



AVRUPA BİRLİĞİ VE SEÇİLİ ÜLKELERİNİN TEKNOLOJİ ÜRETİM ODAKLI VERİLERİNİN ENTROPİ VE GRİ İLİŞKİLER ANALİZ MODELLERİYLE İNCELENMESİ

Murat İsmet HASEKİ¹, İlker İbrahim AVŞAR²

Öz

Bu çalışmada AB (Avrupa Birliği) ülkeleri ve AB'ye girme ihtimali olan Türkiye, Ukrayna, İsviçre ve Norveç'in 6 kritere göre (Tüketici fiyatı yıllık yüzde oranına göre enflasyon, üretim ihracına göre oranlanmış yüksek teknoloji ihracı, yerleşiklerin patent başvurusu, yerleşik olmayanların patent başvurusu, ileri eğitilmiş kadın iş gücü oranı, temel eğitilmiş kadın iş gücü oranı) durumunun analitik yöntemlerden ÇKKV modelleriyle belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda Entropi ve Gri İlişkisel Analiz modelleri kullanılmıştır. Analizler sonucunda Entropi modelleriyle elde edilen bulgulara göre kriterlerin önem ağırlıkları; yerleşik olmayanların patent başvuruları %51,38, yerleşiklerin patent başvuruları %34,22, enflasyon %10,11, yüksek teknoloji ihracatı %2,76, temel eğitilmiş kadın iş gücü %1,48, yüksek öğrenime sahip kadın iş gücü %0,05 olarak elde edilmiştir. Analiz edilen 6 kriterin Gri İlişkisel Analiz sonucuna göre en başarılı ülkenin Almanya olduğu görülmektedir. İkinci sırada Fransa, üçüncü sırada İtalya bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Entropi, Gri İlişkisel Analiz, Avrupa Birliği
JEL Sınıflandırması: C02, C58, B49, O50

EXAMINATION OF TECHNOLOGY PRODUCTION FOCUSED DATA OF EUROPEAN UNION AND SELECTED COUNTRIES WITH ENTROPY AND GRAY RELATIONAL ANALYSIS MODELS

Abstract

The aim of this study is to determine the status of European Union countries (EU) and Türkiye, Ukraine, Switzerland and Norway, which are likely to join the EU, based on 6 criteria (Inflation, consumer prices (annual %), High-technology exports (% of manufactured exports), Patent applications (residents), Patent applications (nonresidents), Labor force with advanced education-female (% of female working-age population with advanced education) , Labor force with basic education-female (% of female working-age population with basic education)) using the model of Multi-Criteria Decision Making, one of the analytical methods. For this purpose, the models of entropy and gray relational analysis were used. The result of the analysis is the weighting of the criteria according to the findings obtained with the entropy models: Patent applications by foreigners 51.38%, patent applications by nationals 34.22%, inflation 10.11%, high technology exports 2.76%, female labor force with basic education 1.48%, female labor force with higher education 0%. From the results of the gray relational analysis of the 6 criteria analyzed, Germany is the most successful country. France is in the second place, Italy in the third place.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making, Entropy, Gray Relational Analysis, European Union
JEL Classification: C02, C58, B49, O50

¹ Doç.Dr., Çukurova Üniversitesi, mhaseki@cu.edu.tr, ORCID:0000-0002-1461-7285

² Dr.Öğr. Üyesi Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, iibrahimavsar@osmaniye.edu.tr, ORCID: 0000-0003-2991-380X

1. Giriş

Birçok ülke uzun süredir ekonomik olarak büyüme çabası içerisinde. Ekonomik olarak büyümeye yönelik farklı uygulamalar olsa da ihracata yönelik eylemlere sık başvurulduğu bilinmektedir. İhracata dayalı büyüme çabalarında bazen başarısız olmak mümkündür ve bu başarısızlığın ihrac edilen ürünlerin katma değer oranının düşük olmasıyla ilişkilendirilmesi bilinen bir durumdur. Bu nedenle sürdürülebilir büyüme için katma değer oranı yüksek ürünlere yönelmek gerekmektedir. Katma değeri yüksek ürünlerin amaç olduğu durumlarda ileri teknoloji ürünlere yönelmek kritik öneme sahiptir (Yıldız, 2017: 32).

Ülkelerin öncelikli makro ekonomik amaçları arasında ekonomik olarak büyümenin sağlanması ve ülkede bolluk ortamının oluşması yer almaktadır. Amaçlanan hedeflere ulaşılabilmesinde ülkelerin teknoloji yeteneği öne çıkmaktadır. Günümüz dünyasında emek yoğun ürünlerle küresel rekabeti sağlamanın zorluğundan dolayı ancak yüksek getiri oranlarına sahip teknoloji içerikli ürünlerle piyasada kalmak mümkün olacaktır (Akyol ve Demez, 2020: 776).

Ülkelerin sürdürülebilir ekonomi çarkı oluşturabilmek için katma değeri yüksek ileri teknoloji içeren üretimler yapabilmesi gerekmektedir. Çünkü bu ürünler ülkelerin ihracat gücünü arttırmaktadır. Ülkelerin yüksek teknoloji ihracatını yükseltebilmesi için sektörlerin ihtiyacı olan eğitilmiş çalışan sayısını yeterli seviyeye çıkarması gerçeği göz ardı edilmemelidir (Avdar ve Avdar, 2021: 437; Özçelik vd., 2018: 64).

Teknoloji üretimi ülkelerde büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir (Saridoğan, 2019a: 28; Doru ve Dabakoğlu, 2021: 308). Bu olumlu etkinin rüzgarından yararlanmak isteyen ülkelerin araştırma geliştirme faaliyetlerini desteklemesi gerekmektedir. Bunu başarabilenler dünya genelinde ticari avantaj sağlamanın yanı sıra olası krizlerden daha az etkilenme gibi bir avantajın da sahibi olacaklardır (Saridoğan, 2019b: 309).

İleri teknoloji yeteneğine sahip olmak ve bunu ekonomik anlamda değere dönüştürebilmek farklı yetenekleri iyi şekilde kullanabilmeyi gerektirmektedir. İleri teknoloji becerisinin karmaşık bir hal almasının sebepleri arasında maddi yatırım ve insan gücüne yatırım gibi farklı yeterliliklerin olması sayılabilir. İleri teknoloji becerisi disiplinler arası koordinasyonu gerektirmektedir (Gaberli, 2018: 79).

İleri teknoloji üretebilme yeteneğine sahip olan ülkeler ekonomik olarak gelişmiş ülkeler topluluğuna girme şansı yakalarken aksi durumda olan yani ileri teknoloji üretebilme yeteneğine sahip olmayan ülkeler aynı şansı yakalayamamaktadır. Bu durumdan dolayı ülkelerin düşük veya orta düzey katma değer seviyesindeki ürünler yerine yüksek oranda katma değere sahip ürünlere yönelik yetenek elde etmesi zorunluluk haline almıştır (Akar ve Topoğlu, 2022: 31). Bu zorunluluğu yerine getirerek yüksek teknoloji odaklı politikalar üreten ülkelerin ekonomik gelişmişlikleri açısından olumlu çıktılar oluşacaktır (Şanlı ve Konukman, 2021: 490).

