

YENİ BİR ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ: BULUT ENDEKS-BETA (BE-β)*Mehmet TOP¹, Tefik BULUT²**ÖZET**

Amaç: Çalışmanın temel amacı, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) problemlerinin çözümü için geliştirilen Bulut Endeks-Beta (BE-β) yöntemini hem teorik hem de uygulamalı olarak tanıtmaktır. Bu kapsamda Bulut Endeks (BE) ile bu yöntemin gelişmiş versiyonu olan BE-β karşılaştırılmıştır.

Yöntem: Yöntemler, Türkiye'deki Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 2006-2019 dönemi finansal tablo verileri üzerinden test edilmiştir. BE-β versiyonunda işlem adımları hem kısaltılmış hem de sadeleştirilmiştir. Ayrıca her iki yöntemden elde edilen bulgular arasındaki ilişki, Spearman Sıra ve Kendall Tau Korelasyon yöntemleri ile ölçülmüştür.

Bulgular: Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları sonuçlarına göre BE ve BE-β sıralamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif bir ilişki vardır. Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 2006-2019 dönemi değerlendirildiğinde BE yöntemine göre en iyi alternatif, 57,52 BE skoruna sahip 2019 yılıdır. BE-β yönteminde ise en iyi alternatif 68,12 BE-β skoruna sahip 2014 yılıdır. BE yöntemine göre en düşük performansın gösterildiği alternatif 38,96 BE skoruna sahip 2010 yılıdır. Benzer şekilde BE-β yönteminde de en düşük performansın gösterildiği alternatif 30,72 BE-β skoruna sahip 2010 yılıdır.

Özgünlük: ÇKKV problemlerinin çözümüne yönelik dinamik ve kolay uygulanabilir özgün bir endeks ortaya konulmuştur. Ayrıca endekslerle daha alt seviyelerde çıktı üretilebilmesinden dolayı daha zengin iç görü elde edilerek derinlemesine analiz yapılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, ÇKKV, Bulut Endeksi, BE, Bulut Endeks-Beta, BE-β.

JEL Kodları: C44, C58, C61, G30.

A NEW MULTI-CRITERIA DECISION MAKING METHOD: BULUT INDEX-BETA (BI-β)**ABSTRACT**

Purpose: The main purpose of the study is to introduce Bulut Index-Beta (BI-β) method developed to solve Multi-Criteria Decision Making (MCDM) problems, both theoretically and practically. In this context, Bulut Index (BI) and BI-β, which is the advanced version of this method, were compared.

Methodology: The methods were tested on 2006-2019 period financial statement data of Manufacturing of Basic Pharmaceutical Products and Pharmaceutical Materials sector in Turkey. In BI-β method, implementation steps are both shortened and simplified. In addition, the relationship between the findings obtained from both methods was measured with Spearman Rank and Kendall Tau Correlation methods.

Findings: According to the findings of Spearman Rank and Kendall Tau correlations, there is a statistically insignificant negative correlation between BI and BI-β rankings. When 2006-2019 period of Manufacturing of Basic Pharmaceutical Products and Pharmaceutical Materials sector is evaluated, the best alternative according to BI method is the year 2019 with a BI score of 57,52. In BI-β method, the best alternative is the year 2014 having a BI-β score of 68,12. The alternative with the lowest performance according to BI method is the year 2010 with a BI score of 38,96. Similarly, the alternative with the lowest performance in BI-β method was the year 2010 with a BI-β score of 30,72.

Originality: A dynamic and an easy-to-apply unique index for solution of MCDM problems has been put forward. In addition, since outputs can be produced at sub-levels with the indices, richer insights can be obtained, and thus in-depth analysis can be performed.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making, MCDM, Bulut Index, BI, Bulut Index-Beta, BI-β.

JEL Codes: C44, C58, C61, G30.

* Bu çalışmada T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Girişimci Bilgi Sistemi (GBS) verilerinden faydalanılmıştır.

¹ Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye, mtop@hacettepe.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9162-4238.

² Doktora Öğrencisi, Hacettepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, Ankara, Türkiye, buluttevfik@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3668-7436 (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

1. GİRİŞ

Günlük hayatın bir parçası olan karar verme bilişsel bir süreçtir. İnsanların temel ihtiyaçlarını karşılaması veya hayatta kalması için zekâ, bilgeliği ve yaratıcılığın kullanılmasını gerektiren karar verme sürecinin doğru işletilip işletilememesinin olumlu ve olumsuz sonuçları vardır (Alexander, 2012). Kararlar gerek stabil olan gerekse stabil olmayan ortamlarda bireyler ve örgütler tarafından rasyonel veya sezgisel olarak verilmektedir. Karar verme süreci, genel olarak sırasıyla dört hayati adımdan oluşmaktadır: Problemi tanımlama, ihtiyaçları belirleme, hedefleri belirleme ve değerlendirme kriterlerini belirleme (Baker ve diğerleri, 2002). Ancak karar verirken kompleks ve çok kriterli bir karar verme süreci ile genellikle karşı karşıya kalınır. Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), bu tür problemleri değerlendirmek için uygun bir metodoloji sunar. Problemleri yapılandırmak ve mevcut alternatiflerden en iyi olanın seçimini kolaylaştırmak için bir çerçeve oluşturan ÇKKV süreci ise altı adımdan oluşmaktadır: (1) Yetenekleri hedeflerle ilişkilendiren değerlendirme kriterlerini oluşturma, (2) hedeflere ulaşmak için alternatifleri belirleme, (3) alternatifleri kriterlere göre değerlendirme, (4) normatif bir çok kriterli analiz yöntemi uygulama, (5) en iyi alternatifin belirlenmesi, (6) nihai çözüme ulaşılmadığında optimal çözümün elde edilmesi için sürecin yinelenmesi (Opricovic ve Tzeng, 2004).

Son yıllarda ÇKKV yöntemleri giderek daha popüler hale gelmiştir (Wang ve diğerleri, 2009). ÇKKV, genellikle verinin yönetimi, veri analitiği, görselleştirme ve raporlama araçlarının birbirine entegre edildiği karar destek sistemlerinde kullanılmaktadır (Andriosopoulos ve diğerleri, 2019). Tek kriterli yaklaşımla karşılaştırıldığında, ÇKKV yöntemlerinin ayırt edici avantajı, çoklu kriterler kullanılmasında yatmaktadır (Pohekar ve Ramachandran, 2004). ÇKKV, şemsiye bir kavram olup içerisinde nitel ÇKKV, nicel ÇKKV ve karar kuralları ile ÇKKV yöntemlerini barındırmaktadır (Baltussen ve diğerleri, 2019).

ÇKKV yaklaşımları, çeşitli finansal karar verme problemlerinin çözümünde de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Finansal kararları etkileyen çeşitli değerlendirme kriterlerinin çok boyutlu doğası finansal, ticari ve ekonomik çevrelerin karmaşıklığı ve belirsizliği, alınan finansal kararların öznel doğası, finansal kararların genel olarak kabul edilen özelliklerinden sadece birkaçını oluşturmaktadır. Sayılan bu özellikler ÇKKV modelleme çerçevesiyle uyum göstermektedir. Finansal dengenin kurulması ve yönetimi, finansal karar vermenin en önemli alanlarından birini oluşturmaktadır (Hallerbach ve Spronk, 2002; Xidonas ve diğerleri, 2009).

Örgütlerin finansal performansını değerlendirmede finansal oranların kullanılması yeni bir olgu değildir (Horrihan, 1968). Finansal karar vermede kullanılan finansal oranlar, örgütlerin bilanço, gelir tablosu ve nakit akış tablolarından elde edilir (Feng ve Wang, 2000; Wang, 2014). Finansal oranları kullanarak firma performansını değerlendirmek, iş analistleri, alacaklılar, yatırımcılar ve finans yöneticileri dahil olmak üzere karar vericiler için süregelen güçlü bir araç olmuştur. Bu finansal oranlar ile finansal tablolarda gözlemlenen salt toplam tutarlar yerine daha anlamlı sonuçların elde edilmesi amaçlanır. Finansal oranlardan oluşan oran analizi, paydaşların bir şirketin mali durumunu analiz etmesine, bir sektördeki şirketler arasında, sektörler arasında veya bir firmanın kendi içinde karşılaştırmalar yapabilmesine olanak tanır. Bu yöntem farklı büyüklükteki firmaların göreceli performansını ortaya koymak için de başvurulmaktadır (Delen ve diğerleri, 2013). Ayrıca finansal oranlar, uzun süredir işletme başarısızlıklarının iyi tahmin edicileri olarak kullanılmaktadır. Bu oranlar ile başarısız olan ve olmayan şirketler arasında başarısızlıktan birkaç yıl önce doğru bir kestirim yapılabilmektedir (Beaver, 1966; Beaver, 1968; Ohlson, 1980; Maricica ve Georgeta, 2012).

Bir finansal performans ölçüm yöntemi olan oran analizi tekniği ve bu yöntemde tanımlı bazı rasyolar son yıllarda birçok finansal karar verme problemlerinin çözümünde ÇKKV yöntemleriyle birlikte başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Finansal karar vermede ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı pek çok örnek çalışma bulunmaktadır. Bunlardan ilki Xidonas ve diğerleri (2009) tarafından yapılan çalışmadır. Bu çalışmada finansal analiz temelinde hisse senedi seçimiyle ilgili kararları desteklemek için ÇKKV yöntemlerinden ELECTRE-TRI yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemle firmaların genel kurumsal performansı değerlendirilerek uygun hisse senetlerinin seçilmesi amaçlanmıştır. Doumpos ve Zopounidis (2010) tarafından yapılan bir diğer çalışmada ÇKKV yöntemi olarak PROMETHEE II kullanılarak banka derecelendirmesi yapılmıştır. Gorener ve diğerleri (2013)'nin çalışmasında ise yeni bir banka şubesi için şube seçimi kararı vermek üzere entegre bir model geliştirilmiştir. Değerlendirme kriterlerinin önceliklendirilmesinde Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) tekniği, banka şubelerinin lokasyon alternatiflerini sıralamak için ise ÇKKV yöntemlerinden oran analizi (MOORA) yöntemi kullanılmıştır. Finansal oranları karar kriterleri olarak kullanan bir diğer çalışma Delen ve diğerleri (2013) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada finansal oranların firma performansı üzerindeki etkisini değerlendirmek için ÇKKV yöntemlerinden karar ağacı algoritmaları kullanılmıştır. Angilella ve Mazzù (2015) tarafından küçük ve orta ölçekli firmalar üzerinde yapılan bir diğer çalışmada çok kriterli kredi değerlendirme yöntemi olarak ELECTRE-TRI yöntemi kullanılmıştır. Mousavi ve Lin (2020) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise finansal karar vermede ÇKKV yöntemlerinden PROMETHEE

kullanılmıştır. Almeida-Filho ve diğerlerinin (2021) 657 makale üzerinde yaptığı sistematik literatür tarama çalışmasında ÇKKV modellerinin en çok kullanıldığı finansal alanlar sırasıyla şöyledir: Portföy optimizasyonu, şirket performansı, bankacılık, kredi riski/iflas, bütçeleme ve finansal planlama, yatırım değerlendirme, enerji finansmanı, sosyal sorumluluk yatırımları, diğer risk yönetimi, varlık değerlendirme, ülke riski, şirket birleşmeleri. Aynı çalışmada kriter sentezine dayalı çalışmalarda en çok kullanılan ÇKKV yöntemleri ise şöyledir: AHP, TOPSIS, VIKOR, ANP, DEMATEL, UTADIS, COPRAS, katkı modeli, MACBETH, SAW, MAUT. Bu çalışmada sentezleyici bir tercih ilişki sistemine dayalı yöntemler ise şöyledir: PROMETHEE, ELECTRE. Söz konusu çalışmada diğer ÇKKV yöntemleri ise hibrid bulanık sistemler, Veri Zarflama Analizi (VZA), hibrid GRA ve DELPHI'dir.

Finansal karar vermede çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı diğer çalışmalar da mevcuttur (Feng ve Wang, 2000; Doumpou ve diğerleri, 2002; Spathis ve diğerleri, 2002; Wang, 2009; Wu ve diğerleri, 2009; Bülbül ve Köse, 2011; Uygurtürk ve Korkmaz, 2012; Lee ve Lin, 2013; Ferreira ve diğerleri, 2014; Pătări ve diğerleri, 2018; Güney ve diğerleri, 2020; Locurcio ve diğerleri, 2021; Baydaş ve Elma, 2021).

Bu çalışmanın odağındaki ÇKKV yöntemi, finansal karar vermede kullanılan Bulut Endeksi (BE)'dir. BE, ilk kez Bulut (2017) tarafından kullanılmıştır. Çalışmada Türkiye'deki organize sanayi bölgelerinin finansal tablo verileri üzerinden Bulut Endeksi (BE) test edilmiştir. Çalışma kapsamında üretime geçmiş 500 hektar ve üzerindeki 23 organize sanayi bölgesinin 2012 yılına ait bilanço ve gelir tablo verileri BE yöntemiyle analiz edilmiştir. BE'de oran analizi yönteminde kullanılan likidite, finansal yapı, verimlilik ve kârlılık olmak üzere toplam 24 finansal oran, karar kriterleri, organize sanayi bölgeleri tüzel kişilikleri ise alternatifler olarak belirlenmiştir.

