

Arastırma Makalesi

BIST Enerji Endeksinde İşlem Gören Firmaların Finansal Performanslarının Analizi

Analysis of The Financial Performances of Companies Traded in The BIST Energy Index

Hande KÜÇÜKÖNDER Doç.Dr.,Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi hkucukonder@bartin.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-0853-8185	Mustafa ÇANAKÇIOĞLU Doç.Dr.,İstanbul Gelişim Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi mcanakcioglu@gelisim.edu.tr https://orcid.org/0000-0001-7462-9934
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Makale Geliş Tarihi	Makale Kabul Tarihi
04.06.2024	13.09.2024

Öz

Bu çalışmanın amacı, Borsa İstanbul'da (BIST) hisseleri işlem gören enerji firmalarının performanslarının entegre bir karar verme modeli ile analiz edilmesi ve sonuçlarının karşılaştırılmasıdır. Çalışma kapsamında işletmelerin 2022 yılına ait Bilanço ve Gelir tablolarından 10 adet muhasebe kökenli oran belirlenmiştir. Bu oranların önem ağırlıklarının belirlenmesi içinde, SWARA ve Entropi gibi iki ağırlıklandırma yöntemi birleştirilmiştir. Bu birleştirme ile hem objektif bir değerlendirmenin gerçekleştirilmesi hem de uygulayıcıların öznel değerlendirmelerinin de analize dahil edilmesi amaçlanmıştır. Ardından, firmaların performansları RAFSI yöntemiyle değerlendirilerek sıralanmıştır. Son derece tutarlı ve kararlı bir karar verme yaklaşımı olan RAFSI yöntemi ile yapılan sıralamada, A9 ENJSA kodlu firmanın en yüksek performansa sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında enerji firmalarının performansına etki eden en önemli ve etkili kriterin, özsermaye kârlılığı olduğu gözlemlenmiştir. Son olarak önerilen modelin geçerliliğini ve sağlamlığını test etmek için kapsamlı bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir. Analizden elde edilen sonuçlara bakıldığında ise, önerilen modelin sağlamlığı ve kararlılığı doğrulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: BIST, Enerji Endeksi, SWARA, Entropi, RAFSI, α parametresi, Performans Analizi.

Abstract

This study aims to evaluate the performance of energy companies listed on Borsa Istanbul (BIST) using an integrated decision-making model and to compare the outcomes. To achieve this, ten accounting-based ratios were selected from the companies' 2022 Balance Sheets and Income Statements. The importance of these ratios was determined using a combination of two weighting methods, SWARA and Entropy. This hybrid approach was designed to provide an objective assessment while also incorporating the subjective evaluations of industry practitioners. Subsequently, the RAFSI method was employed to evaluate and rank the companies' performances. According to the RAFSI ranking—a decision-making approach known for its high consistency and stability—the company with the code A9 (ENJSA) demonstrated the highest performance. Moreover, the analysis revealed that return on equity is the most critical and impactful criterion influencing the performance of energy companies. A comprehensive sensitivity analysis was conducted to test the validity and robustness of the proposed model, and the results confirmed its reliability and stability.

Keywords: BIST, Energy index, SWARA, Entropy, RAFSI, α parametresi, Performance Analysis.

Önerilen Atf /Suggested Citation

Küçükönder, H. & Çanakçıoğlu, M., 2024, BIST Enerji Endeksinde İşlem Gören Firmaların Finansal Performanslarının Analizi, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 59(3), 1952-1977.

1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletler raporlarına göre dünya nüfusu hızla artmakta, kentleşme ve göçler de bu artışı desteklemektedir. Bu durum, enerji talebindeki artışı ve mevcut enerji kaynaklarıyla talebi karşılamamanın zorluğunu beraberinde getirmektedir. Ülkeler ve kamu otoriteleri, artan enerji talebine uygun çözümler bulmak için çaba harcamaktadır. Bu çabaların sonucunda enerji sektörü, ekonomik büyüme ve kalkınmanın önemli bir unsuru haline gelmiştir (Akgün, 2022, s.339). Ancak enerji yatırımları yüksek maliyetlidir ve bu nedenle yeni işletmelerin pazara girmesi veya mevcut işletmelerin yatırımları karşılaması zordur. Bu yatırımların artması ve yatırımcıların sektörle ilgili daha net bilgi sahibi olması, kalkınma hedeflerine ulaşmada kritik öneme sahiptir.

Enerji endeksinde yer alan firmaların performanslarını değerlendirmek için güvenilir bir karar verme aracı gerekmektedir. Bu modelin kararlı, tutarlı ve sağlam olmasının yanı sıra, karar vericilerin öznel değerlendirmelerini de analize dâhil etmesi gerçek hayat problemlerinin çözümünde önemli bir rol oynar. Gerçek hayattaki koşullarda net ve sayısal verilere her zaman ulaşamayabilir, bu nedenle insan faktörünün değerlendirmeden dışlanması güvenilir sonuçlar elde etmeyi zorlaştırabilir. Bu nedenle, literatürdeki çalışmaların çoğunluğu finansal verilere dayanırken, karar vericilerin deneyim ve bilgi birikimlerini göz ardı etmişlerdir.

Bu çalışmada, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden SWARA (Step-Weight Assessment Ratio Analysis), Entropi ve RAFSI (Ranking of Alternatives through Functional mapping of criterion sub-intervals into a Single Interval)'den oluşan bir prosedür önerilerek karar vericilere güçlü ve kararlı bir karar verme modeli sunulmaktadır. Önerilen model, subjektif ve objektif değerlendirmeleri birleştirerek gerçek hayat koşullarına uygun çözümler üretebilmekte ve sınırlılıkları aşabilmektedir. Model, literatürdeki diğer modellerden farklı olarak, subjektif ve objektif değerlendirmeleri bir araya getirerek karar verme yöntemlerindeki zorlukların üstesinden gelebilmektedir.

Çalışmanın devamında, ikinci bölümde kapsamlı bir literatür incelemesi sunularak araştırma boşlukları ve motivasyonlar belirlenmiştir. Üçüncü bölümde önerilen model ve uygulama adımları detaylı olarak tanıtılırken, dördüncü bölümde önerilen hibrid yaklaşımın enerji firmalarının performanslarını ölçmek için kullanımı açıklanmıştır. Beşinci bölümde kapsamlı bir duyarlılık ve karşılaştırma analizi gerçekleştirilmiştir. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar özetlenerek tartışılmış ayrıca gelecek araştırma trendleri ve öneriler belirtilmiştir.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Borsa İstanbul'da (BIST) işlem gören enerji firmalarının performanslarını inceleyen 2015'ten günümüze kadar 32 çalışma incelenmiştir. Bu çalışmalardan 26'sı ÇKKV yöntemlerinden oluşmaktadır. Tablo 1'de BIST enerji endeks veya sektöründeki firmaların performanslarını ele alan çalışmalar verilmiştir.