Çalışmayla Avrupa Birliği (AB) ve seçili ülkelerin 6 kriter çerçevesinde yetenekleri değerlendirilmiştir. Değerlendirmede yüksek teknoloji ihracatı ve bununla ilişkili kriterler öne çıkarılmaktadır. Seçili ülkelerin belirlenen 6 kriter çerçevesinde AB ülkelerine göre hangi konumda olduklarının belirlenmesi çalışmanın amacıdır. Bu amaçla; ülkelerin gelişmişlik seviyesi için önemli olan ve uluslararası ticarete fırsatlar sunan yüksek teknoloji üretiminde AB ve potansiyel aday ülkelerin durumlarını ortaya koymak istenmektedir. Çalışma, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu ülkelerin konumunu göstermesi ve gelecek ekonomik planlarını buna göre yapması açısından önem taşımaktadır.

2. Literatür Özeti

Tipik bir Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemi birden fazla kriteri içermektedir (Over Özçelik ve Eryılmaz, 2019: 499). ÇKKV problemleri gerçek bir olaya dayanan kriter değerlerini kullanarak rasyonel sonuçların alınmasını ve olay hakkında fikir verme sürecinin sağlıklı şekilde yapılmasını

sağlamaktadır (Baynal vd., 2019: 1885). Bu özelliğiyle ÇKKV yaklaşımı ekonomi gibi alanlarda karar verme sürecini yönetmede kullanılabilir (Ece, 2019: 71).

Entropi yöntemi kriter ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmaktadır (Özgüner ve Cantaşdemir, 2021: 124). ÇKKV modellerinde performans ölçümüne dayalı bir modelin Entropi gibi bir kriter ağırlıklandırma modeliyle birlikte kullanılması sonucun daha iyi yorumlanmasını sağlamaktadır (Ece, 2019: 71). ÇKKV yöntemleri arasında AHP gibi subjektif modeller yerine objektif modellerle çalışmak isteyenler Entropi modelini tercih edebilmektedir (Yılmaz ve Yakut, 2021: 1317). Entropi ekonomi, finans ve ticaret gibi alanlarda yapılan analizlerde kullanılan bir modeldir (Çatı vd., 2017; Bağcı, 2018; Işık, 2019; Arsu, 2021).

Gri İlişkisel Analiz birçok sektöre yönelik performans ölçümünde kullanılmaktadır (Tezergil, 2018: 247). Bu analiz modeli karşılaştırmaya alınan seçenekleri karşılıklı olarak değerlendirmeye olanak tanımaktadır (Akyüz vd., 2019: 149). Gri İlişkisel Analiz bu özelliğiyle ekonomi alanında da kullanılabilir (Doğan, 2013; Arslan, 2017; Uygurtürk, 2020; Özkan, 2020; Medetoğlu ve Saldanlı, 2022). Tablo 1’de Entropi ve Gri İlişkisel Analizin birlikte kullanıldığı çalışmalara örnekler verilmektedir. Örnekler bu yöntemlerin farklı alanlarda kullanım olanağının olduğunu göstermektedir.

Tablo 1: Entropi ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemi Kullanılan Çalışmalar

SN	Yazar	Açıklama
1	Yang ve Shen, 2013	Konteyner terminallerinin işleyiş performanslarını etkileyen temel faktörlerin incelenmesi.
2	Karaatlı, 2015	Türkiye’nin turizm gücünü ekonomi verileri dikkate alarak incelemek.
3	Gao vd., 2018	Biyo-asfalt bağlayıcı ve karışımı sıcaklık performans ölçümü
4	Ayçin, 2019	BIST Menkul Kıymetler Yatırım Ortaklığı endeksi üyelerinin ekonomik yeteneklerinin belirlenmesi.
5	Çanakçıoğlu, 2019a	BIST kimya, petrol, plastik ve kauçuk alanında iş yapan kuruluşların performanslarının belirlenmesi.
6	Altıntaş, 2020	Küresel inovasyon endeksine göre G7 ülkelerinin yenilikçilik performanslarını değerlendirmek.
7	Özdemir ve Kılıçarslan, 2021	Hayat ve emeklilik işletmelerinin ekonomik verimliliğinin değerlendirilmesi.
8	Coşkun ve Ecemiş, 2022	Türkiye’deki büyükşehir belediyelerine ait internet sitelerinin performanslarının değerlendirilmesi.

3. Yöntem

Avrupa Birliği ülkelerinin ve seçili 4 ülkenin yüksek teknoloji yeteneğiyle ilişkili 6 kriter odaklı performans analizinde Entropi ve Gri İlişkisel Analiz yöntemleri kullanılmıştır. Bu bölümde yöntemlerin açıklaması bulunmaktadır.

3.1. Entropi

Shannon’un Entropi modeli düzensizlik derecesi ve oluşturulan modeldeki faydayı belirlemek için kullanılabilir. Entropi sonucu elde edilen değer ne kadar küçükse sistemin düzensizlik oranı o derece küçük olmaktadır. Aşağıda adımları verilen Entropi, verilerin ağırlıklarını belirlemektedir ve aşağıdaki adımları içermektedir (Li vd., 2011: 2087; Gavcar ve Kara, 2020: 354; Ekin, 2022: 111; Ayçin ve Güçlü, 2020: 294; Çanakçıoğlu, 2019b: 411; Kenger ve Organ, 2017:154; Ulutaş, 2019:1558; Keleş, 2019: 33; Özyayın ve Kayahan Karakul, 202: 4):

Adım 1: Öncelikle eşitlik 1’de örneği verildiği gibi bir karar matrisinin oluşturulması gerekmektedir.

$$M = \begin{matrix} A_1 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 2: m adet ülke ve n adet kriter olduğunu varsayarak X_{ij} değeri i. ülkedeki j. kriteri göstermektedir. Kriter değerleri üzerinde ölçülmezlik etkisine karşı göreceli optimum üyelik derecesi denklemiyle verilerin standardize işleminin yapılması gerekmektedir (Eşitlik 2).

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_j x_{ij}}, (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n) \quad (2)$$

Adım 3: Kriterlerin Entropi değerlerinin hesaplanması Eşitlik 3'te yapılmaktadır.

$$e_i = -\frac{\sum_{j=1}^m f_{ij} \ln f_{ij}}{\ln m}, (i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n) \quad (3)$$

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

Adım 4: Kriterlerin ağırlıklarına yönelik hesaplama eşitlik 4'te verilmektedir. Bu adımda belirlenen ağırlık katsayılarının toplamının 1 olması gerekmektedir.

$$w_j = \frac{1 - H_j}{n - \sum_{j=1}^n H_j}, \sum_{j=1}^n w_j = 1, (j = 1, \dots, n) \quad (4)$$

3.2. Gri İlişkisel Analiz

Objektif ağırlıklandırma yöntemlerinden olan Gri İlişkisel Analize yönelik adımların ana çerçevesi Eşitlik 5- Eşitlik 14 arasında verilmektedir. (Yıldırım vd., 2021: 131; Xuedong vd., 2019: 3; Karaatlı vd., 2015: 219; Işık, 2022: 476; Erdemir ve Kırkağaç, 2022: 2630; Ecemiş ve Yaykışlı, 2018: 394)

Adım 1: n sayıda alternatif ve m sayıda kriter için AB ülkeleri ve seçili ülkeler gösterge matrisi Eşitlik 5'te verilmiştir.