Yayınlanmasından sonra BE yöntemi çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır. Bu çalışmalardan ilki, Kıran (2018) tarafından Türkiye'deki hastanelerin finansal performans analizine yönelik çalışmasıdır. Bu çalışma, Sağlık Bakanlığına bağlı ikinci ve üçüncü basamak toplam 502 sağlık kuruluşunun finansal tablo verileri üzerinden yapılmıştır. Sağlık kuruluşlarının 47'si eğitim ve araştırma hastanesi, 17'si üniversite hastanesi, 438'i ise ikinci basamak sağlık kuruluşudur. Bu çalışmada BE, Sağlık Bakanlığında kullanılması yönünde önerilmiştir. Çalışmada kârlılık, verimlilik, likidite ve büyüme oranları ile bütçe gerçekleştirme oranlarından oluşan 21 oran, karar kriterlerini, sağlık kuruluşları ise alternatifleri oluşturmaktadır. Bu çalışma, BE yönteminin 1. ve 2. seviye analiz düzeyleri kullanılarak yapılmıştır.

BE yöntemini kullanan bir diğer çalışma, Güden (2021) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada Metal Eşya Endeksine (XMESY) kayıtlı 30 şirketin 5 yıllık (2015-2019) finansal tablo verileri kullanılarak BE yöntemiyle finansal performansı analiz edilmiştir. Çalışmada firmalar alternatifleri, oran analizinde kullanılan 16 rasyo ise karar kriterlerini oluşturmaktadır. Bu çalışma, BE yönteminin 1, 2 ve 3. seviyelerinde yapılan bir çalışma olması nedeniyle önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında BE ile çok kriterli karar verme problemlerinin çözüme yönelik önerilen Bulut Endeks-Beta (BE-β) yöntemlerinin karşılaştırmalı uygulamalarını göstermek adına Türkiye'deki Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 2006-2019 dönemi finansal tablo verileri kullanılmıştır. Bu amaçla ilk olarak metodoloji bölümünde BE ile önerilen BE-β yöntemlerinin teorik çerçevesi sunulmuş, ardından yöntemlerin ortaklık ve farklılık gösteren özellikleri verilmiştir. Bulgular bölümünde ise BE ve BE-Beta yöntemlerinden elde edilen sonuçlar verildikten sonra her iki yöntemden elde edilen sıralamalar arasındaki ilişki Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları ile test edilmiştir. Tartışma ve sonuç kısmında ise bu yöntemlerin kullanım alanlarına ve çalışmanın kısıtlarına yer verilmiştir.

Bu çalışmayla ÇKKV problemlerinin çözümüne yönelik dinamik ve daha kolay uygulanabilir özgün bir endeks ortaya konulması, bir bütün olarak karar vericilere alt analiz seviyelerinde de yöntemlerle çıktı üretebilme potansiyeli gösterilerek hem bütüncül hem de derinlemesine analiz yapılması amaçlanmıştır. Bahsedilen bu yönleriyle hem mevcut yöntemle hem de önerilen yöntemle bireysel ve örgütsel kararların daha verimli bir şekilde alınmasına katkı sunulması beklenilmektedir.

2. METODOLOJİ

Çalışmanın odağı, BE ile önerilen BE-β yöntemlerini seviye 1 açısından karşılaştırmaktır. Yöntemlerin karşılaştırılmasında kullanılan veri seti Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Girişimci Bilgi Sistemi'nden (GBS) alınmıştır (STB, 2021b). GBS'de firmaların ekonomik faaliyetleri, Avrupa Topluluğu'nda Ekonomik Faaliyetlerin İstatistikî Sınıflaması olan NACE Rev.2'ye göre sınıflandırılmıştır (STB, 2021a). Veri setinde imalat ana sektörü altında NACE kodu 21 olan Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektöründe yer alan firmaların finansal tablo verileri bulunmaktadır. Araştırmada kullanılan finansal tablolar, sektör bilanço ve gelir tablolarından oluşmaktadır. Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektöründe yıllara göre bilanço ve gelir tablosu veren firmaların sayısı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yıllara göre firmaların sayısı

Yıl	Firma Sayısı	İthalat (\$)	İhracat (\$)	Çalışan Sayısı	Firma Başına Çalışan Sayısı
2006	342	1.975.564.505	230.387.591	26.904	78,67
2007	343	2.011.306.718	281.545.719	29.820	86,94
2008	336	2.326.600.915	387.200.259	29.986	89,24
2009	320	2.090.532.160	390.923.579	31.568	98,65
2010	327	2.288.998.793	436.000.761	32.019	97,92
2011	375	2.534.196.689	522.839.658	31.591	84,24
2012	408	2.544.290.825	567.384.718	31.889	78,16
2013	493	1.676.048.704	546.739.155	31.816	64,54
2014	415	1.731.721.653	601.931.292	31.488	75,87
2015	513	2.019.383.400	699.899.774	32.912	64,16
2016	496	1.737.565.798	648.634.102	33.798	68,14
2017	465	2.191.248.399	592.781.554	37.315	80,25
2018	523	2.462.087.488	646.216.582	39.079	74,72
2019	543	2.553.811.715	718.768.697	39.740	73,19
Ortalama	421,36	2.166.753.327	541.605.065	32.852	79,62

Kaynak: STB (2021b)

Analiz aşamasında Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, 2018) ve istatistiksel analiz yazılımı SPSS'in (Statistical Package for the Social Sciences) 23. versiyonu (IBM Corp., 2015) kullanılmıştır. Analizde kullanılan kriterler ve ideal değerler Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'deki kriterlerin ideal değerleri, Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 14 yıllık finansal rasyo analiz oranlarının ortalamalarından oluşmaktadır. Yöntemlerin uygulama aşamasında kriter ideal değerleri olarak bu ortalamalar kullanılmıştır. Diğer önemli bir konu, her iki yöntemde de kriterler ağırlıklandırılmamıştır. Finansal karar vermede rasyo analiz oranlarının kullanıldığı bazı çalışmalarda kriterlerin ağırlıklandırılmadığı veya kriterlere eşit ağırlık düzeyi tahsis edildiği görülmektedir (Wanke ve diğerleri, 2016; Kıran, 2018:83; Güden, 2021:90-91).

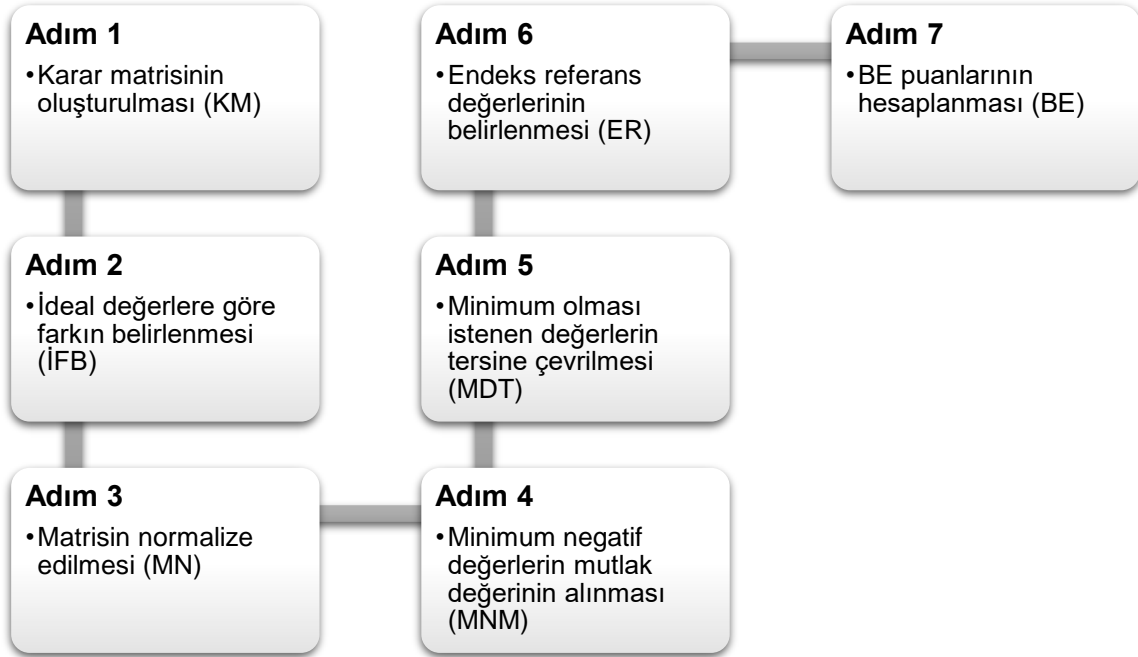
ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sıralamaların istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olup olmadığını ortaya koymak için parametrik olmayan Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları kullanıldığı görülmektedir (Sedgwick, 2014; Ceballos ve diğerleri, 2016; Ishizaka ve Siraj, 2018; Baydaş ve Elma, 2021; Shekhovtsov, 2021; Paradowski ve diğerleri, 2021). Bu çalışmada da BE ve BE-β yöntemlerinin sıralamalarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olup olmadığını ortaya koymak için Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları kullanılmıştır.

Tablo 2. Analizde kullanılan kriterler

Kriterler	Kod	Formül	Kriterin Yönü	İdeal Değerler
Cari Oran	C ₁	Dönen Varlıklar / Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar	Maksimum	2,13
Asit-Test Oranı	C ₂	(Dönen Varlıklar-Stoklar) / Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar	Maksimum	1,53
Finansal Kaldıraç Oranı	C ₃	Toplam Yabancı Kaynak / Toplam Kaynak	Minimum	0,49
Yabancı Kaynakların Öz Kaynaklara Oranı	C ₄	Toplam Yabancı Kaynak / Öz Kaynak	Minimum	0,96
Kısa Vadeli Yabancı Kaynakların Kaynak Toplamına Oranı	C ₅	Kısa Vadeli Yabancı Kaynaklar / Toplam Kaynak	Minimum	0,30
Uzun Vadeli Yabancı Kaynakların Kaynak Toplamına Oranı	C ₆	Uzun Vadeli Yabancı Kaynaklar / Toplam Kaynak	Minimum	0,36
Duran Varlıkların Yabancı Kaynağa Oranı	C ₇	Duran Varlıklar / Toplam Yabancı Kaynak	Minimum	0,74
Duran Varlıkların Devamlı Sermayeye Oranı	C ₈	Duran Varlıklar / Devamlı Sermaye	Minimum	0,51
Stok Devir Hızı	C ₉	Satışların Maliyeti / Ortalama Stoklar	Maksimum	3,05
Net Çalışma Sermayesi Devir Hızı	C ₁₀	Net Satışlar / Net İşletme Sermayesi	Maksimum	2,70
Öz Kaynak Devir Hızı	C ₁₁	Net Satışlar / Öz Kaynaklar	Maksimum	1,78
Aktif Devir Hızı	C ₁₂	Net Satışlar / Toplam Aktifler	Maksimum	0,91
İş Hacmi Rantabilitesi	C ₁₃	Faaliyet Karı / Net Satışlar	Maksimum	0,09
Brüt Kar Marjı Oranı	C ₁₄	Brüt Satış Karı / Net Satışlar	Maksimum	0,40
İhracatın İthalatı Karşılama Oranı	C ₁₅	İhracat / İthalat	Maksimum	0,25

2.1.Bulut Endeks (BE) Yöntemi

BE uygulama adımları 7 adımda tamamlanmaktadır. Şekil 1'de BE uygulama adımlarını gösterir akış diyagramı verilmiştir (Bulut, 2017). Ardından ise uygulama adımları sırasıyla açıklanmıştır.



Şekil 1. BE akış diyagramı

Adım 1. Karar matrisinin oluşturulması (KM): Eşitlik 1'de oluşturulan karar matrisi (X_{ij}) $c \times r$ boyutlu bir matris olup bu matrisin satırlarında kriterlere, sütunlarında ise faktörlere, diğer bir ifadeyle alternatiflere yer

verilmiştir. Karar matrisinde kriterlerin değerlerinde eksik veri varsa bu durumda veri setinin yapısı dikkate alınarak eksik gözlemlere atama yapılabilir. Bu durumda istatistiksel yöntemler ve makine öğrenme yöntemleri kullanılabilir (Schafer ve Olsen, 1998; Lakshminarayan ve diğerleri, 1999; Schafer ve Kam, 2001; Sinharay ve diğerleri, 2001; Graham, 2009; Dong ve Peng, 2013; Kang, 2013; Rahman ve Islam, 2013; Silva-Ramírez ve diğerleri, 2015; Guo ve diğerleri, 2019; Carpenter ve Smuk, 2021).