Tablo 1. ÇKKV Yöntemleriyle Yapılan Çalışmalara İlişkin Detaylar

Yazar /Yıl	Kullanılan yöntem			Toplam		Duyarlılık Analizi
	Ağırlıklandırma	Sıralama	Matris Girdisi	Kriter	Alternatif	
Akgün (2022)	CRITIC	CODAS	Objektif	13	12	Yok
Aksu ve Geçer (2023)	MEREC	GIA	Objektif	7	16	Yok
Argun ve Altinoluk (2022)	AHP	VIKOR	Subjektif	8	10	Yok
Arsu (2021)	Entropi	ARAS	Objektif	8	8	Yok
Babacan ve Tuncay (2022)	AHP & SWARA	TOPSIS	Subjektif	7	8	Yok
Bağcı ve Yüksel (2019)	SD	WASPAS	Objektif	16	15	Yok
Çiftçi vd., (2021)	CRITIC	CoCoSo	Objektif	12	6	Yok
Çiftçi ve Yıldırım (2020)	Entropi	GIA	Gri Sayılar	20	6	Yok
Dağistanlı (2023)	Eşit	TOPSIS	Tereddütlü BS	5	4	Yok
Eyüboğlu ve Çelik (2016)	Fuzzy AHP	Fuzzy TOPSIS	Subjektif&BS	15	14	Yok

İlkuçar ve Çiftci (2016)	Eşit	TOPSIS	Objektif	12	6	Yok
Karcıoğlu vd., (2020)	Entropi	EDAS	Sezgisel BS	13	8	Yok
Kavas vd., (2023)	Etki Derecesi	TOPSIS MOORA	Objektif	8	8	Yok
Kayahan ve Özaydın (2019)	Eşit	TOPSIS & VIKOR	Objektif	7	8	Yok
Keleş vd., (2021)	Eşit	ROC & SMART	Objektif	7	7	Yok
Kendirli vd., (2021)	Eşit	TOPSIS	Objektif	13	9	Yok
Kuvat ve Güler (2020)	Eşit	Bulanık TOPSIS	BK	10	8	Yok
Mercan ve Çetin (2019)	Eşit	COPRAS VIKOR	Objektif	5	7	Yok
Metin vd., (2017)	Eşit	TOPSIS MOORA	Objektif	10	11	Yok
Terzioğlu vd., (2022)	SWARA	VIKOR WASPAS	Subjektif	8	8	Yok
Madenoğlu vd., (2022)	Entropi	MABAC	Objektif	8	12	Var
Makki ve Alqahtani (2023)	AHP	TOPSIS	Subjektif	5	12	Yok
Orçun (2019)	Entropi	WASPAS	Objektif	8	5	Yok
Özdemir ve Parmaksız (2022)	Eşit	TOPSIS & EDAS	Objektif	10	8	Yok
Sakarya vd., (2015)	Eşit	TOPSIS	Objektif	10	14	Yok
Sonmez vd., (2023)	Eşit	TOPSIS	Objektif	10	5	Yok
Topal (2021)	Entropi	CoCoSo	Objektif	8	10	Yok

Çalışmalarda, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi, CRITIC, SWARA, AHP ve MEREK gibi yöntemler kullanılmasına rağmen çoğu araştırmada kriter ağırlıkları eşit alınmıştır. Sıralama yöntemleri olarak TOPSIS, MOORA, GIA, CODAS, CoCoSo, EDAS, VIKOR, WASPAS, MABAC ve ARAS yöntemleri kullanılmıştır. En sık tercih edilen yöntemler arasında TOPSIS ve GIA bulunmaktadır. Objektif karar verme yöntemleri çoğunlukla kullanılsa da bazı çalışmalarda subjektif ve bulanık yöntemler de görülmektedir. Duyarlılık analizi sadece tek bir çalışmada yapılmıştır.

2.1.Araştırma Boşlukları

Enerji şirketlerinin finansal performansını inceleyen birçok çalışmada, Madenoğlu vd., (2022) tarafından yürütülen çalışma dışında, önerilen modelin geçerliliğini ve sağlamlığını doğrulamak için duyarlılık ve karşılaştırma analizi yapılmamıştır. Bu durum, enerji endüstrisinde elde edilen sonuçların güvenilirliği konusunda şüpheler doğurabilir ve önerilen modellerin güvenilirliğini etkileyebilir. Yazarlar genellikle finansal veri tabanlarından elde ettikleri sayısal verilerle objektif değerlendirme yöntemlerini kullanmıştır. Ancak, insan faktörüne dayalı sınırlı subjektif değerlendirmelerin kararlar üzerindeki etkisi unutulmamalıdır. Bununla birlikte, literatürdeki yazarlar objektif değerlendirmelere subjektif yargıları entegre etme konusunda araştırma yapmamıştır. Ayrıca incelenen çalışmaların çoğunda kriter ağırlıkları eşit alınmıştır. Bu nedenlerden dolayı, bu çalışmalar gerçek hayat problemleri için gerçekçi ve uygulanabilir çözümler üretemeyebilir.

Literatür incelemesinde sadece Babacan ve Tuncay (2022) tarafından yapılan çalışmada iki subjektif ağırlıklandırma tekniğinin birleştirildiği gözlemlenmiştir. Bu durumda da çalışmada objektif analizlerin etkisinin göz ardı edildiği söylenebilir. Objektif değerlendirme yöntemleriyle hazırlanan ilk karar matrislerinde negatif veya sıfır değerlerinin bulunması, klasik karar verme yaklaşımlarının etkisiz olmasına yol açabilir. Bu yöntemler, pozitif değerlere ihtiyaç duyduğundan, negatif değerler içeren bir endeks sonuç üretmez. Ancak literatürdeki çalışmalar, bu sorunu çözme yöntemlerine yeterince açıklık