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & \dots & X_{nm} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Adım 2: Eşitlik 5'te verilen X matrisine her kriterin en iyi değeri olan referans serisi eklenmektedir. Referans serisi eklenmiş karar matrisi Eşitlik 7'de verilmektedir.

$$x_0 = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n)) \quad (6)$$

$$X = \begin{bmatrix} x_0 & \dots & x_m \\ \dots & \dots & \dots \\ x_n & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Adım 3: Matrisin normalizasyon işlemi: Amaçlanan kriter en yüksek özellik taşıyorsa Eşitlik 8 kullanılır. Amaçlanan kriter değeri en düşük olarak planlanmışsa Eşitlik 9 kullanılır. Amaçlanan kriter ideal bir sayıysa Eşitlik 10 kullanılır.

$$x_i^* = \frac{x_i(j) - \min_j x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)} \quad (8)$$

$$x_i^* = \frac{\max_j x_i(j) - x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)} \quad (9)$$

$$x_i^* = \frac{|x_i(j) - x_{ob}(j)|}{\max_j x_i(j) - x_{ob}(j)} \quad (10)$$

Adım 4: Mutlak değer matrisi oluşturulması Eşitlik 11’de verilmektedir.

$$\Delta_{oi}(j) = |x_o^*(j) - x_j^*(j)| = \begin{bmatrix} x_{o1} & \dots & x_{om} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{on} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (11)$$

Adım 5: Gri ilişkisel katsayı matrisinin hesaplanması Eşitlik 12’de verilmektedir.

$$\gamma_{oi}(j) = \frac{\Delta_{min} + \delta\Delta_{max}}{\Delta_{oi}(j) + \delta\Delta_{max}} \quad (12)$$

Adım 6: Adım 5’te elde edilen matristen yola çıkarak gri ilişkisel derecelerin belirlenmesi yapılır. Bu süreçte kriterler eşit seviyede önem düzeyine sahipse Eşitlik 13 aksi durumda Eşitlik 14 kullanılır.

$$\Gamma_{oi} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \gamma_{oi}(j) \quad (13)$$

$$\Gamma_{oi} = \sum_{j=1}^m [w_i(j)\gamma_{oi}(j)] \sum_{j=1}^m w_j = 1 \quad (14)$$

4. Veri

Çalışmada kullanılacak kriterlerin belirlenmesi aşamasında; Barbaros vd. (2019) ihracat ve enflasyon konusunu işlediği görülmektedir. Sey ve Aydın (2021) patent başvurularıyla yüksek teknoloji ihracatı arasında ilişkiye dikkat çekmektedir. Avdar ve Avdar (2021) yüksek teknoloji ihracatı, araştırma geliştirme ve eğitimi birbiriyle ilişkili görmektedirler. Bu ilişkilerden hareketle çalışmada ihracat, patent başvuruları ve eğitim odaklı kriterlere yer verilmektedir.

Çalışmaya AB ülkeleri ve seçili ülke olarak Türkiye, Ukrayna, İsviçre ve Norveç dahil edilmiştir. Olası AB üyeliğinde seçili ülkelerin üye ülkelere göre 6 kritere bağlamında konumu çalışmanın odağıdır. Veri eksikliğinden dolayı Slovenya çalışmaya dahil edilmemiştir.

Tablo 2: Kriterler

Kod	Kriter	Fayda/ Maliyet
k1	Enflasyon, tüketici fiyatları (yıllık %)	Maliyet
k2	Yüksek teknoloji ihracatı (üretim ihracatının yüzdesi)	Fayda
k3	Patent başvuruları, yerleşikler	Fayda
k4	Patent başvuruları, yerleşik olmayanlar	Fayda
k5	İleri eğitilmiş işgücü, kadın (ileri eğitilmiş, çalışma çağındaki kadın nüfusa yüzdesi)	Fayda
k6	Temel eğitilmiş işgücü, kadın (temel eğitim görmüş, çalışma çağındaki kadın nüfusa yüzdesi)	Fayda

Kaynak: Dünya Bankası Dünya Gelişim Göstergeleri (2022)

Araştırmaya dahil edilen AB ülkeleri ve seçili ülke olarak Türkiye, Ukrayna, İsviçre ve Norveç'e ait verilerle karar matrisi oluşturulmuştur. Eşitlik 1'de gösterildiği gibi oluşturulan karar matrisi Tablo 3'te verilmektedir. Karar matrisinde 6 adet kriter bulunmaktadır. Kriterlere yönelik veriler Dünya Bankası kaynağında elde edilmiştir. Veriler virgülden sonra iki basamak olacak şekilde düzenlenmiştir.

Tablo 3: Karar Matrisi

	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Türkiye	15,18	3,03	7871,00	217,00	71,35	29,07
Ukrayna	7,89	5,48	2097,00	1755,00	62,45	26,65
İsviçre	0,36	12,91	1369,00	348,00	80,64	42,53
Norveç	2,17	22,49	957,00	582,00	82,99	44,97
Almanya	1,45	16,38	46632,00	20802,00	74,40	31,49
Avusturya	1,53	11,48	2066,00	208,00	76,93	30,44
Belçika	1,44	14,14	876,00	257,00	74,37	20,79
Bulgaristan	3,10	10,85	186,00	7,00	73,80	21,62
Çekya	2,85	20,71	765,00	48,00	71,23	18,48
Danimarka	0,76	12,08	1351,00	228,00	75,38	34,45
Estonya	2,28	16,94	31,00	1,00	78,88	35,12
Finlandiya	1,02	9,21	1321,00	75,00	73,53	20,97
Fransa	1,11	26,91	14103,00	1766,00	75,70	23,18
Güney Kıbrıs	0,25	19,87	4,00	1,00	80,94	27,64
Hırvatistan	0,77	8,29	195,00	16,00	74,13	13,26
Hollanda	2,63	23,03	2228,00	449,00	79,97	35,67
İrlanda	0,94	25,97	58,00	35,00	77,55	20,67
İspanya	0,70	6,85	1288,00	159,00	79,44	38,83
İsveç	1,78	14,50	1802,00	388,00	82,89	43,39
İtalya	0,61	7,76	9229,00	898,00	73,39	22,93
Letonya	2,81	17,22	82,00	5,00	84,11	28,39
Litvanya	2,33	12,03	90,00	33,00	81,45	11,69
Lüksemburg	1,74	6,57	117,00	359,00	77,24	31,11
Macaristan	3,34	17,36	427,00	23,00	69,43	21,75
Malta	1,64	29,62	5,00	7,00	81,00	30,69
Polonya	2,23	9,85	3887,00	112,00	77,70	10,51
Portekiz	0,34	6,94	703,00	104,00	83,20	41,90
Romanya	3,83	11,07	881,00	58,00	81,62	22,71
Slovak cumhuriyeti	2,66	9,91	206,00	28,00	71,36	15,85
Yunanistan	0,25	12,51	356,00	238,00	75,54	21,82

Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 adımlarından sonra Eşitlik 4'te verildiği gibi Entropi yönteminin uygulaması sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4'te verilmektedir. Yerleşik olmayanların patent başvuruları (k4) %51,38, yerleşiklerin patent başvuruları (k3) %34,22, enflasyon (k1) %10,11, yüksek teknoloji ihracatı (k2) %2,76, temel eğitilmiş kadın iş gücü %1,48, yüksek öğrenime sahip kadın iş gücü %0,05 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4: Entropi Bulguları

Değer	k1	k2	k3	k4	k5	k6	Toplam
EJ	0,8801	0,9673	0,5945	0,3912	0,9994	0,9825	
DJ	0,1199	0,0327	0,4055	0,6088	0,0006	0,0175	1,184934
WI	0,1011	0,0276	0,3422	0,5138	0,0005	0,0148	1

Gri İlişkisel Analizde Eşitlik 5'te olduğu gibi karar matrisi oluşturulduktan sonra normalize karar matrisi oluşturulmaktadır. Eşitlik 6-10'da belirtildiği gibi normalize edilmiş karar matrisi Tablo 5'te verilmektedir. Tabloda sayılar ondalık 2 basamak gösterildiği için bazı değerler 0.00 gibi gözükmemektedir ancak analizde 2 basamak kısıtlaması yapılmamıştır.

Tablo 5: Normalize Karar Matrisi

	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Türkiye	0,00	0,00	0,17	0,01	0,41	0,54
Ukrayna	0,49	0,09	0,04	0,08	0,00	0,47
İsviçre	0,99	0,37	0,03	0,02	0,84	0,93
Norveç	0,87	0,73	0,02	0,03	0,95	1,00
Almanya	0,92	0,50	1,00	1,00	0,55	0,61
Avusturya	0,91	0,32	0,04	0,01	0,67	0,58
Belçika	0,92	0,42	0,02	0,01	0,55	0,30
Bulgaristan	0,81	0,29	0,00	0,00	0,52	0,32
Çekya	0,83	0,66	0,02	0,00	0,41	0,23
Danimarka	0,97	0,34	0,03	0,01	0,60	0,69
Estonya	0,86	0,52	0,00	0,00	0,76	0,71
Finlandiya	0,95	0,23	0,03	0,00	0,51	0,30
Fransa	0,94	0,90	0,30	0,08	0,61	0,37
Güney Kıbrıs	1,00	0,63	0,00	0,00	0,85	0,50
Hırvatistan	0,97	0,20	0,00	0,00	0,54	0,08
Hollanda	0,84	0,75	0,05	0,02	0,81	0,73
İrlanda	0,95	0,86	0,00	0,00	0,70	0,29
İspanya	0,97	0,14	0,03	0,01	0,78	0,82
İsveç	0,90	0,43	0,04	0,02	0,94	0,95
İtalya	0,98	0,18	0,20	0,04	0,51	0,36
Letonya	0,83	0,53	0,00	0,00	1,00	0,52
Litvanya	0,86	0,34	0,00	0,00	0,88	0,03
Lüksemburg	0,90	0,13	0,00	0,02	0,68	0,60
Macaristan	0,79	0,54	0,01	0,00	0,32	0,33
Malta	0,91	1,00	0,00	0,00	0,86	0,59
Polonya	0,87	0,26	0,08	0,01	0,70	0,00
Portekiz	0,99	0,15	0,01	0,00	0,96	0,91
Romanya	0,76	0,30	0,02	0,00	0,89	0,35
Slovak cumhuriyeti	0,84	0,26	0,00	0,00	0,41	0,15
Yunanistan	1,00	0,36	0,01	0,01	0,60	0,33

Normalize edilen karar matrisi kullanılarak Eşitlik 11’de gösterildiği gibi mutlak değer matrisi oluşturulmaktadır. Tablo 6’da elde edilen mutlak değer matrisi verilmektedir.

Tablo 6: Mutlak Değer Matrisi

	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Türkiye	1,00	1,00	0,83	0,99	0,59	0,46
Ukrayna	0,51	0,91	0,96	0,92	1,00	0,53
İsviçre	0,01	0,63	0,97	0,98	0,16	0,07
Norveç	0,13	0,27	0,98	0,97	0,05	0,00
Almanya	0,08	0,50	0,00	0,00	0,45	0,39
Avusturya	0,09	0,68	0,96	0,99	0,33	0,42
Belçika	0,08	0,58	0,98	0,99	0,45	0,70
Bulgaristan	0,19	0,71	1,00	1,00	0,48	0,68
Çekya	0,17	0,34	0,98	1,00	0,59	0,77
Danimarka	0,03	0,66	0,97	0,99	0,40	0,31
Estonya	0,14	0,48	1,00	1,00	0,24	0,29
Finlandiya	0,05	0,77	0,97	1,00	0,49	0,70
Fransa	0,06	0,10	0,70	0,92	0,39	0,63
Güney Kıbrıs	0,00	0,37	1,00	1,00	0,15	0,50
Hırvatistan	0,03	0,80	1,00	1,00	0,46	0,92
Hollanda	0,16	0,25	0,95	0,98	0,19	0,27
İrlanda	0,05	0,14	1,00	1,00	0,30	0,71
İspanya	0,03	0,86	0,97	0,99	0,22	0,18
İsveç	0,10	0,57	0,96	0,98	0,06	0,05

Tablo 6 (Devamı): Mutlak Değer Matrisi

	k1	k2	k3	k4	k5	k6
İtalya	0,02	0,82	0,80	0,96	0,49	0,64
Letonya	0,17	0,47	1,00	1,00	0,00	0,48
Litvanya	0,14	0,66	1,00	1,00	0,12	0,97
Lüksemburg	0,10	0,87	1,00	0,98	0,32	0,40
Macaristan	0,21	0,46	0,99	1,00	0,68	0,67
Malta	0,09	0,00	1,00	1,00	0,14	0,41
Polonya	0,13	0,74	0,92	0,99	0,30	1,00
Portekiz	0,01	0,85	0,99	1,00	0,04	0,09
Romanya	0,24	0,70	0,98	1,00	0,11	0,65
Slovak cumhuriyeti	0,16	0,74	1,00	1,00	0,59	0,85
Yunanistan	0,00	0,64	0,99	0,99	0,40	0,67

Gri ilişkisel Analiz kriter olarak kullanılabilir herhangi bir konudaki orijinal verileri temel almaktadır ve kolayca hesaplanabilir bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Özmen ve Kızılkaya Aydoğan, 2015:637). Bu modelde Eşitlik 11’de verilen şekilde mutlak değer matrisinin oluşturulması sonrasında Eşitlik 12’de gösterildiği gibi gri ilişkisel katsayı matrisinin de oluşturulması gerekmektedir. Aşağıda AB ülkeleri ve seçili ülke olarak Türkiye, Ukrayna, İsviçre ve Norveç’e ait orijinal verilerle oluşturulan gri ilişkisel katsayı matrisi görülmektedir.