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1r} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{c1} & x_{c2} & \dots & x_{cr} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 2. İdeal değerlere göre farkın belirlenmesi (IFB): Bu aşamada, karar matrisi oluşturulduktan sonra kriter değerlerinin referans değerlerden farkı hesaplanır. Farkın bulunması, matrisin satırlarında yer alan kriter değerlerine ait Tablo 2'de gösterilen ideal değerlerden farkının hesaplanması esasına dayanmaktadır. Burada farkın belirlenmesinde kriterin yönünün maksimum olması istenmesi durumunda Eşitlik 2, kriterin yönünün minimum olması istenmesi durumunda ise Eşitlik 3 kullanılarak F_{ij} matrisi oluşturulur. Ortaya çıkan yeni matris Eşitlik 4'teki matristir. Eşitlik 2 ve 3'te kullanılan X_{ij} ifadesi kriter değerlerini, \bar{X}_j ifadesi ise kriter değerlerinin ortalamasını göstermektedir. Bu çalışma özelinde ideal değerler olarak kriter değerlerinin ortalamaları alınmıştır. Ancak kritere ilişkin literatürde ideal bir değer varsa bu değer de ideal değer olarak alınabilir. Bu durumda \bar{X}_j ifadesi X_j ifadesine dönüşür.

$$X_{ij} - \bar{X}_j \quad (2)$$

$$\bar{X}_j - X_{ij} \quad (3)$$

$$F_{ij} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1r} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{c1} & f_{c2} & \dots & f_{cr} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Adım 3. Matrisin normalize edilmesi (MN): Bu aşamada, matrisin satırlarında yer alan her bir F_{ij} değeri ($f_{11}, f_{12}, f_{13}, \dots, f_{1r}$), ait olduğu satırların ortalamasından (\bar{F}_j) farkı hesaplanır. Elde edilen değerler, her bir fark değerinin karesi alınarak toplandıktan sonra bu toplamlarının kareköküne bölünür. Bu işlemle birlikte normalizasyon işlemi yapılmış olur. Normalizasyon değerinin hesaplanması Eşitlik 5'te, normalizasyon işlemi sonucunda ortaya çıkan matris Eşitlik (6)'da gösterilmiştir.

$$S_{ij} = \frac{F_{ij} - \bar{F}_j}{\sqrt{\sum_{i=1}^k (F_{ij} - \bar{F}_j)^2}} \quad (i = 1, \dots, k \text{ ve } j = 1, \dots, n) \quad (5)$$

Eşitlik 5'teki işlemde sonra normalize edilmiş değerler matrisi oluşturulur (Eşitlik 6).

$$S_{ij} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1r} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{c1} & s_{c2} & \dots & s_{cr} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Adım 4. Minimum negatif değerlerin mutlak değerinin alınması (MNM): Her bir satırda yer alan kriter değerleri içindeki minimum değerler, Eşitlik 7 ve 8 yardımıyla hesaplanır. Bulunan minimum değerlerin mutlak değeri Eşitlik 9 ile alındıktan sonra ortaya çıkan pozitif değer her bir satırda yer alan kriter değerlerinin her birine ilave edilerek Eşitlik 10'daki matris elde edilir. Her bir satıra ait elde edilen x_j^+ değeri her bir satırdaki s_{ij} değerleriyle toplanarak p_{ij} değerleri elde edilir. Bu işlemle birlikte her satırdaki kriter değerleri içinde en küçük negatif değer sıfıra, diğer bütün negatif değerler ise pozitif dönüşmüş olur. Bu işlemle, sonraki aşamalarda kriter değerlerinin sıfır ve üzerinde olması, endeks değerlerinin eksiden kurtarılması ve pozitif yönlü olması sağlanır.

$$X_j^- = \{ \min_i s_{ij} \} \quad (7)$$

olmak üzere;

$$X_j^- = \{ s_{11}^-, s_{12}^-, s_{13}^-, \dots, s_{1n}^- \} \quad (8)$$

her bir satıra ait minimum değerlerdir.

$$X_j^+ = \{ |s_{11}^-, s_{12}^-, s_{13}^-, \dots, s_{1n}^-| \} \quad (9)$$

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} s_{11} + x^+ & s_{12} + x^+ & \dots & s_{1r} + x^+ \\ s_{21} + x^+ & s_{22} + x^+ & \dots & s_{2r} + x^+ \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{c1} + x^+ & s_{c2} + x^+ & \dots & s_{cr} + x^+ \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1r} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{c1} & p_{c2} & \dots & p_{cr} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Adım 5. Minimum olması istenen değerlerin tersine çevrilmesi (MDT): Bazı kriter ideal değerlerinin literatürde düşük olmasının istenmesinden dolayı bu kriterlerin olduğu satırlardaki kriter değerleri aynı satır içerisinde ters eşleştirmesi yapılır. Diğer bir deyişle, düşük olan değer yüksek, yüksek olan değer ise düşük olur. Eşitlik 11 ile düşük olması istenen kriter değerleri genel olarak büyükten küçüğe doğru, yüksek olanlar ise küçükten büyüğe doğru sıralanarak mutlak eşleştirme sağlanır. Örnek vermek gerekirse; mevcut durumda alternatifler/faktörler K kriteri açısından değerlendirilip Eşitlik 11 uygulandığında yeni durumda Tablo 3'teki gibi kriter değerleri elde edilmiş olur.

Tablo 3. Örnek uygulama

	Mevcut Durum				Yeni Durum			
Kriter	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
K	1	2	3	4	4	3	2	1

$$\min_i p_{ij} \Leftrightarrow \max_i p_{ij} \quad (11)$$

Bu aşamada karar kriterleri, ağırlıklandırılacaksa mutlak eşleştirme sağlandıktan sonra p_{ij} değerleri ağırlık katsayıları (k_{ij}) ile çarpılarak Eşitlik 12'deki ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilir. Burada k_{ij} toplamları 1'e eşit olması gerekir. Yani, $\sum_{i=1}^n k_{ij} = 1$ 'dir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} k_1 x p_{11} & k_1 x p_{12} & \dots & k_1 x p_{1r} \\ k_2 x p_{21} & k_2 x p_{22} & \dots & k_2 x p_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_n x p_{c1} & k_n x p_{c2} & \dots & k_n x p_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1r} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{c1} & a_{c2} & \dots & a_{cr} \end{bmatrix} \quad (12)$$

Adım 6. Endeks referans değerlerinin belirlenmesi (ER): Her bir satırda yer alan kriter değerlerinden maksimum olanı, o satırdaki kriterin endeks referans değeri (R_d) olarak belirlenir. Bu işlem Eşitlik 13 ve 14 yardımıyla yapılmaktadır.

$$R_d = \{\max_i p_{ij}\} \quad (13)$$

$$R_d = \{p_{11}, p_{12}, p_{13}, \dots, p_{1n}\} \text{ her bir satıra ait maksimum değerlerdir.} \quad (14)$$

Adım 7. BE puanlarının hesaplanması (BE): Her bir satırda yer alan kriter değerlerinden maksimum olanı endeks referans değeri olarak belirlendikten sonra söz konusu endeks referans değerleri toplanarak genel endeks puanı bulunur. Beşinci adımın sonunda, her bir faktörün her bir satırda yer alan kriter değerleri toplanarak o alternatifin toplam puanı hesaplanır. Her bir alternatifin toplam puanı genel endeks puanına oranlanıp 100 ile çarpılması sonucu her bir alternatifin endeks puanı hesaplanmış olur. Burada, Eşitlik 15 endeks referans değerlerinin toplamından oluşan genel endeks puanını (\hat{I}), Eşitlik 16 alternatiflerin kriter değerlerinin toplamından oluşan alternatifin toplam puanını (O), Eşitlik 17 ise alternatif toplam puanının endeks referans değerlerinin toplamına bölünerek 100 ile çarpılması sonucu elde edilen "Bulut Endeksi (BE)" puanını göstermektedir. Burada, "Bulut" ismi, endeksi geliştiren kişinin adından gelmektedir. Elde edilen bu puanlar Seviye 1 BE puanlarını göstermekte olup araştırmacının amacına ve tasarıma bağlı olarak seviye 2 ve seviye 3'te de analiz yapılabilir.

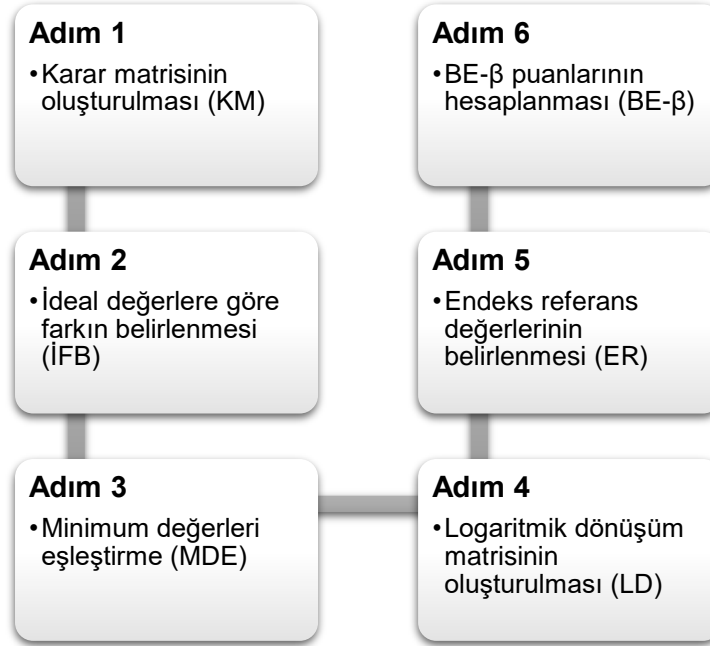
$$\hat{I} = \sum R_{di} \quad (15)$$

$$O = \sum_{i=1}^n P_{ij} \quad (16)$$

$$BE = \frac{O}{\hat{I}} \times 100 \quad (17)$$

2.2. Önerilen BE-β Yöntemi

BE-β uygulama adımları 6 adımda tamamlanmaktadır. Şekil 2'de BE-β uygulama adımlarını gösterir akış diyagramı Şekil 2'de verilmiştir. Ardından ise BE-β uygulama adımları açıklanmıştır.



Şekil 2. BE-β akış diyagramı

Adım 1. Karar matrisinin oluşturulması (KM): Eşitlik 18'de oluşturulan karar matrisi $c \times r$ boyutlu bir matris olup bu matrisin satırlarında kriterlere, sütunlarında ise faktörlere, diğer bir ifadeyle alternatiflere yer verilmiştir. Eşitlik 18'de, $i = 1, \dots, c; j = 1, \dots, r$ ve $X_{ij} \in \mathfrak{R}$. BE yönteminde olduğu gibi karar matrisinde kriterlerin değerlerinde eksik veri varsa bu durumda veri setinin yapısı dikkate alınarak eksik gözlemlere atama yapılabilir. Bu amaçla istatistiksel yöntemler ve makine öğrenme yöntemleri kullanılabilir (Schafer ve Olsen, 1998; Lakshminarayan ve diğerleri, 1999; Collins ve diğerleri, 2001; Sinharay ve diğerleri, 2001; Graham, 2009; Dong ve Peng, 2013; Kang, 2013; Rahman ve Islam, 2013; Silva-Ramírez ve diğerleri, 2015; Guo ve diğerleri, 2019; Carpenter ve Smuk, 2021).