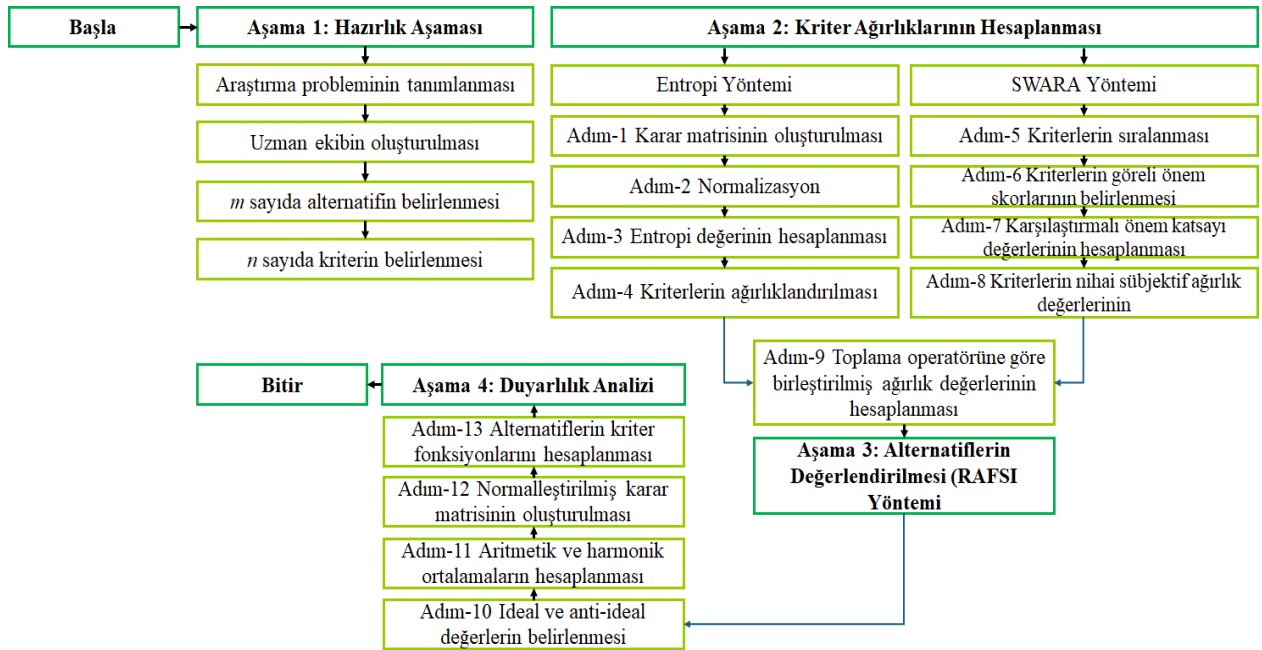
getirmemiştir. Ayrıca, neden sıralama yaklaşımıyla bulanık değerlendirmelere ihtiyaç duyulduğu konusunda yazarlar bir açıklama yapmamıştır.

2.2. Çalışmanın Motivasyonu ve Amaçları

Bu çalışma yukarıda bahsedilen araştırma boşluklarını doldurmak için öncelikle objektif ve subjektif iki ağırlıklandırma tekniğini α parametresi ile birleştirerek ürettiği ağırlıklandırma modelini RAFSI yöntemi ile entegre ederek sağlam ve pratik sonuçlar veren bir karar verme yaklaşımı geliştirmiştir. İkinci olarak, endekslerde yer alan negatif ve sıfır değerlerinin yaratacağı olumsuz durumların üstesinden gelebilmek için matriste yer alan tüm değerleri pozitif tam sayılara dönüştürecek negatif değer dönüşümü işlemlerini önermektedir. Nihai olarak önerilen modelin kararlılığını ve geçerliliğini kanıtlamak için kapsamlı bir duyarlılık analizi yürütmek bu çalışmanın temel motivasyonları arasındadır. Bu açıdan bu çalışma karar vericilerin ve uygulayıcıların yatırımlarına ilişkin bir yol haritası olarak kullanabilecekleri bir metodolojik çerçevenin sunulması, şirketlerin performanslarını hesaplarken olası risk ve problemlerin giderilmesi gibi temel amaçlara sahiptir.

3. ÖNERİLEN KARAR VERME MODELİ

Bu kısımda, BIST'te işlem gören enerji şirketlerinin performansını analiz etmek için Entropi, SWARA ve RAFSI yöntemlerinin entegre edildiği bir karar verme modelinin uygulama adımları sunulmaktadır. Önerilen modelin temel algoritması Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1'e göre, ilk adımda araştırmacılar, objektif ağırlıklandırma ve sıralama yöntemlerinde kullanılmak üzere kriterler ve alternatiflerden oluşan bir ilk karar matrisi oluştururlar. Karar matrisinde sıfır ya da negatif değerler varsa, bütün matris elemanlarını pozitif sayı değerine dönüştürmek için z skoru hesaplanır. Bu dönüşüm, Zhang ve ark., (2014) tarafından geliştirilmiş olup, iki adımdan oluşur. İlk adımda standart puanlar (z skoru) hesaplanır ve ardından $C > |\min(g_{ij})|$ sağlayan bir C sayısı tüm matris elemanlarının değerine eklenir. Böylece, tüm elemanların sayısal değeri dönüştürülerek, negatif veya sıfır değere sahip elemanlar pozitif hale getirilir (Ayçin ve Güçlü, 2020, s.296). Sonraki adımda, kriterlerin ağırlık değerlerinin hesaplanması için seçilen yöntemlerin uygulama adımlarına geçilir.



Şekil 1. Önerilen Karar Verme Modelinin Temel Algoritması

3.1. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Bu aşamada sırasıyla Entropi ve SWARA yöntemleri kullanılarak ayrı ayrı kriterlerin ağırlıkları hesaplanır. Ardından toplama operatörü yardımıyla subjektif ve objektif temelde hesaplanan kriter ağırlıkları birleştirilir ve nihai ağırlık değerleri elde edilir. Aşağıda önerilen yöntemlerin uygulama adımları gösterilmektedir.

3.1.1. Entropi Yöntemi

Entropi yöntemi olasılık teorisi temelinde formüle edilen bilginin belirsizliğinin bir ölçüsü olan Entropi kavramına dayanır (Görçün, 2020, s.678). Entropi yaklaşımı kriterlerin ağırlıklarını hesaplamak için ilk olarak Shannon (1948) tarafından önerilmiştir. Entropi yönteminin en önemli avantajı uygulama kolaylığı ve basitliğidir. Çok az sayıda hesaplama ile nihai sonuçlara ulaşılabilir. Ek olarak, son derece açık, net ve anlaşılır sonuçlar verir. Prosedürün uygulama adımları aşağıda verilmektedir (Görçün, 2019 s.258-259;Ulutaş, 2019, s.1558; Wang & Lee, 2009, s.8982).

Adım 1. İlk adımda eşitlik 1 de gösterildiği gibi bir karar matrisi oluşturulur.

$$G = \begin{matrix} g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1n} \\ g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1} & g_{m2} & \dots & g_{mn} \end{matrix}; \forall i = 1, 2, \dots, m; \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

Adım 2. İlk karar matris elemanları eşitlik 2 yardımıyla normalize edilir ve normalize karar matrisi eşitlik 3 de gösterildiği gibi oluşturulur.

$$g_{ij}^* = \frac{g_{ij}}{\sum_{i=1}^m g_{ij}} \quad (2)$$

$$G^* = \begin{matrix} g_{11}^* & g_{12}^* & \dots & g_{1n}^* \\ g_{21}^* & g_{22}^* & \dots & g_{2n}^* \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{m1}^* & g_{m2}^* & \dots & g_{mn}^* \end{matrix}; \forall i = 1, 2, \dots, m; \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

Adım 3. Eşitlik 4 kullanılarak her bir kriter için Entropi değeri hesaplanır.

$$E_j^* = \left(\frac{-1}{\ln(m)} \right) \cdot \sum_{i=1}^m [g_{ij}^* \cdot \ln g_{ij}^*]; \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

Ardından eşitlik 5 kullanılarak her bir kriterle ilişkin farklılık dereceleri (d_{ij}^*) hesaplanır

$$d_j^* = 1 - E_j^*; \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Adım 4. Son uygulama adımında eşitlik 6'den faydalanılarak kriterlerin göreceli ağırlık değerleri hesaplanır. Bu değerler kriterlerin önem derecelerini de göstermektedir.

$$w_j^{ENTROPİ} = \frac{d_j^*}{\sum_{i=1}^m d_{ij}^*}; \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

3.1.2. SWARA Yöntemi

SWARA (Step-Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi, ilk olarak Keršulienė vd. (2010) tarafından literatüre sunulan subjektif bir kriter ağırlıklandırma tekniğidir. Yöntem, karar vericilerin kriterleri önem derecelerine göre sıralamasına ve ardışık olarak her iki kriter arasında önem derecesi karşılaştırmasına dayanır. Az sayıda karşılaştırma ve hesaplama ile sonuca ulaşır (Görçün ve Küçükönder, 2023, s.6; Zolfani & Sapauskas, 2014, s.410). SWARA yönteminin uygulama adımları aşağıda gösterilmektedir (Keršulienė ve ark., 2010, s.250).