Eşitlik 12’de gösterildiği gibi yapılan gri ilişkisel katsayı matrisi Tablo 7’de verilmektedir. Bu tabloda işlem yapılırken virgülden sonra 14 basamakla işlem yapılmıştır. Fakat daha anlaşılır olması açısından aşağıda verilen tabloda verilerin gösterimi virgülden sonra 2 basamak olacak şekilde gösterilmektedir.

Tablo 7: Gri İlişkisel Katsayı Matrisi

	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Türkiye	0,03	0,01	0,13	0,17	0,00	0,01
Ukrayna	0,05	0,01	0,12	0,18	0,00	0,01
İsviçre	0,10	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01
Norveç	0,08	0,02	0,12	0,17	0,00	0,01
Almanya	0,09	0,01	0,34	0,51	0,00	0,01
Avusturya	0,09	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01
Belçika	0,09	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01
Bulgaristan	0,07	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01
Çekya	0,08	0,02	0,12	0,17	0,00	0,01
Danimarka	0,09	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01
Estonya	0,08	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01
Finlandiya	0,09	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01
Fransa	0,09	0,02	0,14	0,18	0,00	0,01
Güney Kıbrıs	0,10	0,02	0,11	0,17	0,00	0,01
Hırvatistan	0,09	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01
Hollanda	0,08	0,02	0,12	0,17	0,00	0,01
İrlanda	0,09	0,02	0,11	0,17	0,00	0,01
İspanya	0,10	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01
İsveç	0,08	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01
İtalya	0,10	0,01	0,13	0,18	0,00	0,01
Letonya	0,08	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01
Litvanya	0,08	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01
Lüksemburg	0,08	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01
Macaristan	0,07	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01
Malta	0,09	0,03	0,11	0,17	0,00	0,01
Polonya	0,08	0,01	0,12	0,17	0,00	0,00
Portekiz	0,10	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01
Romanya	0,07	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01

Tablo 7 (Devamı): Gri İlişkisel Katsayı Matrisi

	k1	k2	k3	k4	k5	k6
Slovak cumhuriyeti	0,08	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01
Yunanistan	0,10	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01

Eşitlik 13 ve Eşitlik 14'te gösterildiği gibi gri ilişkilerin derecelendirme matrisi oluşturulmaktadır. Tablo 8'de Gri İlişkisel Analiz sonucu oluşan derece ve alternatiflerin sıralaması verilmektedir. Tablo 8 incelendiğinde 6 kritere göre verilerine ulaşılabilen AB ülkelerinin yanı sıra Türkiye, Ukrayna, İsviçre ve Norveç için yapılan analiz sonucunda en iyi durumda olan ülkenin Almanya olduğu görülmektedir. İlk sıradaki Almanya'yı ikinci sırada Fransa ve üçüncü sırada İtalya izlemektedir. AB ülkeleri dışında yer alan İsviçre ise 4. Sırada yer alarak seçili ülkeler arasında en iyi konumu elde etmiştir. Seçili ülkelerden bir diğeri olan Norveç 12. sırada bulunmaktadır. Buna karşın Ukrayna ve Türkiye son iki sırada yer almaktadır. Bu durum Türkiye açısından üzerinde durulması gereken kritik ve hassas bir konudur. Kriterler göz önüne alınarak bu alanda daha üst seviyelerde yer almanın yolları aranmalıdır.

Tablo 8: Gri İlişkisel Derece ve Alternatif Sıralanması

	k1	k2	k3	k4	k5	k6	Ort.	Sıra
Almanya	0,09	0,01	0,34	0,51	0,00	0,01	0,16	1
Fransa	0,09	0,02	0,14	0,18	0,00	0,01	0,07	2
İtalya	0,10	0,01	0,13	0,18	0,00	0,01	0,07	3
İsviçre	0,10	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01	0,07	4
Portekiz	0,10	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01	0,07	5
Güney Kıbrıs	0,10	0,02	0,11	0,17	0,00	0,01	0,07	6
Yunanistan	0,10	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01	0,07	7
Malta	0,09	0,03	0,11	0,17	0,00	0,01	0,07	8
İrlanda	0,09	0,02	0,11	0,17	0,00	0,01	0,07	9
İspanya	0,10	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01	0,07	10
Danimarka	0,09	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01	0,07	11
Norveç	0,08	0,02	0,12	0,17	0,00	0,01	0,07	12
İsveç	0,08	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01	0,07	13
Finlandiya	0,09	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01	0,07	14
Hollanda	0,08	0,02	0,12	0,17	0,00	0,01	0,07	15
Hırvatistan	0,09	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01	0,07	16
Avusturya	0,09	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01	0,07	17
Belçika	0,09	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01	0,07	18
Lüksemburg	0,08	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01	0,07	19
Polonya	0,08	0,01	0,12	0,17	0,00	0,00	0,06	20
Estonya	0,08	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01	0,06	21
Çekya	0,08	0,02	0,12	0,17	0,00	0,01	0,06	22
Letonya	0,08	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01	0,06	23
Litvanya	0,08	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01	0,06	24
Slovak cumhuriyeti	0,08	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01	0,06	25
Macaristan	0,07	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01	0,06	26
Bulgaristan	0,07	0,01	0,11	0,17	0,00	0,01	0,06	27
Romanya	0,07	0,01	0,12	0,17	0,00	0,01	0,06	28
Ukrayna	0,05	0,01	0,12	0,18	0,00	0,01	0,06	29
Türkiye	0,03	0,01	0,13	0,17	0,00	0,01	0,06	30

5. Sonuç

Yukarıda adımları verilmiş olan Gri İlişkisel Analiz birden fazla kriter tarafından oluşturulan faktörler kümesinin etkilediği parametrelere yönelik bir yöntemdir. Yöntem kriterler arasında en iyi seçimi yapmaya olanak tanımaktadır (Yılmaz vd. 2019: 12). Gri İlişkisel Analiz birçok alanda kullanılmaktadır. Karadeniz iş birliği örgütüne üye ülkelerin inovasyon performanslarının değerlendirilmesi, Türkiye'de 81 ilin sağlık göstergelerine göre analizi, işletmelerdeki üretim

hatalarının analizi, şehir hastanesinin hangi bölgeye kurulacağını seçim süreci, acil servislerde hizmet değerlendirmesi gibi alanlar örnek kullanımlar olarak verilebilir (Altıntaş, 2021; Karaer ve Tatlıdil, 2019; Çakmak vd., 2012; Organ ve Tekin, 2017; Kar vd., 2018)

Yüksek teknoloji ihracatı, patent, enflasyon ve kadın eğitim seviyesi ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyleri için önemli göstergelerdir. Günümüz şartlarında dünyanın önde gelen ülkeleri arasına girmek isteyen politika yapımcıların bu konularda gelişme kaydedici eylemler içerisinde olması ülkeler açısından faydalı olacaktır. Çünkü uluslararası ticaret ülkelerin gelişmişlik düzeyleri için önemlidir ve verimli dış ticaret için yüksek teknoloji içeren ürünleri dış pazarlara gönderebilmek kritik bir yetenektir. Bu yeteneği elde edebilmek için ülkelerin yüksek teknoloji üretebilecek personel eğitimi ve patent sayısını arttırmak konularında çaba içerisinde olmaları gerekmektedir.