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1r} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{c1} & x_{c2} & \dots & x_{cr} \end{bmatrix} \quad (18)$$

Adım 2. İdeal değerlere göre farkın belirlenmesi (İFB): Birinci adımda karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir kriterin değer kümesindeki kriter değerlerinin ideal değerlerden farkının mutlak değeri hesaplanır. Bu adımda, karar matrisi oluşturulduktan sonra, karar kriterlerine ait ideal değerler belirlenir. Sürekli, kesikli olabilen ideal değerlere ilişkin olarak literatürde karar kriteri için belirlenmiş olan bir değer varsa literatürdeki değer kullanılabilir. Eğer yoksa ortalamalar, maksimum ve minimum değerler araştırmanın amacına ve tasarımına bağlı olarak ideal değer olarak alınabilir. Eşitlik 19'da L_j , literatürde her bir kriterle ilişkin ideal değer kümesini göstermektedir.

$$L_j = \{l_1, l_2, l_3, \dots, l_n\} \quad (19)$$

Literatürdeki ideal değerlerin kriter değer kümesiyle olan ilişkisini gösteren matris Eşitlik 20'de verilmiştir.

$$L_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1r} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{c1} & x_{c2} & \dots & x_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \dots \\ l_c \end{bmatrix} \quad (20)$$

Literatürde kriterle ait ideal bir değer yoksa ideal değeri olmayan her bir kriter için kriter değerleri kümesinin aritmetik ortalaması hesaplanabilir. Eşitlik 21'de, \bar{X}_j , her bir kriterle ilişkin ideal değer kümesini göstermektedir.

$$\bar{X}_j = \{\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \dots, \bar{x}_n\} \quad (21)$$

Aritmetik ortalama hesaplanarak belirlenen ideal değerlerin kriter değer kümesiyle olan ilişkisini gösteren matris Eşitlik 22'de gösterilmiştir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1r} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{c1} & x_{c2} & \dots & x_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \dots \\ \bar{x}_c \end{bmatrix} \quad (22)$$

İdeal değerden farkın hesaplanması, matrisin satırlarında yer alan her bir kriter değer kümesine ait değerlerden her bir kriterin ideal değerinin çıkarılması esasına dayanmaktadır. Bu işlem, Eşitlik 23 yardımıyla hesaplanmaktadır. Bu işlemle birlikte, sonraki aşamalarda kriter değerlerinin sıfır ve üzerinde olması sağlanarak endeks değerlerinin pozitif yönlü olması ve değerlendirilmesi sağlanır.

$$F_{ij} = \begin{cases} |x_{ij} - \bar{x}_j| \\ |x_{ij} - l_j| \end{cases} \quad (23)$$

Eşitlik 23'ün uygulanmasından sonra elde edilen yeni matris Eşitlik 24'teki matristir. Bu işlem, her bir kriterin ideal değeri dikkate alınarak her bir kriterin değer kümesindeki her bir elemanın ideal değerlere göre ne kadarlık bir sapma oluşturduğunu ortaya koymak amacıyla yapılmaktadır.

$$F_{ij} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1r} \\ f_{21} & f_{22} & \dots & f_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{c1} & f_{c2} & \dots & f_{cr} \end{bmatrix} \quad (24)$$

Adım 3. Minimum değerleri eşleştirme (MDE): F_{ij} matrisinde kriter yönü maksimum olan kriterlerin değerleri Eşitlik 27'deki M_{ij} matrisinde korunur. Ancak kriterin negatif yönlü ve kriter değerinin minimum olması isteniyorsa kriterlere ait ideal değerlerin literatürde veya konu alanında minimum olması istenirse kriterlerin olduğu satırlardaki değerlerin mutlak değeri hesaplanır. Daha sonra, her bir kriter kümesi içinden maksimum kriter değeri belirlenir ve bulunan bu değer, mutlak değeri alınan kriter değer kümesi elemanlarının her birinden farkı alınarak elde edilen sonucun tekrar mutlak değeri hesaplanır. Bahsedilen bu işlemlerde Eşitlik 25 ve 26, Eşitlik 27'deki matriste işleme alınarak M_{ij} matrisi elde edilir.

$$Y_j^- = \{ \max_i f_{ij} \} \quad (25)$$

olmak üzere,

$$Y_j^- = \{ f_1^-, f_2^-, f_3^-, \dots, f_r^- \} \quad (26)$$

her bir satırdaki karar kriterlerine ait maksimum değerler kümesidir.

$$M_{ij} = \begin{bmatrix} y_1 - f_{11} & y_1 - f_{12} & \dots & y_1 - f_{1r} \\ y_2 - f_{21} & y_2 - f_{22} & \dots & y_2 - f_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_c - f_{c1} & y_c - f_{c2} & \dots & y_c - f_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1r} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{c1} & m_{c2} & \dots & m_{cr} \end{bmatrix} \quad (27)$$

Adım 4. Logaritmik dönüşüm matrisinin oluşturulması (LD): Bu adımda, M_{ij} matrisinin satırlarında yer alan her bir kriterin değer kümesindeki elemanların her biri +1 tamsayı değeri ile toplanır. Bu işlem yapıldıktan sonra, matrisinin satırlarında yer alan her bir kriter değer kümesindeki elemanların her birinin doğal logaritma (\ln)'sı hesaplanarak Q_{ij} matrisi elde edilir. Burada, $\ln(x) = \log(x)$ olmak üzere, $\ln(0) = \text{Tanımsız}$ ve $\ln(1) = 0$ olduğu için M_{ij} matris değerlerine +1 tamsayı değeri ilave edilmiştir. Bu sayede işleme alınan kriter değerlerinin doğal logaritması hesaplanarak elde edilen Q_{ij} matris değerlerinin 0'ın üzerinde değerlendirilmesi sağlanmıştır. Bahsedilen bu işlemlere Eşitlik 28 uygulanarak Eşitlik 29'daki matris elde edilmiştir.

$$Q_{ij} = \ln(m_{ij} + 1) \quad (28)$$

$$M_{ij} = \begin{bmatrix} \ln(m_{11} + 1) & \ln(m_{12} + 1) & \dots & \ln(m_{1r} + 1) \\ \ln(m_{21} + 1) & \ln(m_{22} + 1) & \dots & \ln(m_{2r} + 1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \ln(m_{c1} + 1) & \ln(m_{c2} + 1) & \dots & \ln(m_{cr} + 1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & \dots & q_{1r} \\ q_{21} & q_{22} & \dots & q_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ q_{c1} & q_{c2} & \dots & q_{cr} \end{bmatrix} \quad (29)$$

Bu aşamada, doğal logaritmayla dönüştürülmüş Q_{ij} matrisi elde edildikten sonra, karar kriterleri ağırlıklandırılacaksa belirlenmiş ağırlık katsayıları (w_{ij}) ile çarpılarak Eşitlik 30'daki ağırlıklandırılmış karar matrisi (A_{ij}) elde edilir. W , ağırlık katsayısı olarak belirlenmiştir. $W \in \mathfrak{R}$ ve $\sum_{i=1}^n w_i = 1$. Burada, $W = \{w_1, w_2, w_3, \dots, w_n\}$ kriterlerin ağırlık katsayıları kümesini göstermektedir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 x q_{11} & w_1 x q_{12} & \dots & w_1 x q_{1r} \\ w_2 x q_{21} & w_2 x q_{22} & \dots & w_2 x q_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n x q_{c1} & w_n x q_{c2} & \dots & w_n x q_{cr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1r} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2r} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{c1} & a_{c2} & \dots & a_{cr} \end{bmatrix} \quad (30)$$

Adım 5. Endeks referans değerlerinin belirlenmesi (ER): Her bir kriter değer kümesi içinde yer alan değerlerden maksimum olanı, o kritere ait endeks referans değeri (R_r) olarak belirlenir. Bu işlem Eşitlik 31 ve 32 yardımıyla hesaplanır.

$$R_r = \{ \max_i a_{ij} \} \quad (31)$$

olmak üzere,

$$R_{ri} = \{ a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1n} \} \quad (32)$$

matrisin satırlarında yer alan kriterlere ait maksimum değerler kümesini göstermektedir.

Bu durumda, karar kriter sayısı kadar endeks referans değeri elde edilmiş olur. Kriter sayısı C_n olmak üzere, $C_n \times 1$ boyutunda endeks referans değerleri matrisi ortaya çıkar. Elde edilen bu matriste, her bir kritere ait maksimum değerler yer alır. $A_{ci} = \{ a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{cr} \}$ matrisin sütunlarında yer alan alternatiflere ait kriter değerleri kümesindeki elemanları göstermektedir.

Adım 6. BE- β puanlarının hesaplanması (BE- β): Adım 5'te matrisin her bir satırındaki kriter değerleri kümesi içinde maksimum olan kriter değeri endeks referans değeri olarak belirlendikten sonra, bu adımda her bir kritere ait endeks referans değerleri toplanarak endeks referans skoru (b_{ri}) hesaplanır.

Ağırlıklandırılmış karar matrisinin oluşturulduğu 5. adımın sonunda, her bir alternatifin kriter değerleri toplanarak her bir alternatifin sınıf içi skoru (t_{ci}) hesaplanır. Burada, sınıf içi skorun hesaplanması, endeks referans skorunun belirlenmesi işleminden bağımsız olarak yapılır.

Burada, Eşitlik 33, endeks referans skoru (b_{ri})'nu, Eşitlik 34, her bir alternatifin sınıf içi skoru (t_{ci})'nu göstermektedir. Eşitlik 35 ise Bulut Endeks-Beta ($BE - \beta$) skorunu göstermektedir. Elde edilen bu skorlar alternatiflerin seviye 1 $BE - \beta$ skorlarını göstermektedir. Araştırmanın amacına ve tasarıma bağlı olarak BE yönteminde olduğu gibi seviye 2 ve seviye 3'te de analiz yapılabilir.

$$b_{ri} = \sum_{i=1}^n R_{ri} \quad (33)$$

$$t_{ci} = \sum_{i=1}^n A_{ci} \quad (34)$$

$0 \leq BE - \beta \leq 100$ olmak üzere;

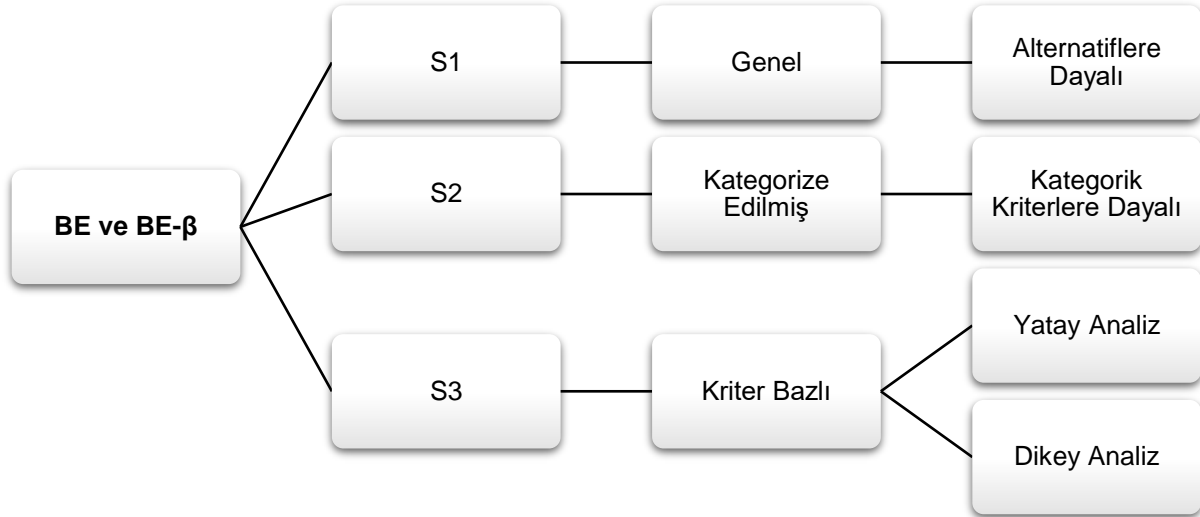
$$BE - \beta = \frac{t_{ci}}{b_{ri}} \times 100 \quad (35)$$

her bir alternatifin $BE - \beta$ puanını göstermektedir.

2.3. Yöntemlerin Ortak ve Farklılık Gösteren Özellikleri

Geliştirilen endeksler, şu ana kadar finansal karar verme problemlerinin çözümünde kullanılsa da diğer ÇKKV problemlerinin çözümünde de sektör ayrımı olmaksızın rahatlıkla kullanılabilir.

Araştırmanın tasarımına ve amacına bağlı olarak BE ve BE- β yöntemlerinde analiz seviyeleri değişiklik gösterebilmektedir. Endeksler, eş zamanlı olarak farklı seviyelerdeki analizlere olanak tanıdığı için farklı seviyelerde sonuçlar üretilerek derinlemesine analiz yapılabilir. Her iki yöntemde de analiz seviye 1'de tamamlanacağı gibi 1. ve 2. seviyelerde de tamamlanabilir. Ya da her 3 seviyede analiz yapılabilir ve böylece uçtan uca ayrıntılı analiz yapılarak derin iç görüler elde edilebilir. Her iki yöntemde de 2. ve 3. seviyelerde 1. seviyede üretilen tablo verileri (matrisleri) kullanılmaktadır. Bu anlamda 2. ve 3. seviye 1. aşama verilerine bağımlıdır. Endeks yapısı itibarıyla dinamik bir özellik gösterdiğinden kendini kriter değerleri içerisinde en iyi olan (optimal) referans değerlerine göre güncellemektedir. Bahsedilen bu yönleriyle endekslerin literatüre önemli bir katkı sunması beklenmektedir. Endeksler ile karar vericiye, seviye (S) 1, 2 ve 3 olmak üzere 3 farklı seviyede eş zamanlı olarak statik ve dinamik çıktı üretme olanağı tanınır. BE yönteminde 5. adım, BE- β yönteminde ise 4. adımdan sonra S2 ve S3 olmak üzere diğer seviyelerdeki analizlerde eş zamanlı çıktı üretilmektedir. Bu noktada, yapılması gereken şey, araştırmaya konu kriterlerin ve gerekliyse bu kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesidir. Her iki endekste Şekil 3'te görüleceği üzere karar vericiye, seviye 1, 2 ve 3 olmak üzere 3 farklı seviyede eş zamanlı olarak statik ve dinamik çıktı üretme olanağı tanınır.