Adım 5. Kriter sıralaması: Karar vericiler, deneyim ve bilgi birikimlerine dayanarak kriterleri öncelik sırasına göre düzenler. Ardından, geometrik ortalama kullanılarak her kriterin nihai sıralama değeri hesaplanır ve kriterler bu değere göre sıralanır.

Adım 6. Kriterlerin görelî önem skorlarının (ξ_j) belirlenmesi: Bu aşamada her bir karar verici her bir kriteri kendisinden sonra gelen kriter ile karşılaştırır ve bir önceki kriterin kendisinden sonraki kriterle göre önemini ifade ederler (Stanujkic ve ark., 2015, s.182).

Adım 7. Karşılaştırmalı önem katsayı değerlerinin (\wp_j) belirlenmesi: Bu aşamada karşılaştırmalı önem katsayıları eşitlik 7 kullanılarak hesaplanır (Mavi ve ark., 2017, s.2407).

$$\wp_j = \begin{cases} 1; & j = 1 \\ \xi + 1; & j > 1 \end{cases} \quad (7)$$

Ardından eşitlik 8 yardımıyla her bir kriter için önem vektörü (\wp_j) belirlenir (Zolfani ve ark., 2013, s.159).

$$\wp_j = \begin{cases} 1; & j = 1 \\ \frac{\wp_{j-1}}{\wp_j}; & j > 1 \end{cases} \quad (8)$$

Adım 8. Kriterlerin nihai sübjektif ağırlık değerlerinin (w_j^{SWARA}) hesaplanması: SWARA yönteminin son aşamasında her bir \wp_j değeri toplam \wp_j değerine bölünür. Elde edilen değerler kriterlerin görelî ağırlık katsayısını ifade eder. Nihayetinde kriterler bu değerlere göre sıralandırılırlar.

Adım 9. Kriter ağırlıklarının birleştirilmesi: Farklı iki (sübjektif ve objektif) tekniğe göre hesaplanmış olan kriter ağırlıklarının birleştirilmesi için eşitlik 9'dan yararlanılır (Torkayesh ve ark., 2021, s.6). Eşitlikte yer alan α parametresi ilk çözüm sırasında 0.5 alınmıştır.

$$w_j^{final} = \left(w_j^{ENTROPİ}(\alpha) + w_j^{SWARA}(1 - \alpha) \right) \quad (9)$$

Ardından elde edilen her bir kriter için ağırlık değeri eşitlik 10 yardımıyla normalize edilir w_j^{final} nihai önem ağırlıkları elde edilir.

$$\text{Normalize - } W = \left[w_j^{final} / \sum_{j=1}^n w_j^{final} \right] \quad (10)$$

3.2. Karar Alternatiflerinin Değerlendirilmesi

RAFSI (Ranking of Alternatives through Functional mapping of criterion sub-intervals into a Single Interval) yöntemi, Žižović vd. (2020) tarafından tanıtılan bir ÇKVV prosedürüdür. En önemli avantajı sıra çevirme problemine karşı direnç göstermesidir. Uygulayıcılar tarafından ileri matematik bilgisi gerektirmez ve farklı bir normalleştirme tekniği kullanır. Bu yöntem, verileri farklı bir standartlaştırma tekniğiyle dönüştürür ve rasyonel karar verme için uygundur. Uygulama adımları, Altıntaş ve ark., (2023), Božanić ve ark., (2021), Demir (2021) ve Žižović ve ark., (2020) tarafından ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Uygulamanın ilk adımında Entropi yöntemi ile aynı işlemler yapıldığı ve ilk karar matrisi aynen kullanıldığı için tekraren bir adım belirtilmemiştir. Doğrudan bir sonraki adımdan devam edilmiştir.

Adım 10. İdeal (r_{I_j}) ve anti ideal değerlerin (r_{AI_j}) belirlenmesi: Bu aşamada, kriterlerin yönleri dikkate alınarak ideal ve anti-ideal değerler belirlenir. Eğer ilgili kriter fayda kriteri ise $r_{I_j} > r_{AI_j}$, maliyet kriteri ise $r_{I_j} < r_{AI_j}$ olur. Böylece, ilk karar matrisinin ilgili kriterlerinin özellikleri (fayda/maliyet) gözetilerek eşitlik 11 ve 12'de gösterildiği üzere kriter aralıkları tanımlanır.

$$\rightarrow Cr_j (j=1,2,\dots,n) \text{ eğer kriter fayda kriteri ise } Cr_j \in [r_{AI_j}, r_{I_j}] \quad (11)$$

$$\rightarrow Cr_j (j=1,2,\dots,n) \text{ eğer kriter maliyet kriteri ise } Cr_j \in [r_{I_j}, r_{AI_j}] \quad (12)$$

Žižović vd. (2020) bu aşamada, ideal değer, anti-idealden en az altı kat ($r_1 = 1$ ve $r_k = 6$) veya dokuz kat daha iyi olduğu ($r_1 = 1$ ve $r_k = 9$) şeklinde oranların kullanılmasının uygun olacağını tavsiye etmişlerdir. Bu doğrultuda mevcut çalışmada 1:6 oranı esas alınmıştır. Kriterler ilk karar matrisinden, denklem 13 'de açılımı verilen fonksiyon yardımıyla alt kriter aralıklarına eşlenir.

$$f_{A_i}(Cr_j) = \frac{r_k - r_1}{r_{I_j} - r_{AI_j}} \cdot x + \frac{r_{I_j} r_1 - r_{AI_j} r_k}{r_{I_j} - r_{AI_j}} \quad (13)$$

Burada, r_k ve r_1 ideal ve anti-ideal değerlerin tercih dereceleri arasındaki ilişkiyi gösterir. Bu işlemler uygulandıktan sonra aşağıdaki gibi standartlaştırılmış karar matrisi $P = [p_{ij}]_{m \times n}$ oluşturulur. Ayrıca, ilk karar matrisinin unsurları kriter aralığına eşlendikten sonra, $r_1 \leq p_{ij} \leq r_k \forall i, j$ koşulu da yerine getirilmiş olunur.