Çalışmada Entropi ve Gri İlişkisel Analiz yöntemleri kullanılmıştır ve her iki yöntem de sosyal bilimlerde ekonomi, ticaret, finans gibi alanlarda kullanılmaktadır. Literatürde bu konulara yönelik örnekler mevcuttur. Bu çalışmanın amacı, AB ülkeleri ve AB'ye girme ihtimali olan Türkiye, Ukrayna, İsviçre ve Norveç'in 6 kritere göre (tüketici fiyatı yıllık yüzde oranına göre enflasyon, üretim ihracının göre oranlanmış yüksek teknoloji ihracı, yerleşiklerin patent başvurusu, yerleşik olmayanların patent başvurusu, ileri eğitilmiş kadın nüfusun yüzdesine göre ileri eğitilmiş kadın iş gücü, temel eğitim görmüş çalışma çağındaki kadın nüfusun yüzdesine göre temel eğitilmiş kadın işgücü) durumunun analitik yöntemlerden Entropi-Gri İlişkisel Analiz modelleriyle belirlenmesidir.

Entropi yöntemiyle elde edilen bulgulara göre kriterlerin önem ağırlıkları; yerleşik olmayanların patent başvuruları (k4) %51,38, yerleşiklerin patent başvuruları (k3) %34,22, enflasyon (k1) %10,11, yüksek teknoloji ihracatı (k2) %2,76, temel eğitilmiş kadın iş gücü %1,48, yüksek öğrenime sahip kadın iş gücü %0,05 olarak elde edilmiştir. Değerlendirmeye alınan 6 kriterin Gri İlişkisel Analiz sonucuna göre en başarılı ülkenin Almanya olduğu görülmektedir. İkinci sırada Fransa, üçüncü sırada İtalya bulunmaktadır. AB ülkeleri dışında seçilen ülkeler arasında bulunan Ukrayna ve Türkiye'nin sıralamada son iki sırayı paylaştığı görülmektedir. Buna karşın 4. sırada İsviçre ve 12. sırada Norveç bulunmaktadır. Seçili ülkeler arasında İsviçre'nin 6 kritere göre en iyi seviyede olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar Türkiye açısından ele alındığında ülkenin bu konuda mesafe kat etmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Çalışma, değerlendirmeye alınan ülke sayısı artırılarak ve değerlendirmede kullanılan kriterlere yenileri eklenerek genişletilebilir. Araştırmayla yüksek teknoloji konusunda üretim yapılması ve ihracatın artırılması başlıklarında çaba sarf edenlere yol göstermek amaçlanmaktadır.

Kaynakça

- Akar, T. ve Topoğlu, E. (2022). The Effects of R&D Expenditures and Patent Applications on Exports of High Technology Products and Information Communication Technologies. *Anadolu University Journal of Faculty of Economics*, 4(1), s.20-35. DOI: 10.54737/aujfe.1012957
- Akyol, M. ve Demez, S. (2020). Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknoloji Ürün İhracatına Etkisi: AB'ye Üye Geçiş Ekonomileri ve Türkiye Analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11 (3), s.767-781
- Akyüz, K. C., Akyüz, İ., Yıldırım, İ. ve Ersen, N. (2019). Borsa İstanbul'da Basım-Yayın Sanayi Grubunda Yer Alan Şirketlerin Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23 (1), s.141-152
- Altıntaş, F. F. (2020). İnovasyon Performanslarının ENTROPİ Tabanlı Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi: G7 Grubu Ülkeleri Örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7 (2), 151-172. DOI: 10.30803/adusobed.802738

- Altıntaş, F. F. (2021). Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütü'ne Üye Ülkelerin İnovasyon Performanslarının Critic Tabanlı Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle İncelenmesi. *Karadeniz Araştırmaları*, 18 (71), 547-570
- Arslan, R., Bircan, H. ve Arslan, Ö. (2017). Tekstil Firmalarında Finansal Performansın Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Ağırlıklandırılmış Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7 (2), s.19-36
- Arzu, T. (2021). Finansal Performansın Entropi Tabanlı Aras Yöntemi ile Değerlendirilmesi: Bist Elektrik, Gaz ve Buhar Sektöründeki İşletmeler Üzerine Bir Uygulama. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 39 (1), s.15-32. DOI: 10.17065/huniibf.740393
- Avdar, R. ve Avdar, R. (2021). Yüksek Teknolojili Ürünlerin İhracat ve Ekonomik Gelişme Üzerine Etkisi; OECD ve Türkiye Değerlendirmesi. *Sakarya İktisat Dergisi*, 10 (4), s.423-440
- Ayçin, E. ve Güçlü, P. (2020). BIST Ticaret Endeksinde Yer Alan İşletmelerin Finansal Performanslarının Entropi ve MAIRCA Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, (85), 287-312. DOI: 10.25095/mufad.673739
- Ayçin, E. (2019). BIST Menkul Kıymet Yatırım Ortaklıkları Endeksinde (XYORT) Yer Alan İşletmelerin Finansal Performanslarının Entropi ve Gri İlişkisel Analiz Bütünleşik Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(2), 595-622. DOI: 10.24988/deuiibf.2018332799
- Bağcı, H. (2018). Barter'ın Dünya Ticaretindeki Yeri ve Gelişiminin Entropi Yöntemiyle Analiz Edilmesi: SAARC ve BRICS Ülkelerinde Bir Uygulama. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 5(12), s.195-204
- Barbaros, M., Kalaycı, S. ve Bakır, D. (2019). Türkiye'de Gıda İhracatı, Gıda Fiyatları ve Enflasyon Arasındaki Nedensellik Analizi. *Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi*, 7(18), s.537-548. DOI: 10.33692/avrsyad.595750
- Baynal, K., Şahin, Y. ve Taphasanoğlu, S. (2019). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lüks Konut Projesi İçin Beyaz Eşya Seçimi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(2), s.1871-1888. DOI: 10.33206/mjss.558147
- Coskun A. ve Ecemiş O. (2022), Türkiye'de Büyükşehir Belediyeleri Web Site Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Karşılaştırılması, *Cukurova 9th International Scientific Researches Conference*, October 9-11, 2022 / Adana, TURKIYE, ISBN:978-625-8246-28-5, s.536-543, www.iksadkongre.net/_files/ugd/614b1f_d911fb74945046f2a3c96260eaa3a10d.pdf
- Çakmak, D., Baş, Y. ve Yıldırım, A. (2012). Gri İlişkisel Analiz ve Uyum Analizi ile Bir İşletmede Karşılaşılan Üretim Hatalarının İncelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 17 (1), 123-142
- Çanakçıoğlu, M. (2019a). Bist Kimya, Petrol Kauçuk ve Plastik Ürünler Sektöründeki İşletmelerin Finansal Performanslarının Hibrid ÇKKV Yaklaşımı Çerçevesinde Değerlendirilmesi. *Beykoz Akademi Dergisi*, 7(1), s.123-152. DOI: 10.14514/BYK.m.26515393.2019.7/1.123-152
- Çanakçıoğlu, M. (2019b). Borsa İstanbul'da İşlem Gören Çimento Firmalarının Entropi-Eatwios Bütünleşik Yaklaşımı ile Finansal Performanslarının Değerlendirmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 14 (56), 407-421
- Çatı, K., Eş, A. ve Özevin, O. (2017). Futbol Takımlarının Finansal ve Sportif Etkinliklerinin Entropi ve Topsis Yöntemiyle Analiz Edilmesi: Avrupa'nın 5 Büyük Ligi ve Süper Lig Üzerine Bir

- Uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13 (1), s.199-222. DOI: 10.17130/ijmeb.20173126270
- Doğan, M. (2013). Measuring Bank Performance with Gray Relational Analysis: The Case of Turkey. *Ege Academic Review*, 13 (2), s.215-226
- Doru, Ö. ve Dabakoğlu, M. (2021). Seçilmiş Ülkelerde Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5 (2), s.295-313. DOI: 10.33399/biibfad.883553
- Dünya Bankası Dünya Gelişim Göstergeleri. (2022). Erişim Adresi <https://databank.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG/1ff4a498/Popular-Indicators> (Erişim Zamanı: 27.10.2022)
- Ece, N. (2019). Holding Şirketlerinin Finansal Performans Sıralamasının Entropi Tabanlı Topsis Yöntemleri ile İncelenmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), s. 63-73. DOI: 10.29106/fesa.522709
- Ecemiş O. ve Yaykaşlı M. (2018). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama. *the Journal of Academic Social Sciences*, 83, s.382-389, DOI: 10.16992/ASOS.14474
- Ekin, E. (2022). Kamu Bankalarına İlişkin Performansların Entropi Tabanlı WSA ve Aras Yöntemleri ile İncelenmesine Yönelik Bir Uygulama. *EKEV Akademi Dergisi*, 0 (90), s.105-122
- Erdemir, Ö. K. ve Kırkağaç, M. (2022). A Comparative Study on Performance of Insurance Companies with Grey Relational Analysis and Analytic Hierarchy Process. *Alanya Akademik Bakış*, 6(3), s.2627-2645
- Gaberli, Ü. (2018). G7 Ülkelerinde Fikri Mülkiyet Haklarına Yapılan Ödemeler ve Ar-Ge Harcamalarının Yüksek Teknoloji İhracatına Etkisi: Bir Panel Veri Analizi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (641), s.667-682
- Gao J., Wang H., You Z. And Yang X. (2018). Gray relational entropy analysis of high temperature performance of bio-asphalt binder and its mixture, *International Journal of Pavement Research and Technology*, 11, p.698-708
- Gavcar, E. ve Kara, N. (2020). Elektrikli Otomobil Seçiminde Entropi ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. *İş ve İnsan Dergisi*, 7(2), s.351-359. DOI: 10.18394/iid.695702
- Işık, Ö. (2022). Gri Entropi, FUCOM ve EDAS-M Yöntemleriyle Türk Lojistik Firmalarının Çok Kriterli Performans Analizi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 17 (66), s.472-489. DOI: 10.19168/jyasar.939276
- Işık, O. (2019). Türk Mevduat Bankacılığı Sektörünün Finansal Performanslarının Entropi Tabanlı Aras Yöntemi Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4 (1), s.90-99. DOI: 10.29106/fesa.533997
- Kar, A., Özer, Ö. ve Avcı, K. (2018). Acil Servislerin Topsis ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleriyle Değerlendirilmesi. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 10 (19), 442-459. DOI: 10.20990/kilisiibfakademik.438473
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Budak, İ. ve Dağ, O. (2015). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yaşanabilir İllerin Sıralanması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), s.215-228
- Karaer, M. ve Tatlıdil, H. (2019). Türkiye'deki 81 İlin Bazı Sağlık Göstergeleri ile Temel Bileşenler Analizi ve Gri İlişkisel Analiz Açısından Değerlendirilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 44-54

- Keleş, M. K. (2019). Entropi Temelli Electre III Yöntemi ile B Segmenti Otomobil Markalarının Sıralanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), 29-50
- Kenger, M. D. ve Organ, A. (2017). Banka Personel Seçiminin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden Entropi Temelli ARAS Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 4- Sayı 4 (2017), 152-170. DOI: 10.30803/adusobed.336215
- Li X., Wang K., Liu L., Xin J., Yang H., Gao C., (2011). Application of the Entropy Weight and TOPSIS Method in Safety Evaluation of Coal Mines, *Procedia Engineering*, Volume 26, Pages 2085-2091, ISSN 1877-7058, doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2410
- Medetoğlu, B. ve Saldanlı, A. (2022). Bankaların Finansal Performanslarının Gri İlişkisel Analiz (GİA) Yöntemi ile Test Edilmesi. *Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3 (1), 49-67
- Organ, A. ve Tekin, B. (2017). Şehir Hastanesi Kuruluş Yeri Seçimi İçin Gri İlişkisel Analiz Yaklaşımı: Denizli İli Örneği*. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4 (3), 256-278. DOI: 10.30803/adusobed.336967
- Over Özçelik, T. ve Eryılmaz, S. A. (2019). Traktör İmalatında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Özel Sayı 2019, s.498-512. DOI: 10.31590/ejosat.590418
- Özaydın, G. ve Kayahan Karakul, A. (2021). Entropi Tabanlı MAUT, SAW ve EDAS Yöntemleri ile Finansal Performans Değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26 (1), 13-29
- Özçelik, Ö., Aslan, V. ve Özbek, R. İ. (2018). ARGE Harcamalarıyla Yüksek Teknoloji İhracatı Arasındaki İlişki: Seçili 10 OECD Ülkesi İçin Panel Veri Analizi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20 (3), s.57-66
- Özdemir, O. ve Kılıçarslan, Ş. (2021). Entropi Temelli Gri İlişkisel Analiz Tekniği ile Hayat ve Emeklilik Şirketlerinin Finansal Performansları Üzerine Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(4), s.413-434
- Özgüner, Z. ve Cantaşdemir, E. V. (2021). Çevik Tedarik Zinciri Yönetimindeki Operasyonların Entropi Tabanlı TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (14), s.114-135. DOI: 10.34086/rteusbe.977505
- Özkan, T. (2020). TOPSIS ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri ile BİST Çimento Sektörü Şirketlerinin Finansal Etkinliklerinin Değerlendirilmesi. *Oltu Beşerî ve Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1 (1), s.69-85
- Özmen, M. ve Kızılkaya Aydoğan, E. (2015). Stokastik Çok Kriterli Karar Vermede İki Yeni Yöntem: Smaa- Gri İlişkisel Analiz ve Smaa-Dematel-Gri İlişkisel Analiz. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30 (4), 0-0. DOI: 10.17341/gummfd.24515
- Sarıdoğan, H. Ö. (2019a). Yüksek Teknoloji İhracatı, Bilişim Hizmetleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye ve Ab Ülkeleri İçin Bir Panel Veri Analizi. *Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1 (1), s.19-30
- Sarıdoğan, H. Ö. (2019b). Türkiye ve Ab Ülkelerinde Ar-Ge Harcamaları ile Yüksek Teknolojili Ürün İhracatı İlişkisi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19 (2), s.299-312. DOI: 10.11616/basbed.v19i47045.528214
- Sey, N. ve Aydın, B. (2021). Türkiye’de Yüksek Teknoloji Ürün İhracatı ve İnovasyon İlişkisi Üzerine Ekonometrik Bir İnceleme. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 11 (1), s.238-252. DOI: 10.48146/odusobiad.785193

