0315	0,0247	0,0136
Fransa	0,0363	0,0488	0,0168	0,0342	0,0272	0,0143
İspanya	0,0350	0,0456	0,0167	0,0334	0,0257	0,0139
Avustralya	0,0369	0,0475	0,0165	0,0337	0,0262	0,0138
İtalya	0,0338	0,0462	0,0164	0,0330	0,0261	0,0139
Kanada	0,0367	0,0488	0,0162	0,0351	0,0270	0,0143
Norveç	0,0370	0,0487	0,0163	0,0340	0,0260	0,0140
Çekya	0,0326	0,0399	0,0164	0,0313	0,0244	0,0133
Portekiz	0,0325	0,0399	0,0159	0,0311	0,0247	0,0135
Lüksemburg	0,0375	0,0480	0,0177	0,0341	0,0263	0,0152
Kore Cumhuriyeti	0,0340	0,0457	0,0164	0,0326	0,0256	0,0136
Polonya	0,0322	0,0380	0,0162	0,0304	0,0236	0,0140

İrlanda	0,0351	0,0441	0,0167	0,0335	0,0265	0,0137
Macaristan	0,0298	0,0395	0,0149	0,0286	0,0236	0,0128
Şili	0,0312	0,0372	0,0146	0,0273	0,0226	0,0126
Slovenya	0,0300	0,0384	0,0146	0,0285	0,0224	0,0121
Estonya	0,0314	0,0371	0,0147	0,0279	0,0213	0,0125
İsrail	0,0324	0,0414	0,0141	0,0310	0,0236	0,0135
İzlanda	0,0322	0,0398	0,0144	0,0303	0,0228	0,0124
Yunanistan	0,0277	0,0379	0,0139	0,0262	0,0220	0,0122
Türkiye	0,0301	0,0414	0,0152	0,0300	0,0233	0,0129
Meksika	0,0269	0,0361	0,0143	0,0275	0,0218	0,0121
Slovakya	0,0291	0,0378	0,0147	0,0280	0,0212	0,0126
Litvanya	0,0295	0,0362	0,0146	0,0272	0,0218	0,0130
Letonya	0,0294	0,0358	0,0146	0,0265	0,0222	0,0119

Adım 4. Pozitif İdeal (S*) ve Negatif İdeal (S-) Çözümlerin Oluşturulması;

Bu adımda Eşitlik 12 ve Eşitlik 13 kullanılarak pozitif ideal ve Negatif İdeal değerler elde edilmiş ve Tablo 8'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Pozitif İdeal (S*) ve Negatif İdeal (S-) Değerlerinin Hesaplanması		
Ülkeler	Si+	Si-
Almanya	0,000154	0,026141
İsveç	0,003343	0,022897
Belçika	0,004456	0,022084
Avusturya	0,006647	0,019729
Japonya	0,003855	0,022353
Hollanda	0,001876	0,024361
Danimarka	0,006599	0,019826
Birleşik Krallık	0,004511	0,021775
Finlandiya	0,006001	0,020631
İsviçre	0,004979	0,021254
Birleşik Devletler	0,004918	0,021588
Yeni Zelanda	0,012452	0,014036
Fransa	0,006986	0,019248
İspanya	0,010538	0,015698
Avustralya	0,008154	0,018106
İtalya	0,010886	0,01538
Kanada	0,006528	0,019707

Norveç	0,007177	0,019091
Çekya	0,017159	0,009672
Portekiz	0,017292	0,009485
Lüksemburg	0,007137	0,019313
Kore Cumhuriyeti	0,011458	0,014741
Polonya	0,019262	0,008173
İrlanda	0,01149	0,015087
Macaristan	0,020283	0,005966
Şili	0,02221	0,004952
Slovenya	0,021483	0,004813
Estonya	0,022303	0,005077
İsrail	0,016796	0,009626
İzlanda	0,018566	0,00803
Yunanistan	0,024178	0,002354
Türkiye	0,01833	0,007932
Meksika	0,025217	0,001487
Slovakya	0,022804	0,003617
Litvanya	0,023855	0,00317
Letonya	0,024492	0,002806

Adım 5. Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması; Bu adımda negatif ideal ve pozitif ideal değerler yarımıyla ayrım ölçü değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama sırasında Eşitlik 14'ten yararlanılmıştır.