$$P = [p_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} p_{11} & \cdots & p_{1n} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ p_{m1} & \cdots & p_{mn} \end{bmatrix} (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (14)$$

Adım 11. Aritmetik (\mathcal{M}) ve harmonik ortalamaların (\mathcal{HO}) hesaplanması: Bu adımda, sırasıyla 15 ve 16 numaralı denklemler yardımıyla karar matrisinin standardizasyonu için aritmetik ve harmonik ortalamalar hesaplanır.

$$\mathcal{M} = \frac{r_1 + r_k}{2} \quad (15)$$

$$\mathcal{HO} = \frac{2}{(1/r_1) + (1/r_k)} \quad (16)$$

Adım 12. Normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması: Karar matrisinin unsurları sırasıyla 17 ve 18. denklemler kullanılarak normalize edilir.

$$\rightarrow Cr_j (j = 1, 2, \dots, n) \text{ fayda kriteri ise } \hat{p}_{ij} = \frac{p_{ij}}{2M} \quad (17)$$

$$\rightarrow Cr_j (j = 1, 2, \dots, n) \text{ maliyet kriteri ise } \hat{p}_{ij} = \frac{HO}{2p_{ij}} \quad (18)$$

Normalleştirilmiş karar matrisinin unsurlarının, denklem 19 ve 20'de verilen iki koşulu sağlaması gerekir.

$$\rightarrow \text{maksimum türdeki kriter için } 0 < \left(\frac{r_1}{2M} \right) \leq \hat{p}_{ij} \leq \left(\frac{r_k}{2M} \right) < 1 \quad (19)$$

$$\rightarrow \text{minimum türdeki kriter için } 0 < \left(\frac{HO}{2r_k} \right) \leq \hat{p}_{ij} \leq \left(\frac{HO}{2r_1} \right) < 1 \quad (20)$$

Adım 13. Alternatiflerin kriter fonksiyonlarını hesaplanması $\mathfrak{S}(Al_i)$: Tekniğin son adımında ise alternatiflerin kriter fonksiyonları hesaplanır. Bu amaçla, ölçüt ağırlıkları (ω_j) normalleştirilmiş matrisin eleman değerleri ile çarpılır ve bu değerler dikkate alınarak alternatifler sıralanır (Demir, 2021). Ölçüt ağırlıklarının toplamı 1'e eşit olmalıdır.

$$\mathfrak{S}(Al)_i = \omega_1 \hat{p}_{i1} + \omega_2 \hat{p}_{i2} + \dots + \omega_n \hat{p}_{in} \quad (21)$$

4. ÖNERİLEN MODELİN KARAR VERME PROBLEMİNE UYGULANMASI

BIST'te işlem gören enerji firmalarının performansını analiz etmek için Entropi, SWARA ve RAFSI yöntemlerinin kullanıldığı bir karar verme modeli bu bölümde sunulmuştur. Kriter verileri, Borsa

İstanbul enerji endeksindeki şirketlerin 2022 finansal tablolarından alınmıştır. Tablo 2’de çalışmada kullanılan kriterler ve karar alternatifleri verilmiştir.

Tablo 2. Değerlendirme Sürecine Dâhil Edilen Kriterler ve Karar Alternatifleri

Alternatifler		Kriterler			
Kod	Alternatif	Kod	Alternatif	Kod	Kriter
A1	AKENR	A11	GWIND	Cr_1	Cari Oran
A2	AKSEN	A12	KARYE	Cr_2	Kaldıraç Oranı
A3	AKSUE	A13	MAGEN	Cr_3	KVYK / Toplam Pasif
A4	AYDEM	A14	NATEN	Cr_4	Aktif Devir Hızı
A5	AYEN	A15	NTGAZ	Cr_5	Duran Varlık Devir Hızı
A6	BIOEN	A16	ODAS	Cr_6	Alacak Devir Hızı
A7	CONSE	A17	PAMEL	Cr_7	Faaliyet Kâr Marjı
A8	CANTE	A18	SMRTG	Cr_8	FÖVK Marjı
A9	ENJSA	A19	ZOREN	Cr_9	Aktif kârlılığı
A10	ESEN			Cr_{10}	Özsermaye Kârlılığı

Kriter ağırlıklarının ve enerji şirketlerinin görece performanslarının belirlenmesi için belirlenen kriterler daha önce bu konuda yapılmış olan çalışmalarda en çok kullanılan finansal oranlardan seçilmiştir. Kriterlere ait ham veriler Ek Tablo A’de sunulmuştur. Veriler şirketlerin 2022 yılına ait finansal tablolarından elde edilmiştir. Ek tablo A’daki negatif veriler, modelde kullanılmayacağı için pozitif tam sayılara dönüştürülmüştür. Buna bağlı olarak matriste yer alan verilerin pozitif tam sayılara dönüştürülebilmesi için ilk olarak matris elemanlarının z skorları hesaplanmış ve ardından dönüşüm işlemi gerçekleştirilmiştir. Bunun için, standart puan matrisinin mutlak minimum değeri 3.758 olarak hesaplanmış ve $C > |\min(g_{ij})|$ koşulu gözetilerek C katsayısının değeri 3.858 olarak belirlenmiştir. Bu değer tüm matris elemanlarına ayrı ayrı eklenerek karar matrisi pozitif hale getirilmiştir.

Adım 1. Modelin ilk uygulama adımında Entropi yönteminin ilk adımı olan karar matrisi oluşturuldu. Bunun için negatif değer dönüşümü işlemi sonrasında Tablo 3’de gösterilen başlangıç karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 3. Başlangıç Karar Matrisi

	Cr_1	Cr_2	Cr_3	Cr_4	Cr_5	Cr_6	Cr_7	Cr_8	Cr_9	Cr_{10}
A1	3.591	5.472	3.256	3.777	3.531	5.815	3.489	3.292	1.614	0.100
A2	3.877	3.655	4.374	5.203	3.717	3.080	3.493	3.256	4.550	4.276
A3	2.844	5.277	4.561	3.320	3.526	3.821	3.623	4.142	1.967	2.661
A4	5.228	3.824	2.748	2.916	3.467	4.179	3.574	4.116	3.504	3.940
A5	3.050	4.553	3.807	3.670	3.533	3.693	3.561	3.602	3.720	4.055
A6	4.356	4.516	4.102	3.600	3.568	3.836	7.893	3.398	3.611	3.994
A7	2.875	4.236	4.460	3.701	3.533	5.081	3.523	3.407	3.889	4.115
A8	2.860	3.636	3.705	3.508	3.513	3.642	3.517	3.428	3.079	3.787
A9	3.495	4.539	5.302	5.661	7.463	3.693	3.494	3.229	4.243	4.310
A10	5.530	3.033	3.091	3.152	3.488	2.894	3.788	3.689	5.426	4.441
A11	4.211	3.147	3.509	3.589	3.564	3.693	3.719	4.348	4.269	4.139

A12	2.780	2.947	2.885	2.970	3.468	4.153	3.693	3.965	3.929	4.048
A13	5.673	2.258	3.088	3.132	3.485	2.773	3.811	4.549	5.413	4.354
A14	5.387	4.043	3.143	3.185	3.492	2.850	3.744	3.649	5.328	4.627
A15	4.290	2.540	3.889	5.742	3.748	3.668	3.470	3.172	3.824	4.014
A16	3.432	3.349	3.652	3.481	3.517	3.284	3.506	3.349	3.308	3.871
A17	2.669	2.287	2.738	2.889	3.463	6.581	4.392	7.506	3.674	3.977
A18	4.021	4.818	6.852	5.989	5.645	2.975	3.502	3.277	4.414	4.621
A19	3.147	5.188	4.156	3.830	3.595	3.604	3.526	3.481	3.555	3.986

Adım 2. Eşitlik 2 yardımıyla matris elemanları normalize edilmiştir. Tablo 4 oluşturulan normalize karar matrisini göstermektedir.