Şekil 3. Çıktı üretme seviyeleri

BE yönteminde Şekil 3'te seviye 2'ye ilişkin kategorize edilmiş BE skorlarının hesaplanmasında sırasıyla şöyle bir yol izlenir; 5. adımda kategorize edilmiş kriterlerin değerleri, 6. adımda elde edilen kategorize edilmiş kriterlerin endeks referans değerlerine oranlanır. Elde edilen bu değerler, 100 ile çarpılarak kategorize edilmiş BE (KBE) puanları hesaplanmış olur. Şekil 1'de, seviye 3'te her bir kriter bazında üretilen BE sonuçları ile hem alternatifler arasında hem de kriterler bazında her bir alternatifin kendi içerisinde değerlendirilmesine olanak sağlanır. Bu seviyede, kriter bazlı BE skorlarının hesaplanmasında şöyle bir yol izlenir: BE'nin 5. adımında her bir kriter değer kümesinin değerleri, BE'nin 6. adımında her bir kritere ilişkin elde edilen endeks referans değerlerine oranlanıp 100 ile çarpılır ve kriter bazında BE skorları hesaplanmış olur. Böylece, kriter bazlı olarak hem yatay hem de dikey analiz sonuçları elde edilir. Yatay analizde (YA), endeks referans değerlerine kıyasla matrisin solundan sağına doğru gidildikçe kriter bazında hangi alternatifin en iyi olduğu görülür. Dikey analizde (DA) ise endeks referans değerlerine kıyasla matriste yukarıdan aşağıya gidildikçe her bir alternatifin en iyi olduğu kriter belirlenir.

Şekil 1'e göre BE-β yönteminde ise kategorize edilmiş BE-β skorlarının hesaplanmasında sırasıyla şöyle bir yol izlenir: 4. adımda kategorize edilmiş kriterlerin değerleri, 5. adımda elde edilen kategorize edilmiş kriterlerin endeks referans değerlerine oranlanır. Elde edilen bu değerler, 100 ile çarpılarak kategorize edilmiş BE-β (KBE-β) skorları hesaplanmış olur. Diğer seviye işlemleri BE yönteminde olduğu gibidir. BE-β yönteminde BE yönteminden farklı olarak kriter değerleri doğal logaritmayla normalize edilmiştir.

2.4. İstatistiksel Testler

İki sıralamanın sırasının doğruluğunun istatistiksel olarak karşılaştırılmasında en yaygın kullanılan yaklaşımlardan ikisi, Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonlarıdır (Salabun ve Urbaniak, 2020). Spearman sıra korelasyon katsayısı, bir değişkenin diğer değişken tarafından açıklanan sıra varyansının yüzdesi olarak ifade edilmektedir (Spearman, 1987; Baydaş ve Elma, 2021). Kendall'in Tau korelasyon katsayısı ise iki sıralama grubu arasındaki uyum derecesini göstermektedir (Long ve Cliff, 1997).

Sıra korelasyon yöntemlerinin birkaç ortak özelliği vardır. Sıfır korelasyon katsayısı, değişkenler arasında "ilişki yok" anlamına gelir ve +1.0 veya -1.0 değeri sırasıyla "mükemmel uyum" veya "mükemmel ters uyum" anlamına gelir (Forthofer ve Lehnen, 1981). Spearman veya Kendall korelasyon katsayılarının yüksek olması, iki değişken arasında monotonik bir ilişki olduğunu gösterir (Puth ve diğerleri, 2015).

BE ve BE-Beta yöntemlerinin sıralamalarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olup olmadığını ortaya koymak için Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları kullanılmıştır. Spearman sıra korelasyonu Eşitlik 36'da verilmiştir (Taylor, 1987; Salabun ve Urbaniak, 2020). Eşitlikte d_i , eşleştirilmiş sıralamalardaki farkı, n ise sıralamadaki elemanların sayısını göstermektedir.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)} \quad (36)$$

Kendall Tau korelasyonu ise Eşitlik 37'de sunulmuştur (Kendall, 1938; Cartwright, 1957; Hamed, 2011; Puth ve diğerleri, 2015; Shekhovtsov, 2021). Burada P , uyumlu çiftlerinin sayısını, Q uyumsuz çiftlerin sayısını, N ise eleman çiftlerinin sayısını göstermektedir.

$$\tau = 2 \times \frac{P-Q}{N(N-1)} \quad (37)$$

Çalışma kapsamında Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları için belirlenen yokluk hipotezi şöyledir: H_0 : BE ve BE- β skorları arasında monotonik bir ilişki yoktur. Burada Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonlarına ait H_0 hipotezi ayrı ayrı test edilmiştir.

3. BULGULAR

Bu kısımda teorik çerçeve bölümünde anlatılan BE ve BE- β yöntemlerinin adım adım uygulama bulgularına yer verilmiştir. İlk olarak her iki yöntemde ortak olan karar matrisi (KM) Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. BE ve BE- β yöntemlerinde karar matrisi (KM)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	2,06	2,02	1,98	2,10	2,23	2,25	2,58	2,34	2,36	2,05	2,01	1,99	1,83	2,03
C ₂	1,49	1,50	1,44	1,54	1,66	1,59	1,92	1,66	1,73	1,44	1,43	1,41	1,21	1,37
C ₃	0,49	0,46	0,49	0,45	0,43	0,47	0,45	0,51	0,49	0,49	0,50	0,53	0,55	0,51
C ₄	0,98	0,86	0,97	0,81	0,77	0,87	0,83	1,03	0,95	0,98	1,00	1,15	1,20	1,06
C ₅	0,34	0,33	0,34	0,31	0,30	0,29	0,26	0,25	0,25	0,30	0,30	0,32	0,35	0,32
C ₆	0,30	0,25	0,31	0,24	0,23	0,34	0,36	0,53	0,45	0,39	0,40	0,46	0,44	0,40
C ₇	0,60	0,73	0,68	0,77	0,75	0,77	0,75	0,82	0,83	0,79	0,78	0,68	0,66	0,68
C ₈	0,45	0,50	0,51	0,50	0,47	0,50	0,46	0,56	0,54	0,55	0,56	0,53	0,55	0,52
C ₉	3,71	3,81	3,33	3,62	3,42	3,28	3,38	2,57	2,74	2,58	2,68	2,72	2,32	2,49
C ₁₀	3,10	3,16	3,12	3,11	2,72	2,71	2,23	2,16	2,08	2,49	2,59	2,69	2,92	2,79
C ₁₁	2,22	1,97	2,01	1,92	1,79	1,80	1,65	1,47	1,39	1,54	1,58	1,83	1,87	1,89
C ₁₂	1,12	1,06	1,02	1,07	1,01	0,96	0,90	0,72	0,72	0,78	0,79	0,85	0,85	0,92
C ₁₃	0,04	0,07	0,09	0,09	0,09	0,03	0,04	0,05	0,07	0,11	0,14	0,15	0,16	0,21
C ₁₄	0,36	0,39	0,42	0,41	0,41	0,37	0,36	0,39	0,39	0,40	0,41	0,41	0,40	0,43
C ₁₅	0,12	0,14	0,17	0,19	0,19	0,21	0,22	0,33	0,35	0,35	0,37	0,27	0,26	0,28

BE yönteminin 2. aşamasında ideal değerlere göre farkın hesaplanması sonucu oluşturulan İFB matrisi Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. BE yönteminde ideal değerlere göre fark matrisi (İFB)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	-0,07	-0,11	-0,15	-0,03	0,10	0,12	0,45	0,21	0,23	-0,08	-0,12	-0,14	-0,30	-0,10
C ₂	-0,04	-0,03	-0,09	0,02	0,13	0,07	0,39	0,13	0,20	-0,09	-0,09	-0,12	-0,32	-0,16
C ₃	-0,01	0,03	0,00	0,04	0,05	0,02	0,04	-0,02	0,00	-0,01	-0,01	-0,05	-0,06	-0,03
C ₄	-0,02	0,10	-0,01	0,15	0,19	0,09	0,13	-0,07	0,02	-0,02	-0,04	-0,19	-0,24	-0,10
C ₅	-0,04	-0,02	-0,03	-0,01	0,00	0,02	0,05	0,05	0,05	0,01	0,00	-0,02	-0,04	-0,01
C ₆	0,06	0,12	0,06	0,12	0,13	0,03	0,01	-0,16	-0,09	-0,03	-0,03	-0,10	-0,07	-0,04
C ₇	0,14	0,01	0,05	-0,04	-0,02	-0,04	-0,01	-0,08	-0,09	-0,05	-0,05	0,06	0,07	0,05
C ₈	0,06	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,06	-0,04	-0,02	-0,04	-0,05	-0,02	-0,04	0,00
C ₉	0,67	0,76	0,28	0,58	0,38	0,23	0,33	-0,48	-0,31	-0,46	-0,37	-0,33	-0,73	-0,55
C ₁₀	0,40	0,45	0,41	0,40	0,02	0,01	-0,48	-0,54	-0,63	-0,21	-0,12	-0,01	0,21	0,09
C ₁₁	0,44	0,18	0,23	0,14	0,00	0,02	-0,14	-0,31	-0,39	-0,24	-0,20	0,05	0,09	0,11
C ₁₂	0,21	0,15	0,11	0,15	0,10	0,05	-0,01	-0,19	-0,20	-0,13	-0,12	-0,06	-0,06	0,01
C ₁₃	-0,06	-0,03	-0,01	-0,01	-0,01	-0,06	-0,05	-0,05	-0,03	0,02	0,05	0,06	0,06	0,11
C ₁₄	-0,04	-0,01	0,02	0,02	0,02	-0,03	-0,03	0,00	-0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03
C ₁₅	-0,13	-0,11	-0,08	-0,06	-0,06	-0,04	-0,02	0,08	0,10	0,10	0,13	0,02	0,02	0,04

BE- β yönteminin 2. aşamasında ideal değerlere göre farkın hesaplanması sonucu oluşturulan İFB matrisi ise Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. BE-β yönteminde ideal değerlere göre fark matrisi (İFB)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	0,07	0,11	0,15	0,03	0,10	0,12	0,45	0,21	0,23	0,08	0,12	0,14	0,30	0,10
C ₂	0,04	0,03	0,09	0,02	0,13	0,07	0,39	0,13	0,20	0,09	0,09	0,12	0,32	0,16
C ₃	0,01	0,03	0,00	0,04	0,05	0,02	0,04	0,02	0,00	0,01	0,01	0,05	0,06	0,03
C ₄	0,02	0,10	0,01	0,15	0,19	0,09	0,13	0,07	0,02	0,02	0,04	0,19	0,24	0,10
C ₅	0,04	0,02	0,03	0,01	0,00	0,02	0,05	0,05	0,05	0,01	0,00	0,02	0,04	0,01
C ₆	0,06	0,12	0,06	0,12	0,13	0,03	0,01	0,16	0,09	0,03	0,03	0,10	0,07	0,04
C ₇	0,14	0,01	0,05	0,04	0,02	0,04	0,01	0,08	0,09	0,05	0,05	0,06	0,07	0,05
C ₈	0,06	0,01	0,01	0,01	0,05	0,01	0,06	0,04	0,02	0,04	0,05	0,02	0,04	0,00
C ₉	0,67	0,76	0,28	0,58	0,38	0,23	0,33	0,48	0,31	0,46	0,37	0,33	0,73	0,55
C ₁₀	0,40	0,45	0,41	0,40	0,02	0,01	0,48	0,54	0,63	0,21	0,12	0,01	0,21	0,09
C ₁₁	0,44	0,18	0,23	0,14	0,00	0,02	0,14	0,31	0,39	0,24	0,20	0,05	0,09	0,11
C ₁₂	0,21	0,15	0,11	0,15	0,10	0,05	0,01	0,19	0,20	0,13	0,12	0,06	0,06	0,01
C ₁₃	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,05	0,06	0,06	0,11
C ₁₄	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03
C ₁₅	0,13	0,11	0,08	0,06	0,06	0,04	0,02	0,08	0,10	0,10	0,13	0,02	0,02	0,04