Tablo 9. Ayrım Ölçülerinin Hesaplanması (Ci)	
Ülkeler	Ci
Almanya	0,994136
İsveç	0,872588
Belçika	0,832097
Avusturya	0,747982
Japonya	0,852915
Hollanda	0,928482
Danimarka	0,750286
Birleşik Krallık	0,828376
Finlandiya	0,774672
İsviçre	0,810196

Birleşik Devletler	0,81446
Yeni Zelandada	0,529904
Fransa	0,733689
İspanya	0,598327
Avustralya	0,689492
İtalya	0,585553
Kanada	0,751171
Norveç	0,726773
Çekya	0,360467
Portekiz	0,354224
Lüksemburg	0,730163
Kore Cumhuriyeti	0,562652
Polonya	0,297902
İrlanda	0,567654
Macaristan	0,227274
Şili	0,182327
Slovenya	0,183029
Estonya	0,18542
İsrail	0,364322
İzlanda	0,30191
Yunanistan	0,088729
Türkiye	0,302028
Meksika	0,055675
Slovakya	0,136906
Litvanya	0,117301
Letonya	0,102776

Adım 6. İdeal Çözüme Göreli Uzaklığın Hesaplanması; Son adımda ise Elde edilmiş olan Ci değerleri kullanılarak bir sıralama gerçekleştirilmiştir. Değerler büyükten küçüğe doğru sıralanırken 1'e en yakın olan değer en iyi seçenek konumunda olacaktır.

Tablo 10. TOPSIS Yöntemi Sonuçları ve Ülke Sıralaması		
Ülkeler	Puan	Sıralama
Almanya	0,994136	1
İsveç	0,928482	3
Belçika	0,872588	5
Avusturya	0,852915	12
Japonya	0,832097	4
Hollanda	0,828376	2
Danimarka	0,81446	11
Birleşik Krallık	0,810196	6
Finlandiya	0,774672	9
İsviçre	0,751171	8
Birleşik Devletler	0,750286	7
Yeni Zellanda	0,747982	21
Fransa	0,733689	13
İspanya	0,730163	17
Avustralya	0,726773	16
İtalya	0,689492	18
Kanada	0,598327	10
Norveç	0,585553	15
Çekya	0,567654	23
Portekiz	0,562652	24
Lüksemburg	0,529904	14
Kore Cumhuriyeti	0,364322	20
Polonya	0,360467	27
İrlanda	0,354224	19
Macaristan	0,302028	28
Şili	0,30191	31
Slovenya	0,297902	30
Estonya	0,227274	29
İsrail	0,18542	22
Izlanda	0,183029	26
Yunanistan	0,182327	35
Türkiye	0,136906	25
Meksika	0,117301	36
Slovakya	0,102776	32
Litvanya	0,088729	33
Letonya	0,055675	34

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Lojistik sektörünün önem kazanmasıyla birlikte lojistik performans ülkeler için daha değerli hale gelmiştir. Yapılan araştırmalar lojistik sektöründeki etkinliğin ülkelerin gelişmişlik düzeyi üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, OECD ülkelerinin lojistik performansı çok kriterli karar verme tekniklerinden Entropi ve TOPSIS ile değerlendirilmiştir. Dünya Bankası tarafından iki yılda bir hazırlanan Lojistik Performans Endeksi raporlarından 36 ülkeye ait veriler elde edilmiştir. Çalışmada Lojistik Performans Endeksi raporlarının 2010-2018 yılları arasında yayınlanmış olan beş raporunun aritmetik ortalaması alınarak analize başlanmıştır.

Uygulamanın ilk bölümünde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde objektif bir teknik olan Entropi yöntemi kullanılmıştır. Entropi yönteminden elde edilen sonuçlara göre en önemli kriterler altyapı, gümrükler ve lojistik hizmet kalitesi olmuştur. Uygulamanın ikinci bölümünde ise Entropi yönteminden elde edilen kriter ağırlıkları ile TOPSIS yöntemi birlikte ele alınarak OECD ülkelerinin değerlendirilmesi ve sıralanması işlemleri gerçekleştirilmiştir. TOPSIS yönteminden elde edilen sonuçlara göre, lojistik performans değerleri en yüksek olan ülkeler Almanya, Hollanda ve İsveç olmuştur. En önemli kriter olarak belirlenen altyapı, gümrükler ve lojistik hizmet kalitesi kriterlerinin bu ülkelerde oldukça iyi seviyede olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre Türkiye, 25. sırada yer almaktadır. Lojistik sektörünün gittikçe gelişmesi ve daha büyük önem kazanması bu alana yatırımlar yapılmasını gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda taşımacılık altyapısının geliştirilmesi, hizmet çeşitliliği ve kalitesi gibi konularda çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Gelecek çalışmalarda, diğer çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak lojistik performans değerlendirmeleri yapılabilir. Kriter bazında bir çeşitlendirme yapılarak farklı kriter ağırlık teknikleri denenerek farklı sonuçlar elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- Acer, A., Genç, T. & Dinçer, S. E. (2020). Türkiye'de faaliyet gösteren bireysel emeklilik şirketlerinin performanslarının Entropi ve COPRAS yöntemi ile değerlendirilmesi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7 (1), 153-169.
- Alao, M. A., Popoola, O. M. & Ayodele, T. R. (2021). Selection of waste-to-energy technology for distributed generation using IDOCRiW-Weighted TOPSIS method: A case study of the city of Johannesburg. *South Africa. Renewable Energy*, 178, 162-183.
- Alpay, M. (2010). Kredi Değerliliğinin Ölçülmesinde TOPSIS Yöntemi ve Bir Uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Alsı, E. & Taşdemir, A. (2017). Finansal performansın TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemi ile