- Şanlı, D. ve Konukman, A. (2021). Yüksek Teknoloji Ürün İhracatının Gelir Üzerine Etkisi: Translog Üretim Fonksiyonuna Dair Bulgular. *İstanbul İktisat Dergisi*, 71(2), s.457-498. DOI: 10.26650/ISTJECON2021-974011
- Tezergil, S. (2018). Portföy Yönetim Şirketlerinin Finansal Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (39), s.245-262
- Ulutaş, A. (2019). Entropi ve MABAC Yöntemleri ile Personel Seçimi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 13(19), s.1552-1573. DOI: 10.26466/opus.580456
- Uygurtürk, H. ve Bal, K. (2020). Emeklilik ve Menkul Kıymet Yatırım Fonlarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Karşılaştırmalı Performans Analizi. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11 (21), s.298-320
- Xuedong L., Yangyang X., Li Y. and Qunxi G. (2019). The compatibility approach for hazardous waste incineration based on grey relational analysis, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 227 052036, doi.org/10.1088/1755-1315/227/5/052036
- Yang Yi-Chih ve Shen Ke-Yung (2013) Comparison of the operating performance of automated and traditional container terminals, *International Journal of Logistics Research and Applications*, 16:2, p.158-173, DOI: 10.1080/13675567.2013.809407
- Yıldırım, M., Bal, K. ve Doğan, M. (2021). Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Finansal Performans Analizi: Bist'te İşlem Gören Demir Çelik Şirketleri Üzerinde Bir Uygulama. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 23 (1), s.122-143. DOI: 10.31460/mbdd.788840
- Yıldız, Ü. (2017). BRICS ülkeleri ve Türkiye'de yüksek teknoloji ihracatı ve ekonomik büyüme ilişkisinin panel veri analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (53), s.26-34
- Yılmaz, E., Güngör, F. ve Hartomacioğlu, S. (2019). AISI 4340 Malzemesinin Torna ile İşlemesinde Gri İlişkisel Analiz Yöntemi Kullanılarak Uygun Takım Tutucu (Kater) Seçimine Karar Verilmesi. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12 (2), 7-13. DOI: 10.20854/bujse.597423
- Yılmaz, Ö. ve Yakut, E. (2021). Entropi Temelli TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri ile Bankacılık Sektöründe Finansal Performans Değerlendirmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(4), s.1297-1321. DOI: 10.16951/atauniiib.874660

EXAMINATION OF TECHNOLOGY PRODUCTION FOCUSED DATA OF EUROPEAN UNION AND SELECTED COUNTRIES WITH ENTROPY AND GRAY RELATIONAL ANALYSIS MODELS

Extended Abstract

Aim: The aim of this study is to determine the status of the EU countries and Türkiye, Ukraine, Switzerland, and Norway, which are likely to join the EU, based on 6 criteria, using models of entropy gray relational analysis from analytical methods. The 6 criteria mentioned are: Inflation as annual percentage of consumer prices, export of high technology relative to export of production, patent applications by nationals, patent applications by foreigners, highly educated female labor force as percentage of working age female population, female labor force with basic education as percentage of female population.

Method(s): The method of the study is multicriteria decision making. Entropy and gray relational analysis models of multicriteria decision making were used. Entropy was used to determine the weights of the criteria. Gray relational analysis is used to rank countries according to their performance.

According to the literature, the gray relationship analysis is a method for parameters influenced by a set of factors consisting of more than one criterion. The method allows to make the best choice among the criteria. In the literature, gray relationship analysis is used in many fields. Examples are the evaluation of the innovation performance of the member countries of the Black Sea Cooperation Organization, the analysis of 81 provinces in Türkiye based on health indicators, the analysis of production defects in enterprises, the selection process of which region to locate the urban hospital, the evaluation of emergency services.

By following the steps of the entropy model described in the literature, we first created a decision matrix. In the second step, the standardization process was performed on the decision matrix. In the third step, the entropy values of the criteria were calculated. As a result, we obtained weighting coefficients with a sum of 1.

According to the literature; In the gray relational analysis model; The first step is to create the indicator matrix. The second step consists in adding the reference series. The normalization process is performed with the matrix created in the third step. An absolute value matrix must be created. Then, the matrix of gray relationship coefficients is calculated. In this way, the criteria are listed.

Findings: The analysis was performed based on the 6 criteria mentioned above. The countries of the European Union as well as Türkiye, Norway, Ukraine, and Switzerland were included in the analysis. The situation of the 4 selected countries outside the European Union is one of the most important results of the study. Switzerland is the best of the 4 countries. According to the criteria established because of the analysis, Germany is in the first place. France is on the second place. Italy is on the third place.

Apart from the countries of the European Union, 4 other countries were included in the analysis. Of these countries, Switzerland is ranked 4th. Among the 4 added countries, Switzerland performs the best. Norway is in 12th place, while two countries, Türkiye, and Ukraine, did not make it to the top of the ranking. These two countries share the last 2 places.

Conclusion: The analysis included the member countries of the European Union and 4 selected countries. It consists of 4 selected countries: Türkiye, Ukraine, Switzerland, and Norway. As a result of the analysis, Germany, France, and Italy were ranked as the best countries based on 6 criteria. Among the selected countries, Switzerland is ranked 4th and Norway is ranked 12th. According to these results, Switzerland is the best country compared to the EU countries.

It can be seen that Türkiye is not doing well. Policy makers in Türkiye should take this situation into account. Efforts should be made to export high technology.