BE yönteminin 3. aşamasında oluşturulan normalize edilmiş MN matrisi Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. BE yönteminde normalize edilmiş matris (MN)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	-0,36	-0,56	-0,78	-0,17	0,50	0,59	2,30	1,06	1,16	-0,40	-0,62	-0,72	-1,51	-0,49
C ₂	-0,22	-0,15	-0,49	0,09	0,74	0,37	2,23	0,73	1,15	-0,51	-0,54	-0,66	-1,84	-0,89
C ₃	-0,20	0,80	-0,11	1,26	1,64	0,67	1,09	-0,62	0,06	-0,21	-0,38	-1,43	-1,77	-0,80
C ₄	-0,14	0,81	-0,05	1,21	1,52	0,69	1,06	-0,57	0,12	-0,15	-0,33	-1,49	-1,91	-0,78
C ₅	-1,17	-0,77	-0,98	-0,27	0,05	0,57	1,46	1,67	1,54	0,19	0,02	-0,49	-1,38	-0,45
C ₆	0,68	1,30	0,63	1,35	1,45	0,28	0,06	-1,80	-0,98	-0,29	-0,35	-1,10	-0,79	-0,45
C ₇	2,08	0,10	0,79	-0,55	-0,24	-0,56	-0,21	-1,29	-1,39	-0,78	-0,71	0,84	1,13	0,78
C ₈	1,71	0,35	0,22	0,35	1,24	0,29	1,56	-1,08	-0,64	-1,06	-1,26	-0,55	-1,06	-0,07
C ₉	1,31	1,50	0,55	1,14	0,74	0,45	0,66	-0,95	-0,61	-0,91	-0,72	-0,64	-1,43	-1,09
C ₁₀	1,09	1,25	1,13	1,10	0,04	0,02	-1,31	-1,49	-1,72	-0,59	-0,33	-0,03	0,59	0,24
C ₁₁	1,92	0,80	1,00	0,62	0,02	0,09	-0,59	-1,36	-1,69	-1,03	-0,87	0,22	0,37	0,49
C ₁₂	1,59	1,10	0,83	1,15	0,74	0,38	-0,08	-1,43	-1,48	-1,00	-0,92	-0,45	-0,49	0,05
C ₁₃	-1,08	-0,55	-0,11	-0,17	-0,11	-1,15	-0,97	-0,92	-0,53	0,31	0,87	1,04	1,20	2,17
C ₁₄	-1,88	-0,43	0,92	0,73	0,85	-1,32	-1,51	-0,09	-0,26	-0,03	0,60	0,69	0,24	1,49
C ₁₅	-1,57	-1,28	-0,96	-0,71	-0,67	-0,48	-0,27	0,98	1,24	1,23	1,55	0,30	0,21	0,44

BE-β yönteminin 3. aşamasında oluşturulan eşleştirilmiş minimum değerleri gösteren MDE matrisi Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. BE- β yönteminde eşleştirilmiş minimum değerler matrisi (MDE)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	0,07	0,11	0,15	0,03	0,10	0,12	0,45	0,21	0,23	0,08	0,12	0,14	0,30	0,10
C ₂	0,04	0,03	0,09	0,02	0,13	0,07	0,39	0,13	0,20	0,09	0,09	0,12	0,32	0,16
C ₃	0,05	0,03	0,05	0,02	0,00	0,04	0,02	0,04	0,06	0,05	0,05	0,01	0,00	0,03
C ₄	0,22	0,14	0,24	0,09	0,05	0,15	0,11	0,17	0,23	0,22	0,20	0,05	0,00	0,14
C ₅	0,02	0,03	0,02	0,05	0,05	0,04	0,01	0,00	0,00	0,05	0,05	0,04	0,01	0,04
C ₆	0,10	0,05	0,11	0,04	0,03	0,14	0,16	0,00	0,07	0,14	0,13	0,06	0,09	0,12
C ₇	0,00	0,13	0,08	0,10	0,12	0,10	0,12	0,05	0,05	0,09	0,09	0,08	0,06	0,09
C ₈	0,00	0,05	0,06	0,05	0,02	0,05	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,06
C ₉	0,67	0,76	0,28	0,58	0,38	0,23	0,33	0,48	0,31	0,46	0,37	0,33	0,73	0,55
C ₁₀	0,40	0,45	0,41	0,40	0,02	0,01	0,48	0,54	0,63	0,21	0,12	0,01	0,21	0,09
C ₁₁	0,44	0,18	0,23	0,14	0,00	0,02	0,14	0,31	0,39	0,24	0,20	0,05	0,09	0,11
C ₁₂	0,21	0,15	0,11	0,15	0,10	0,05	0,01	0,19	0,20	0,13	0,12	0,06	0,06	0,01
C ₁₃	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,05	0,06	0,06	0,11
C ₁₄	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03
C ₁₅	0,13	0,11	0,08	0,06	0,06	0,04	0,02	0,08	0,10	0,10	0,13	0,02	0,02	0,04

BE yönteminin 4. aşamasında minimum negatif değerlerin mutlak değerinin alınması sonucunda oluşturulan MNM matrisi Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. BE yönteminde minimum negatif değerlerin mutlak değer matrisi (MNM)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	1,16	0,95	0,74	1,35	2,02	2,10	3,81	2,58	2,67	1,11	0,89	0,80	0,00	1,03
C ₂	1,62	1,69	1,36	1,93	2,58	2,22	4,07	2,57	2,99	1,33	1,30	1,18	0,00	0,95
C ₃	1,57	2,57	1,66	3,03	3,41	2,44	2,86	1,16	1,83	1,57	1,39	0,34	0,00	0,97
C ₄	1,77	2,72	1,86	3,12	3,43	2,60	2,97	1,34	2,03	1,76	1,58	0,42	0,00	1,12
C ₅	0,21	0,61	0,39	1,11	1,42	1,95	2,84	3,05	2,92	1,56	1,40	0,89	0,00	0,93
C ₆	2,48	3,10	2,43	3,15	3,25	2,08	1,86	0,00	0,82	1,51	1,45	0,70	1,01	1,35
C ₇	3,48	1,50	2,19	0,85	1,15	0,84	1,18	0,11	0,00	0,61	0,68	2,24	2,52	2,17
C ₈	2,97	1,61	1,48	1,61	2,50	1,55	2,82	0,18	0,62	0,20	0,00	0,71	0,20	1,19
C ₉	2,74	2,93	1,98	2,56	2,16	1,88	2,08	0,48	0,82	0,51	0,71	0,78	0,00	0,34
C ₁₀	2,81	2,96	2,85	2,82	1,76	1,74	0,41	0,23	0,00	1,13	1,39	1,69	2,31	1,96
C ₁₁	3,60	2,48	2,69	2,31	1,70	1,78	1,10	0,32	0,00	0,65	0,82	1,90	2,06	2,18
C ₁₂	3,07	2,58	2,31	2,63	2,22	1,86	1,40	0,04	0,00	0,48	0,56	1,03	0,99	1,53
C ₁₃	0,07	0,60	1,04	0,98	1,04	0,00	0,17	0,23	0,62	1,46	2,02	2,19	2,35	3,32
C ₁₄	0,00	1,44	2,80	2,61	2,72	0,56	0,37	1,79	1,62	1,85	2,48	2,57	2,12	3,36
C ₁₅	0,00	0,28	0,60	0,85	0,90	1,09	1,29	2,54	2,80	2,79	3,12	1,87	1,77	2,00

BE- β yönteminin 4. aşamasında MDE matrisinin doğal logaritması alınarak oluşturulan LD matrisi Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. BE-β yönteminde logaritmik dönüşüm matrisi (LD)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	0,07	0,10	0,14	0,03	0,09	0,11	0,37	0,19	0,20	0,08	0,12	0,13	0,26	0,09
C ₂	0,04	0,03	0,08	0,02	0,12	0,06	0,33	0,12	0,18	0,09	0,09	0,11	0,28	0,14
C ₃	0,05	0,03	0,05	0,02	0,00	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05	0,04	0,01	0,00	0,03
C ₄	0,20	0,13	0,21	0,08	0,05	0,14	0,10	0,16	0,20	0,20	0,18	0,05	0,00	0,13
C ₅	0,02	0,03	0,02	0,04	0,05	0,04	0,01	0,00	0,00	0,05	0,05	0,04	0,01	0,04
C ₆	0,10	0,04	0,10	0,04	0,03	0,13	0,15	0,00	0,07	0,13	0,12	0,06	0,09	0,12
C ₇	0,00	0,12	0,08	0,10	0,11	0,10	0,12	0,05	0,04	0,08	0,09	0,08	0,06	0,08
C ₈	0,00	0,05	0,05	0,05	0,02	0,05	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,06
C ₉	0,51	0,57	0,25	0,46	0,32	0,21	0,29	0,39	0,27	0,38	0,31	0,28	0,55	0,44
C ₁₀	0,34	0,37	0,35	0,34	0,02	0,01	0,39	0,43	0,49	0,19	0,11	0,01	0,19	0,08
C ₁₁	0,37	0,17	0,21	0,13	0,00	0,02	0,13	0,27	0,33	0,21	0,18	0,05	0,08	0,11
C ₁₂	0,19	0,14	0,11	0,14	0,09	0,05	0,01	0,17	0,18	0,12	0,12	0,06	0,06	0,01
C ₁₃	0,06	0,03	0,01	0,01	0,01	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,04	0,05	0,06	0,11
C ₁₄	0,04	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03
C ₁₅	0,12	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04	0,02	0,08	0,10	0,10	0,12	0,02	0,02	0,04

BE yönteminin 5. aşamasında P_{ij} matrisinde yer alan minimum olması istenen değerlerin tersine eşleştirilmesi sonucu oluşturulan MDT matrisi Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. BE yönteminde minimum ideal değerlerin ters matrisi (MDT)

Kriter	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
C ₁	1,16	0,95	0,74	1,35	2,02	2,10	3,81	2,58	2,67	1,11	0,89	0,80	0,00	1,03
C ₂	1,62	1,69	1,36	1,93	2,58	2,22	4,07	2,57	2,99	1,33	1,30	1,18	0,00	0,95
C ₃	1,66	1,16	1,57	0,34	0,00	1,39	0,97	2,57	1,57	1,83	2,44	3,03	3,41	2,86
C ₄	1,86	1,34	1,77	0,42	0,00	1,58	1,12	2,72	1,76	2,03	2,60	3,12	3,43	2,97
C ₅	2,92	1,95	2,84	1,40	0,93	0,61	0,39	0,00	0,21	0,89	1,11	1,56	3,05	1,42
C ₆	1,01	0,82	1,35	0,70	0,00	1,45	1,51	3,25	3,10	1,86	2,08	3,15	2,48	2,43
C ₇	0,00	0,85	0,68	1,50	1,18	2,17	1,15	2,52	3,48	2,24	2,19	0,61	0,11	0,84
C ₈	0,00	0,20	1,19	0,62	0,20	0,71	0,18	2,82	1,61	1,61	2,97	1,55	2,50	1,48
C ₉	2,74	2,93	1,98	2,56	2,16	1,88	2,08	0,48	0,82	0,51	0,71	0,78	0,00	0,34
C ₁₀	2,81	2,96	2,85	2,82	1,76	1,74	0,41	0,23	0,00	1,13	1,39	1,69	2,31	1,96
C ₁₁	3,60	2,48	2,69	2,31	1,70	1,78	1,10	0,32	0,00	0,65	0,82	1,90	2,06	2,18
C ₁₂	3,07	2,58	2,31	2,63	2,22	1,86	1,40	0,04	0,00	0,48	0,56	1,03	0,99	1,53
C ₁₃	0,07	0,60	1,04	0,98	1,04	0,00	0,17	0,23	0,62	1,46	2,02	2,19	2,35	3,32
C ₁₄	0,00	1,44	2,80	2,61	2,72	0,56	0,37	1,79	1,62	1,85	2,48	2,57	2,12	3,36
C ₁₅	0,00	0,28	0,60	0,85	0,90	1,09	1,29	2,54	2,80	2,79	3,12	1,87	1,77	2,00

BE-β yönteminin 5. aşaması ve BE yönteminin 6. aşaması Tablo 12'de verilmiştir. BE-β yönteminin 6. ve BE yönteminin 7. adımlarının sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

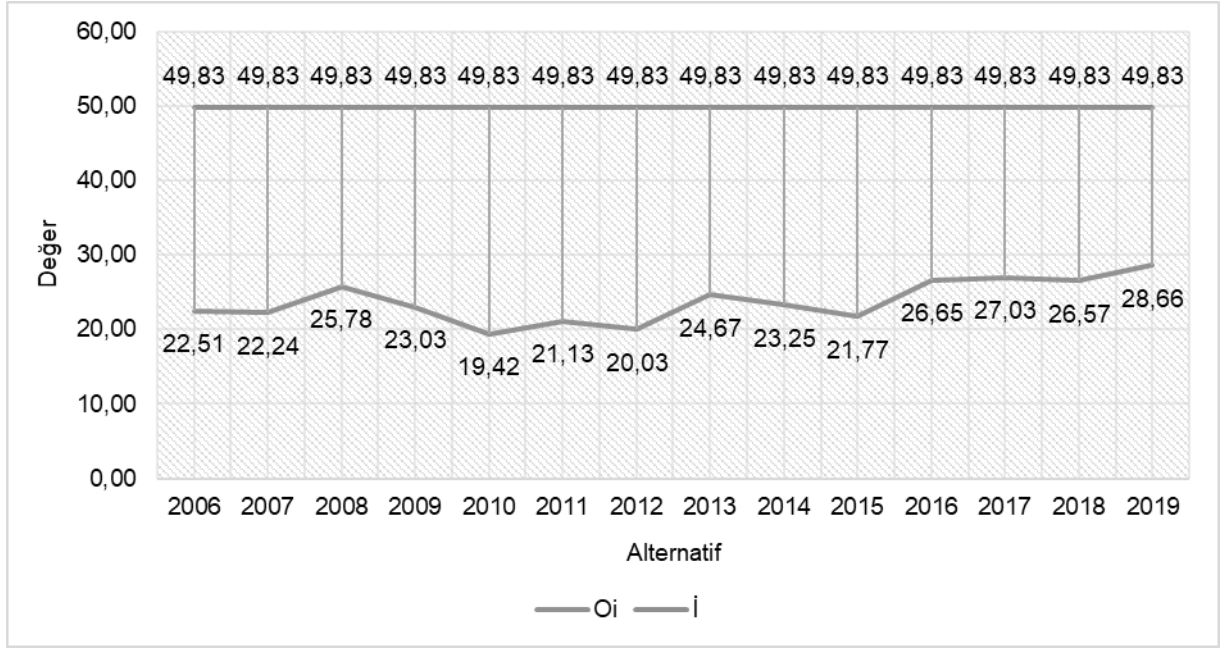
Tablo 12. BE- β (Adım 5) ve BE (Adım 6)