Tablo 4. Normalize Karar Matrisi

	Cr_1	Cr_2	Cr_3	Cr_4	Cr_5	Cr_6	Cr_7	Cr_8	Cr_9	Cr_{10}
A1	0.049	0.075	0.044	0.052	0.048	0.079	0.048	0.045	0.022	0.001
A2	0.053	0.050	0.060	0.071	0.051	0.042	0.048	0.045	0.062	0.058
A3	0.039	0.072	0.062	0.045	0.048	0.052	0.049	0.057	0.027	0.036
A4	0.071	0.052	0.037	0.040	0.047	0.057	0.049	0.056	0.048	0.054
A5	0.042	0.062	0.052	0.050	0.048	0.050	0.049	0.049	0.051	0.055
A6	0.059	0.062	0.056	0.049	0.049	0.052	0.108	0.047	0.049	0.054
A7	0.039	0.058	0.061	0.050	0.048	0.069	0.048	0.047	0.053	0.056
A8	0.039	0.050	0.051	0.048	0.048	0.050	0.048	0.047	0.042	0.052
A9	0.048	0.062	0.072	0.077	0.102	0.050	0.048	0.044	0.058	0.059
A10	0.075	0.041	0.042	0.043	0.048	0.039	0.052	0.051	0.074	0.061
A11	0.057	0.043	0.048	0.049	0.049	0.050	0.051	0.060	0.058	0.056
A12	0.038	0.040	0.039	0.041	0.047	0.057	0.050	0.054	0.054	0.055
A13	0.077	0.031	0.042	0.043	0.048	0.038	0.052	0.062	0.074	0.059
A14	0.073	0.055	0.043	0.043	0.048	0.039	0.051	0.050	0.073	0.063
A15	0.059	0.035	0.053	0.078	0.051	0.050	0.047	0.044	0.052	0.055
A16	0.047	0.046	0.050	0.047	0.048	0.045	0.048	0.046	0.045	0.053
A17	0.036	0.031	0.037	0.039	0.047	0.090	0.060	0.103	0.050	0.054
A18	0.055	0.066	0.093	0.082	0.077	0.041	0.048	0.045	0.060	0.063
A19	0.043	0.071	0.057	0.052	0.049	0.049	0.048	0.048	0.048	0.054

Adım 3-4. Eşitlik 4 kullanılarak her bir kriter için entropi değeri E_j^* hesaplandı. Ardından eşitlik 5 ve 6 kullanılarak, her bir kriter için sırasıyla farklılık derecesi d_j^* ve ağırlık değerleri $w_j^{ENTROPI}$ sırasıyla hesaplanmıştır. Tablo 5 Entropi değer matrisi ile birlikte her bir kriter için bu değerleri göstermektedir.

Tablo 5. Entropi Matrisi ve E_j^* , d_j^* , $w_j^{ENTROPI}$ değerleri

	Cr_1	Cr_2	Cr_3	Cr_4	Cr_5	Cr_6	Cr_7	Cr_8	Cr_9	Cr_{10}
A1	-0.148	-0.194	-0.138	-0.153	-0.146	-0.201	-0.145	-0.140	-0.084	-0.009
A2	-0.155	-0.149	-0.168	-0.188	-0.151	-0.133	-0.145	-0.139	-0.173	-0.166
A3	-0.126	-0.189	-0.173	-0.140	-0.146	-0.154	-0.149	-0.163	-0.097	-0.120
A4	-0.188	-0.154	-0.123	-0.128	-0.144	-0.163	-0.147	-0.162	-0.145	-0.157
A5	-0.132	-0.173	-0.154	-0.150	-0.146	-0.151	-0.147	-0.149	-0.151	-0.160
A6	-0.168	-0.172	-0.161	-0.148	-0.147	-0.154	-0.240	-0.143	-0.148	-0.159
A7	-0.127	-0.165	-0.170	-0.151	-0.146	-0.185	-0.146	-0.143	-0.156	-0.162
A8	-0.127	-0.149	-0.151	-0.145	-0.146	-0.149	-0.146	-0.144	-0.133	-0.153
A9	-0.145	-0.172	-0.190	-0.198	-0.233	-0.151	-0.145	-0.138	-0.165	-0.167
A10	-0.195	-0.132	-0.133	-0.135	-0.145	-0.128	-0.153	-0.151	-0.193	-0.170
A11	-0.164	-0.135	-0.145	-0.148	-0.147	-0.151	-0.151	-0.168	-0.166	-0.162
A12	-0.124	-0.129	-0.127	-0.130	-0.144	-0.163	-0.151	-0.158	-0.157	-0.160
A13	-0.198	-0.107	-0.133	-0.135	-0.145	-0.124	-0.154	-0.173	-0.192	-0.168
A14	-0.192	-0.160	-0.135	-0.136	-0.145	-0.126	-0.152	-0.150	-0.191	-0.174
A15	-0.166	-0.116	-0.156	-0.199	-0.152	-0.150	-0.144	-0.136	-0.154	-0.159
A16	-0.143	-0.141	-0.149	-0.145	-0.146	-0.139	-0.145	-0.142	-0.140	-0.155
A17	-0.121	-0.108	-0.123	-0.127	-0.144	-0.216	-0.169	-0.234	-0.150	-0.158
A18	-0.159	-0.179	-0.222	-0.205	-0.197	-0.130	-0.145	-0.139	-0.169	-0.174
A19	-0.135	-0.187	-0.163	-0.154	-0.148	-0.148	-0.146	-0.145	-0.147	-0.158
E_j^*	0.990	0.989	0.990	0.990	0.991	0.990	0.991	0.991	0.988	0.982
d_j^*	0.010	0.011	0.010	0.010	0.009	0.010	0.009	0.009	0.012	0.018
$w_j^{ENTROPI}$	0.098	0.103	0.093	0.093	0.083	0.092	0.080	0.081	0.109	0.169

Tablo 5'in son satırında görüldüğü gibi, Entropi yöntemine dayalı olarak kriter ağırlıkları hesaplandıktan sonra, SWARA yöntemi uygulanmıştır. SWARA yönteminin uygulanması için beş üst düzey yönetici uzman olarak seçilmiştir. Tümü finans alanında uzmanlaşmış ve mali müşavir unvanına sahip profesyonellerdir. Ayrıca, bu uzmanlardan biri yüksek lisans, bir diğeri ise doktora derecesine sahiptir. Bu uzmanların ortalama sektör deneyimi 20.6 yıl olarak hesaplanmıştır.