- belirlenmesi: Dokuma, giyim eşyası ve deri sanayi işletmeleri üzerine bir uygulama. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 2 (4), 221-236.
- Ayçin, E. & Güçlü, P. (2020). BIST ticaret endeksinde yer alan işletmelerin finansal performanslarının Entropi ve MAICRA yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 85, 287-312.
- Bozkurt, C. & Mermertaş, F. (2019). Türkiye ve G8 ülkelerinin lojistik performans endeksinde göre karşılaştırılması. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 7 (2), 107-117.
- Derse, O. & Yontar, E. (2020). SWARA-TOPSIS yöntemi ile en uygun yenilenebilir enerji kaynağının belirlenmesi. *Endüstri Mühendisliği*, 31 (3), 389-410.
- Kabadayı, N. & Çırpın, B. (2020). Gri ilişkisel temelli TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi ve tedarikçi risk değerlendirmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 767-788.
- Karaköy, Ç. & Ölmez, U. (2019). Balkan ülkelerinden lojistik performans endeksi değerlendirilmesi. *4th International Symposium on Innovative Approaches in Science, Human and Administrative Sciences*, November 22-24, Samsun, Turkey.
- Karami, A. & Johansson, R. (2014). Utilization of multi attribute decision making techniques to integrate automatic and manual ranking of options. *Journal of Information Science and Engineering*, 30, 519-534.
- Malekian, A. & Azarnivand, A. (2016). Application of integrated Shannon's ENTROPY and VIKOR techniques in prioritization of flood risk in the Shemshak Watershed, Iran. *Water Resources Management*, 30, 409-425.
- Organ, A. & Kaçaroğlu, M. O. (2020). Entropi ağırlıklı TOPSIS yöntemi ile Türkiye'deki vakıf üniversiteleri'nin değerlendirilmesi. *Pamukkale İşletme ve Bilişim Yönetimi Dergisi*, 7 (1), 28-45.
- Özgüner, Z. (2020). Dış kaynak kullanımı kapsamında entegre Entropi-TOPSIS yöntemleri ile tedarikçi seçimi problemlerinin çözülmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12 (2), 1109-1120.
- Sakarya, Ş. & Aksu, M. (2020). Ulaştırma sektöründeki işletmelerin finansal performanslarının geliştirilmiş Entropi Temelli TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 7 (1), 21-40.
- Ulutaş, A. & Karaköy, Ç. (2019). G-20 ülkelerinin lojistik performans endeksinin çok kriterli karar verme modeli ile çözümü. *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20 (2), 1-14.
- Uyguntürk, H. & Korkmaz, T. (2012). Finansal performansın TOPSIS çok kriterli karar verme yöntemi ile belirlenmesi: ana metal sanayi işletmeleri üzerine bir uygulama. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7 (2), 95-115.
- Wang, J.J., Jing, Y.Y., Zhang, C.F. & Zhao, J.H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13 (9), 2263-2278.
- Zavadskas, E. K. & Antucheviciene, J. (2006). development of an indicator model and ranking of sustainable revitalization alternatives of derelict property: A Lithuanian case study. *Sustainable Development*, 14 (5), 287-299.
- Zhang, H., Gu, C.L., Gu, L.W. & Zhang, Y. (2011). the evaluation of tourism destination competitiveness by TOPSIS&Information Entropy - A case in the Yangtze River Delta of China. *Tourism Management*, 32 (2), 443-451.
- Zulqarnain, R. M., Abdal, S., Ali, B., et al. (2020). Selection of medical clinic for disease diagnosis by using TOPSIS method. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 61 (1), 22-27.
- Zulqarnain, R. M., Xin, X. L., Saeed, M., et al. (2020). Recruitment of medical staff in health department by using TOPSIS method. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 62 (1), 1-7.