<i>BE-β</i>		<i>BE</i>	
<i>Kriter</i>	<i>R_{ri}</i>	<i>Kriter</i>	<i>R_{di}</i>
C ₁	0,37	C1	3,81
C ₂	0,33	C2	4,07
C ₃	0,05	C3	3,41
C ₄	0,21	C4	3,43
C ₅	0,05	C5	3,05
C ₆	0,15	C6	3,25
C ₇	0,12	C7	3,48
C ₈	0,06	C8	2,97
C ₉	0,57	C9	2,93
C ₁₀	0,49	C10	2,96
C ₁₁	0,37	C11	3,60
C ₁₂	0,19	C12	3,07
C ₁₃	0,11	C13	3,32
C ₁₄	0,04	C14	3,36
C ₁₅	0,12	C15	3,12
<i>b_{ri}</i>	3,23	<i>İ</i>	49,83

Tablo 13. BE- β ve BE değerleri

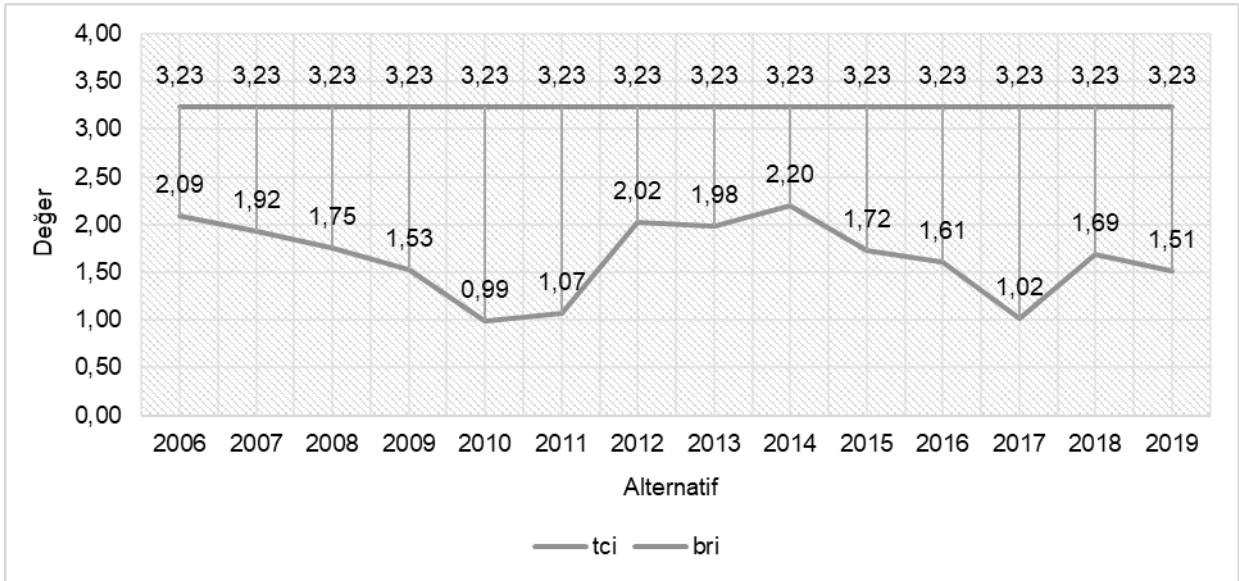
<i>Alternatif</i>	<i>BE</i>				<i>BE-β</i>			
	<i>O_i</i>	<i>İ</i>	<i>BE_t Puanı</i>	<i>Sıralama</i>	<i>t_{ci}</i>	<i>b_{ri}</i>	<i>BE-β</i>	<i>Sıralama</i>
2006	22,51	49,83	45,17	9	2,09	3,23	64,81	2
2007	22,24	49,83	44,62	10	1,92	3,23	59,57	5
2008	25,78	49,83	51,73	5	1,75	3,23	54,33	6
2009	23,03	49,83	46,21	8	1,53	3,23	47,43	10
2010	19,42	49,83	38,96	14	0,99	3,23	30,72	14
2011	21,13	49,83	42,40	12	1,07	3,23	33,24	12
2012	20,03	49,83	40,19	13	2,02	3,23	62,57	3
2013	24,67	49,83	49,51	6	1,98	3,23	61,28	4
2014	23,25	49,83	46,66	7	2,20	3,23	68,12	1
2015	21,77	49,83	43,69	11	1,72	3,23	53,32	7
2016	26,65	49,83	53,49	3	1,61	3,23	49,89	9
2017	27,03	49,83	54,25	2	1,02	3,23	31,60	13
2018	26,57	49,83	53,33	4	1,69	3,23	52,32	8
2019	28,66	49,83	57,52	1	1,51	3,23	46,79	11

BE yönteminin 7. aşamasında elde edilen sonuçlar, Şekil 4'te verilmiştir. BE eşitliğinin paydası (İ) referans değerlerin toplamından oluştuğundan eşitliğin payında yer alan alternatiflerin puanları (O) referans değerleri toplamına en yakın olan alternatif, BE puanı en yüksek olan alternatif olarak değerlendirilmektedir. Bu sayede kriterlerin endeks referans değerleri ve alternatiflerin kriter değerleri değiştiği durumda otomatik olarak endeks kendini güncellemiş olmaktadır. Bu özellik endekse aynı zamanda dinamik bir özellik de kazandırmaktadır.



Şekil 4. BE yönteminde uzaklıklar

BE- β yönteminin 6. aşamasında elde edilen sonuçlar, Şekil 5'te verilmiştir. BE yönteminin dinamik özelliği BE- β yönteminde de mevcuttur.



Şekil 5. BE- β yönteminde uzaklıklar

Şekil 4'e göre BE bulguları BE yönteminde alternatif toplam puanı (O), referans değerleri toplamına (İ) ne kadar yaklaşırsa o kadar en iyi duruma yaklaşılmış şeklinde yorumlanabilir. Benzer yorum, BE- β yöntemi için de geçerlidir. Diğer bir ifadeyle, BE- β yönteminde sınıf içi skoru (t_{ci}), endeks referans skoruna (b_{ri}) en çok yaklaşan alternatif, en iyi alternatif olarak değerlendirilmektedir. Bu yorumlara bakılarak Şekil 4 ve Şekil 5'e göre Türkiye'deki Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 2006-2019 dönemi değerlendirildiğinde öne çıkan bulgular şöyledir:

- BE yöntemine göre en iyi alternatif 57,52 BE skoruna sahip 2019 yılıdır. Bu alternatif aynı zamanda toplam puanı (O), referans değerleri toplamına (İ) uzaklığın en düşük olduğu alternatiftir. BE- β yönteminde ise en iyi alternatif 68,12 BE- β skoruna sahip 2014 yılıdır. Bu alternatif ise sınıf içi skoru (t_{ci}), endeks referans skoruna (b_{ri}) en çok yaklaşan alternatiftir.
- BE yöntemine göre en düşük performansın gösterildiği alternatif 38,96 BE skoruna sahip 2010 yılı iken, benzer şekilde BE- β yönteminde de en düşük performansın gösterildiği alternatif 30,72 BE- β skoruna

sahip 2010 yılıdır. Her iki yöntemden elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde endeks referans değerleri toplamına uzaklık değerinin en yüksek olduğu alternatifler olduğu görülmektedir.

BE ve BE- β yöntemlerinden elde edilen sıralamaların birbirlerinden farklı olup olmadıkları da Spearman sıra ve Kendall's Tau korelasyonları kullanılarak istatistiksel olarak ortaya konulmuştur. Spearman sıra korelasyonu sonuçlarına göre BE ve BE- β yöntemleri sıralamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif zayıf bir ilişki vardır ($r_s(12) = -0,116$, $p = 0,692$, $N=14$). Dolayısıyla H_0 hipotezi reddedilememiştir. Benzer şekilde Kendall's Tau korelasyonu sonuçlarına göre BE ve BE-Beta yöntemleri skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif zayıf bir ilişki vardır ($\tau = -0,121$, $p = 0,547$, $N=14$). Bu nedenle H_0 hipotezi reddedilememiştir.

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışma kapsamında BE ve önerilen BE- β yöntemleri karşılaştırılarak uygulama sonuçları gösterilmiştir. Yöntemler, Temel Eczacılık Ürünlerinin ve Eczacılığa İlişkin Malzemelerin İmalatı sektörünün 14 yıllık finansal rasyo analiz oranları üzerinden test edilmiştir.

BE yöntemine göre en iyi finansal performansa sahip alternatif 2019 yılı iken BE- β yönteminde en iyi alternatif 2014 yılıdır. BE yöntemine göre en düşük finansal performansın gösterildiği alternatif 2010 yılıdır. Benzer şekilde BE- β yönteminde de en düşük performansın gösterildiği alternatif 2010 yılıdır. Her iki yöntemden elde edilen bulgular birlikte değerlendirildiğinde endeks referans değerleri toplamına uzaklık değerinin en yüksek olduğu alternatifler en düşük performans gösteren alternatifler, endeks referans değerleri toplamına uzaklık değerinin en düşük olduğu alternatifler ise en iyi performans gösteren alternatifler olduğu görülmektedir.

Her iki yöntemden elde edilen sıralamalar arasındaki ilişki, Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyon yöntemleri ile değerlendirilmiş olup Spearman sıra ve Kendall Tau korelasyonları sonuçlarına göre BE ve BE- β sıralamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan negatif zayıf bir ilişki olduğu görülmektedir.

BE ve onun gelişmiş versiyonu olan BE- β yönteminde işlem adımları kısaltılarak kullanım kolaylığı sunulmuştur. BE ve BE- β yöntemleri, statik ve dinamik nitelik taşıyan ve ideal değerleri mevcut olan ya da hesaplanan çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde sektör ayrımı gözetilmeksizin kolaylıkla kullanılabilir. Yöntemlerin kullanılabileceği alanlar şöyle özetlenebilir: Sıralama, seçim, etkinlik ve verimlilik ölçümleri, performans değerlendirmesi, risk tahmini, optimal çözüm.

Her iki yöntemin endeks olarak tasarlanması ve her iki yöntemden 2. ve 3. seviyelerde de çıktı üretilebilmesi, bu yöntemleri diğer ÇKKV yöntemlerinden farklı kılmaktadır. Yöntemlerin endeks olarak geliştirilmesi, endeks sonuçlarının karar verici tarafından kolaylıkla anlaşılmasına katkı sunmaktadır. Karar vericiye 2. ve 3. seviyelerde de çıktı üretimi ise karar probleminin derinlemesine analiz edilmesine olanak tanımaktadır.