Adım 5. Bu aşamada, beş karar verici ayrı ayrı kriterleri sıralamışlardır. Sonrasında bu sıralamalar geometrik ortalama yöntemiyle birleştirilerek kriterlerin grup karar verme ortamına göre nihai sıralamaları belirlenmiştir. Tablo 6, her uzmanın kriterlere ilişkin sıralamasını ve kriterlerin nihai sıralama değerini göstermektedir.

Tablo 6. Kriterlerin Sıralanması ve Nihai Sıralama Değerleri

Kod	Kriter	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5	Sıra değeri	Sıralama
Cr_1	Cari Oran	5	4	4	4	3	3.949	4
Cr_2	Kaldıraç Oranı	3	3	3	2	4	2.930	3
Cr_3	KVYK / Toplam Pasif	6	6	5	7	6	5.966	6
Cr_4	Aktif Devir Hızı	4	5	6	5	5	4.959	5

Cr_5	Sabit Aktif Devir Hızı	8	8	8	8	7	7.789	8
Cr_6	Alacak Devir Hızı	7	7	7	6	8	6.971	7
Cr_7	Faaliyet Kâr Marjı	10	9	10	10	10	9.791	10
Cr_8	FÖVK Marjı	9	10	9	9	9	9.192	9
Cr_9	Aktif kârlılığı	2	2	2	3	1	1.888	2
Cr_{10}	Özsermaye Kârlılığı	1	1	1	1	2	1.149	1

Adım 6-8. Her bir uzman, nihai sıralamaları dikkate alarak her bir kriteri kendisinden sonra gelenle karşılaştırmıştır. Bunun için ilk kriterin sonraki kriterine göre ne kadar önemli olduğunu yüzdelik olarak ifade etmiştir. Sonrasında sırasıyla eşitlik 7 yardımıyla \wp_j , eşitlik 8 yardımıyla ϱ_j , son olarak da w_j^{SWARA} değerleri hesaplanmıştır. Nihai olarak, her bir uzman tarafından belirlenen ağırlık değerlerinin ortalaması hesaplanarak, nihai ağırlık değerleri (SWARA-W) belirlenmiştir. Tablo 7 SWARA yöntemine göre elde edilen sonuçları göstermektedir.

Tablo 7. SWARA Yöntemine Göre Elde Edilen Kriter Ağırlıkları

	KV1				KV2				KV3			
	(ξ_j)	(\wp_j)	(ϱ_j)	(w_j^{SWARA})	(ξ_j)	(\wp_j)	(ϱ_j)	(w_j^{SWARA})	(ξ_j)	(\wp_j)	(ϱ_j)	(w_j^{SWARA})
Cr_{10}	1.000	1.000	0.149	0.149	1.000	1.000	0.166	0.166	1.000	1.000	0.166	0.166
Cr_9	0.35	1.354	0.739	0.110	0.30	1.300	0.769	0.128	0.38	1.384	0.723	0.120
Cr_2	0.05	1.051	0.703	0.105	0.10	1.101	0.699	0.116	0.08	1.081	0.668	0.111
Cr_1	0.05	1.054	0.667	0.100	0.10	1.104	0.633	0.105	0.08	1.084	0.617	0.102
Cr_4	0.05	1.047	0.637	0.095	0.10	1.097	0.577	0.096	0.08	1.077	0.573	0.095
Cr_3	0.01	1.006	0.633	0.095	0.06	1.056	0.546	0.091	0.04	1.036	0.553	0.092
Cr_6	0.00	1.004	0.631	0.094	0.05	1.054	0.518	0.086	0.03	1.034	0.535	0.089
Cr_5	0.10	1.100	0.573	0.086	0.15	1.150	0.451	0.075	0.13	1.130	0.473	0.079
Cr_8	0.02	1.023	0.561	0.084	0.07	1.073	0.420	0.070	0.05	1.053	0.449	0.075
Cr_7	0.02	1.020	0.550	0.082	0.07	1.070	0.393	0.065	0.05	1.050	0.428	0.071
	KV4				KV5				SWARA-W			
	(ξ_j)	(\wp_j)	(ϱ_j)	(w_j^{SWARA})	(ξ_j)	(\wp_j)	(ϱ_j)	(w_j^{SWARA})				
Cr_{10}	1.000	1.000	0.182	0.182	1.000	1.000	0.204	0.204	0.174			
Cr_9	0.36	1.364	0.733	0.134	0.40	1.404	0.712	0.146	0.128			
Cr_2	0.12	1.121	0.654	0.119	0.16	1.161	0.614	0.125	0.115			
Cr_1	0.12	1.124	0.582	0.106	0.16	1.164	0.527	0.108	0.104			
Cr_4	0.12	1.117	0.521	0.095	0.16	1.157	0.456	0.093	0.095			
Cr_3	0.08	1.076	0.484	0.088	0.12	1.116	0.408	0.083	0.090			
Cr_6	0.07	1.074	0.451	0.082	0.11	1.114	0.367	0.075	0.085			
Cr_5	0.17	1.170	0.385	0.070	0.21	1.210	0.303	0.062	0.074			
Cr_8	0.09	1.093	0.353	0.064	0.13	1.133	0.267	0.055	0.069			
Cr_7	0.09	1.090	0.324	0.059	0.13	1.130	0.237	0.048	0.065			

Adım 9. SWARA ve Entropi yöntemleri ile kriter ağırlıklarını hesapladıktan sonra birleştirme operatörüne göre her bir kriter için nihai ağırlık değerleri (Eşitlik 9-10) elde edilmiştir. Sonuçlar Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Nihai Kriter Ağırlıkları

	ENTROPY-W	SWARA-W	Nihai-W	Normalize-W	RANK
K1	0.098	0.104	0.101	0.101	4
K2	0.103	0.115	0.109	0.109	3
K3	0.093	0.090	0.091	0.091	6
K4	0.093	0.095	0.094	0.094	5
K5	0.083	0.074	0.079	0.079	8
K6	0.092	0.085	0.089	0.089	7
K7	0.080	0.065	0.072	0.072	10
K8	0.081	0.069	0.075	0.075	9
K9	0.109	0.128	0.118	0.118	2
K10	0.169	0.174	0.171	0.171	1

Sonraki adımda, enerji firmalarının finansal performanslarını analiz etmek ve bu firmaları sıralamak için RAFSI yönteminin uygulanma aşamalarına geçilmiştir.

Adım 10. Eşitlik 11 ve 12’e göre ideal (r_{I_j}) ve anti ideal değerler (r_{AI_j}) ile kriter aralıkları (KA) Tablo 9’da gösterildiği üzere karar vericilerin görüşü temelinde belirlenmiştir.