Çalışma kapsamında BE ve BE- β yöntemlerinin yalnızca seviye 1 açısından karşılaştırılması bu çalışmanın kısıtlarından ilkinin oluşturmaktadır. Bu nedenle BE ve BE- β yöntemlerinin seviye 2 ve 3 açısından bulgularına bu çalışmada yer verilmemiştir. Dolayısıyla gelecek araştırmalarda her iki yöntemin seviye 2 ve 3 açısından karşılaştırılmasıyla daha derin iç görüler elde edilebilir. Diğer bir kısıt ise yöntemlerin finansal analiz dışında ve diğer sektörlerin karar verme problemlerinin çözümünde henüz kullanılmıy olmalarıdır. Bu amaçla, diğer sektörlerde ve finansal analiz dışında kalan alanlarda da her iki yöntemin karşılaştırmalı uygulama sonuçlarının ortaya konulması önem arz etmektedir. Her ne kadar bu çalışmanın odak noktasını oluşturmasa da bir diğer kısıt BE ve BE- β yöntemlerinin 1. seviye sonuçlarının diğer ÇKKV yöntemleri ile karşılaştırılmamış olmasıdır. Bu nedenle gelecek araştırmalarda BE ve BE- β yöntemlerinin 1. seviye sonuçlarının diğer ÇKKV yöntemleriyle karşılaştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Alexander, M. (2012). "Decision-Making Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and SAS/IML". URL: <https://www.lexjansen.com/nesug/nesug12/po/po04.pdf>, (Erişim tarihi: 24.09.2021).
- Almeida-Filho, A.T., Lima Silva, D.F. ve Ferreira, L. (2021). Financial Modelling with Multiple Criteria Decision Making: A Systematic Literature Review, *Journal of the Operational Research Society*, 72 (10), 2161-2179.
- Andriosopoulos, D., Doumpos, M., Pardalos, P.M. ve Zopounidis, C. (2019). "Computational Approaches and Data Analytics in Financial Services: A Literature Review", *Journal of the Operational Research Society*, 70 (10), 1581-1599.
- Angilella, S. ve Mazzù, S. (2015). "The Financing of Innovative SMEs: A Multicriteria Credit Rating Model", *European Journal of Operational Research*, 244 (2), 540-554.
- Baker, D., Bridges, D., Hunter, R., Johnson, G., Krupa, J., Murphy, J. ve Sorenson, K. (2002). "Guidebook to Decision-Making Methods", WSRC-IM-2002-00002, Department of Energy, USA.
- Baltussen, R., Marsh, K., Thokala, P., Diaby, V., Castro, H., Cleemput, I., Garau, M., Iskrov, G., Olyaeemanesh, A., Mirelman, A., Mobinizadeh, M., Morton, A., Tringali, M., Van Til, J., Valentim, J., Wagner, M., Youngkong, S., Zah, V., Toll, A., Jansen, M., Bijlmakers, L., Oortwijn, W. ve Broekhuizen, H. (2019). "Multicriteria Decision Analysis to Support Health Technology Assessment Agencies: Benefits, Limitations, and the Way Forward", *Value Health*, 22 (11), 1283-1288.
- Baydaş, M. ve Elma, O.E. (2021). "An Objective Criteria Proposal for the Comparison of MCDM and Weighting Methods in Financial Performance Measurement: An Application in Borsa Istanbul", *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(2), 257-279.
- Beaver, W.H. (1966). "Financial Ratios as Predictors of Failure", *Journal of Accounting Research*, 4, 71-111.
- Beaver, W.H. (1968). "Alternative Accounting Measures as Predictors of Failure", *The Accounting Review*, 43(1), 113-122.
- Bulut, T. (2017). "Organize Sanayi Bölgeleri (OSB'ler) Tüzel Kişiliklerinin Finansal Performans Analizine Yönelik Endeks Önerisi: Bulut Performans Endeksi", *Verimlilik Dergisi*, 3, 29-57.
- Bülbül, S. ve Köse, A. (2011). "Türk Gıda Şirketlerinin Finansal Performansının Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemleriyle Değerlendirilmesi", *Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi*, Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı, 25, 71-97.
- Carpenter J.R. ve Smuk, M. (2021). "Missing Data: A Statistical Framework for Practice", *Biometrical Journal*, 2021 Jun, 63(5), 915-947.
- Cartwright, D.S. (1957). "A Computational Procedure for Tau Correlation", *Psychometrika*, 22, 97-104.
- Ceballos, B., Lamata, M.T. ve Pelta, D.A. (2016). "A Comparative Analysis of Multi-Criteria Decision-Making Methods", *Progress in Artificial Intelligence*, 5, 315-322.
- Collins, L.M., Schafer, J.L. ve Kam, C.M. (2001). "A Comparison of Inclusive and Restrictive Strategies in Modern Missing Data Procedures", *Psychological Methods*, Dec, 6 (4), 330-351.
- Delen, D., Kuzey, C. ve Uyar, A. (2013). "Measuring Firm Performance Using Financial Ratios: A Decision Tree Approach", *Expert Systems with Applications*, 40, 3970-3983.
- Dong, Y. ve Peng, C.Y.J. (2013). "Principled Missing Data Methods for Researchers", *SpringerPlus*, 2, 222.
- Doumpos, M. ve Zopounidis, C. (2010). "A Multicriteria Decision Support System for Bank Rating", *Decision Support Systems*, 50(1), 55-63.
- Doumpos, M., Kosmidou, K., Baourakis, G. ve Zopounidis, C. (2002). "Credit Risk Assessment Using a Multicriteria Hierarchical Discrimination Approach: A Comparative Analysis", *European Journal of Operational Research*, 138(2), 392-412.
- Feng, C.M. ve Wang, R.T. (2000). "Performance Evaluation for Airlines Including the Consideration of Financial Ratios", *Journal of Air Transport Management*, 6(3), 133-142.
- Feng, S., Xinsong, M., Zhiyong, L., Zeshui, X. ve Dongliang, C. (2018). "An Extended Intuitionistic Fuzzy TOPSIS Method Based on a New Distance Measure with an Application to Credit Risk Evaluation", *Information Sciences* 428, 105-119.
- Ferreira, F.A.F., Santos, S.P., Marques, C.S.E. ve Ferreira, J. (2014). "Assessing Credit Risk of Mortgage Lending Using MACBETH: A Methodological Framework", *Management Decision*, 52(2), 182-206.
- Forthofer, R.N. ve Lehnen, R.G. (1981). "Rank Correlation Methods", *Public Program Analysis*, Springer, Boston, M.A.
- Görener, A., Dinçer, H. ve Hacıoğlu, U. (2013). "Application of Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis (MOORA) Method for Bank Branch Location Selection", *International Journal of Finance & Banking Studies*, 2147-4486, 2(2), 41-52.

- Graham, J.W. (2009). "Missing Data Analysis: Making it Work in the Real World", *Annual Review of Psychology*, 60, 549-576.
- Guo, Z., Wan, Y. ve Ye, H. (2019). "A Data Imputation Method for Multivariate Time Series Based on Generative Adversarial Network", *Neurocomputing*, 360, 185-197.
- Güden, M. (2021). "Metal Eşya Endeksine Kayıtlı Şirketlerin Finansal Performanslarının Bulut Endeks Performans Yöntemiyle Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.
- Güney, Y., Hernandez-Perdomo, E. ve Rocco, C.M. (2020). "Does Relative Strength in Corporate Governance Improve Corporate Performance? Empirical Evidence Using MCDA Approach", *Journal of the Operational Research Society*, 71(10), 1593-1618.
- Hallerbach, W.G. ve Spronk, J. (2002). "The Relevance of MCDM for Financial Decisions", *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 11, 187-195.
- Hamed, K.H. (2011). "The Distribution of Kendall's Tau for Testing the Significance of Cross-Correlation in Persistent Data", *Hydrological Sciences Journal*, 56(5), 841-853.
- Horrigan, J.O. (1968). "A Short History of Financial Ratio Analysis", *The Accounting Review*, 43(2), 284-294.
- IBM Corp. Released (2015). "IBM SPSS Statistics for Windows", Version 23.0, Armonk, IBM Corp., N.Y.
- Ishizaka, A. ve Siraj, S. (2018). "An Experimental Comparative Study of Three Methods", *European Journal of Operational Research*, 264(2), 462-471.
- Kang, H. (2013). "The Prevention and Handling of the Missing Data", *Korean Journal of Anesthesiology*, 64(5), 402-406.
- Kendall, M.G. (1938). "A New Measure of Rank Correlation", *Biometrika*, 30(1/2), 81-93.
- Kıran, Ş. (2018). "Sağlık kurumları finansal Çizelge analizlerinde kullanılabilir anahtar finansal oranların belirlenmesi: Bir performans endeksi önerisi", Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Lakshminarayan, K., Harp, S.A. ve Samad, T. (1999). "Imputation of Missing Data in Industrial Databases", *Applied Intelligence*, 11, 259-275.
- Lee, P.T-W. ve Lin, C-W. (2013). "The Cognition Map of Financial Ratios of Shipping Companies Using DEMATEL and MMDE", *Maritime Policy & Management*, 40(2), 133-145.
- Locurcio, M., Tajani, F., Morano, P., Anelli, D. ve Manganeli, B. (2021). "Credit Risk Management of Property Investments through Multi-Criteria Indicators", *Risks*, 9(6), 106.
- Long, J.D. ve Cliff, N. (1997). "Confidence Intervals for Kendall's Tau", *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 50, 31-41.
- Maricica, M. ve Georgeta, V. (2012). "Business Failure Risk Analysis Using Financial Ratios", *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 62, 728-732.
- Microsoft Corporation (2018). "Microsoft Excel". URL: <https://office.microsoft.com/excel>.
- Mousavi, M.M. ve Lin, J. (2020). "The Application of PROMETHEE Multi-Criteria Decision Aid in Financial Decision Making: Case of Distress Prediction Models Evaluation", *Expert Systems with Applications*, 159, 113438.
- Ohlson, J.A. (1980). "Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy", *Journal of Accounting Research*, 18(1), 109-131.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G. (2004). "Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS", *European Journal of Operational Research*, 156, 445-455.
- Paradowski, B., Shekhovtsov, A., Baczkiewicz, A., Kizielewicz, B. ve Sałabun, W. (2021). "Similarity Analysis of Methods for Objective Determination of Weights in Multi-Criteria Decision Support Systems", *Symmetry* 2021, 13, 1874.
- Pätäri, E., Karell, V., Luukka, P. ve Yeomans, J.S. (2018). "Comparison of the Multicriteria Decision-Making Methods for Equity Portfolio Selection: The U.S. Evidence", *European Journal of Operational Research*, 265(2), 655-672.
- Pohekar, S.D. ve Ramachandran, M. (2004). "Application of Multi-Criteria Decision Making to Sustainable Energy Planning, A Review", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 8, 365-381.
- Puth, M., Neuhäuser, M. ve Ruxton, G.D. (2015). "Effective Use of Spearman's and Kendall's Correlation Coefficients for Association between two Measured Traits", *Animal Behaviour*, 102, 77-84.
- Rahman, M.G. ve Islam, M.Z. (2013). "Missing Value Imputation Using Decision Trees and Decision Forests by Splitting and Merging Records: Two Novel Techniques", *Knowledge-Based Systems*, 53, 51-65.
- Saıabun, W. ve Urbaniak, K. (2020). "A New Coefficient of Rankings Similarity in Decision-Making Problems", In: Krzhizhanovskaya V. et al. (eds) Computational Science-ICCS 2020, *Lecture Notes in Computer Science*, 12138.

- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (STB), (2021a). "Girişimci Bilgi Sistemi (GBS)". URL: https://gbs.sanayi.gov.tr/docs/GBS_Metaveri.pdf. (Erişim Tarihi: 17.10.2021).
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (STB), (2021b). "Girişimci Bilgi Sistemi (GBS)", (Erişim Tarihi: 24.09.2021).
- Schafer, J.L. ve Olsen, M.K. (1998). "Multiple Imputation for Multivariate Missing-Data Problems: A Data Analyst's Perspective", *Multivariate Behavioral Research*, 33(4), 545-571.
- Sedgwick, P. (2014). Spearman's Rank Correlation Coefficient, *The BMJ*, 349, g7327.
- Shekhovtsov, A. (2021). "How Strongly Do Rank Similarity Coefficients Differ Used in Decision Making Problems?", *Procedia Computer Science*, 192, 4570-4577.
- Sinharay, S., Stern, H.S. ve Russell, D. (2001). "The Use of Multiple Imputation for the Analysis of Missing Data", *Psychol Methods*, 6(4), 317-29.
- Silva-Ramírez, E., Pino-Mejías, R. ve López-Coello, M. (2015). "Single Imputation with Multilayer Perceptron and Multiple Imputation Combining Multilayer Perceptron and K-Nearest Neighbours for Monotone Patterns", *Applied Soft Computing*, 29, 65-74.
- Spathis, C., Kosmidou, K. ve Doumpos, M. (2002). "Assessing Profitability Factors in the Greek Banking System: A Multicriteria Methodology", *International Transactions in Operational Research*, 9, 517-530.
- Spearman, C. (1987). "The Proof and Measurement of Association between Two Things", *The American Journal of Psychology*, 100 (3/4), 441-471.
- Taylor, J.M.G. (1987). "Kendall's and Spearman's Correlation Coefficients in the Presence of a Blocking Variable", *Biometrics*, 43(2), 409-416.
- Uygurtürk, H. ve Korkmaz, T. (2012). "Finansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Belirlenmesi: Ana Metal Sanayi İşletmeleri Üzerine Bir Uygulama", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(2), 95-115.
- Wang, J-J., Jing, Y-Y., Zhang, C-F. ve 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.
- Wang, Y. (2009). "Combining Grey Relation Analysis with FMCGDM to Evaluate Financial Performance of Taiwan Container Lines", *Expert Systems with Applications*, Part 1, 36(2), 2424-2432.
- Wang, Y. (2014). "The Evaluation of Financial Performance for Taiwan Container Shipping Companies by Fuzzy TOPSIS", *Applied Soft Computing*, 22, 28-35.
- Wanke, P., Abul Kalam Azad, M.D. ve Barros, C.P. (2016). "Predicting Efficiency in Malaysian Islamic Banks: A Two-Stage TOPSIS and Neural Networks Approach", *Research in International Business and Finance*, 2016, 36, 485-498.
- Wu, W., Sukoco, B.M., Li, C., ve Chen, S.H. (2009). "An Integrated Multi-Objective Decision-Making Process for Supplier Selection with Bundling Problem", *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2327-2337.
- Xidonas, P., Mavrotas, G. ve Psarras, J.E. (2009). "A Multicriteria Methodology for Equity Selection Using Financial Analysis", *Computers & Operations Research*, 36(12), 3187-3203.