Tablo 9. İdeal ve Anti-İdeal değerler

	Cr_1	Cr_2	Cr_3	Cr_4	Cr_5
r_{I_j}	5.673	5.472	2.738	5.989	7.463
r_{AI_j}	2.669	2.258	6.852	2.889	3.463
\mathcal{KA}	$Cr_1 \in [2.669, 5.673]$	$Cr_2 \in [2.258, 5.472]$	$Cr_3 \in [2.738, 6.852]$	$Cr_4 \in [2.889, 5.989]$	$Cr_5 \in [3.463, 7.463]$
	Cr_6	Cr_7	Cr_8	Cr_9	Cr_{10}
r_{I_j}	6.581	7.893	7.506	5.426	4.627
r_{AI_j}	2.773	3.470	3.172	1.614	0.100
\mathcal{KA}	$Cr_6 \in [2.773, 6.581]$	$Cr_7 \in [3.470, 7.893]$	$Cr_8 \in [3.172, 7.506]$	$Cr_9 \in [1.614, 5.426]$	$Cr_{10} \in [0.100, 4.627]$

Ardından eşitlik 13 yardımıyla standardize karar matrisi bu değerler dikkate alınarak oluşturulmuştur. Tablo 10 oluşturulan standardize matrisi göstermektedir.

Tablo 10. Standardize Karar Matrisi

	Cr_1	Cr_2	Cr_3	Cr_4	Cr_5	Cr_6	Cr_7	Cr_8	Cr_9	Cr_{10}
A1	2.534	6.000	13.282	2.432	1.086	4.993	1.022	1.138	1.000	1.000
A2	3.011	3.173	14.641	4.733	1.317	1.403	1.027	1.097	4.851	5.613
A3	1.291	5.697	14.868	1.695	1.079	2.376	1.173	2.118	1.463	3.829

A4	5.259	3.436	12.666	1.043	1.005	2.846	1.118	2.089	3.479	5.241
A5	1.635	4.570	13.952	2.259	1.088	2.208	1.103	1.495	3.762	5.368
A6	3.808	4.512	14.311	2.146	1.131	2.395	6.000	1.261	3.619	5.301
A7	1.343	4.077	14.745	2.309	1.088	4.031	1.061	1.270	3.983	5.435
A8	1.317	3.144	13.829	1.998	1.063	2.141	1.053	1.295	2.921	5.072
A9	2.376	4.549	15.769	5.471	6.000	2.208	1.027	1.066	4.448	5.651
A10	5.762	2.206	13.082	1.424	1.031	1.159	1.360	1.595	6.000	5.795
A11	3.566	2.383	13.591	2.129	1.126	2.208	1.282	2.357	4.482	5.461
A12	1.185	2.073	12.833	1.130	1.007	2.812	1.252	1.914	4.036	5.361
A13	6.000	1.000	13.079	1.391	1.027	1.000	1.386	2.588	5.983	5.699
A14	5.524	3.777	13.145	1.477	1.036	1.101	1.310	1.550	5.871	6.000
A15	3.698	1.439	14.052	5.601	1.356	2.174	1.000	1.000	3.899	5.324
A16	2.270	2.698	13.764	1.955	1.068	1.671	1.041	1.204	3.221	5.165
A17	1.000	1.045	12.653	1.000	1.000	6.000	2.043	6.000	3.702	5.282
A18	3.250	4.983	17.653	6.000	3.728	1.265	1.037	1.120	4.672	5.994
A19	1.796	5.559	14.376	2.517	1.165	2.090	1.064	1.356	3.546	5.293

Adım 11. Eşitlik 15 ve 16 kullanılarak Aritmetik (\mathcal{M}) ve harmonik ortalama (\mathcal{HO}) değerleri hesaplanmıştır. İşlemler sonucunda $\mathcal{M} = 3.5$, $\mathcal{HO} = 1.71$ olarak belirlenmiştir.

Adım 12. Sırasıyla 17 ve 18. denklemler kullanılarak, standardize matrisin elemanları normalize edilmiştir. Tablo 11 normalize karar matrisini göstermektedir. Ardından normalize karar matrisinin elemanları bir önceki süreçte belirlenen kriter ağırlıkları dikkate alınarak ağırlıklandırılmıştır.

Tablo 11. Normalize Karar Matrisi

	Cr_1	Cr_2	Cr_3	Cr_4	Cr_5	Cr_6	Cr_7	Cr_8	Cr_9	Cr_{10}
A1	0.362	0.857	0.065	0.347	0.155	0.713	0.146	0.163	0.143	0.143
A2	0.430	0.453	0.059	0.676	0.188	0.200	0.147	0.157	0.693	0.802
A3	0.184	0.814	0.058	0.242	0.154	0.339	0.168	0.303	0.209	0.547
A4	0.751	0.491	0.068	0.149	0.144	0.407	0.160	0.298	0.497	0.749
A5	0.234	0.653	0.061	0.323	0.155	0.315	0.158	0.214	0.537	0.767
A6	0.544	0.645	0.060	0.307	0.162	0.342	0.857	0.180	0.517	0.757
A7	0.192	0.582	0.058	0.330	0.155	0.576	0.152	0.181	0.569	0.776
A8	0.188	0.449	0.062	0.285	0.152	0.306	0.150	0.185	0.417	0.725
A9	0.339	0.650	0.054	0.782	0.857	0.315	0.147	0.152	0.635	0.807
A10	0.823	0.315	0.066	0.203	0.147	0.166	0.194	0.228	0.857	0.828
A11	0.509	0.340	0.063	0.304	0.161	0.315	0.183	0.337	0.640	0.780
A12	0.169	0.296	0.067	0.161	0.144	0.402	0.179	0.273	0.577	0.766
A13	0.857	0.143	0.066	0.199	0.147	0.143	0.198	0.370	0.855	0.814
A14	0.789	0.540	0.065	0.211	0.148	0.157	0.187	0.221	0.839	0.857

A15	0.528	0.206	0.061	0.800	0.194	0.311	0.143	0.143	0.557	0.761
A16	0.324	0.385	0.062	0.279	0.153	0.239	0.149	0.172	0.460	0.738
A17	0.143	0.149	0.068	0.143	0.143	0.857	0.292	0.857	0.529	0.755
A18	0.464	0.712	0.049	0.857	0.533	0.181	0.148	0.160	0.667	0.856
A19	0.257	0.794	0.060	0.360	0.166	0.299	0.152	0.194	0.507	0.756

Adım 13. Son adımda, alternatiflerin kriter fonksiyonları Eşitlik 21'e dayanarak hesaplanmıştır. Tablo 12, ağırlıklandırılmış normalize matris ile alternatiflerin kriter fonksiyonlarını ve sıralamalarını göstermektedir.

Tablo 12. Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

	Cr_1	Cr_2	Cr_3	Cr_4	Cr_5	Cr_6	Cr_7	Cr_8	Cr_9	Cr_{10}	$\mathfrak{Z}(A_i)$	Sıralama
A1	0.027	0.049	0.007	0.033	0.024	0.077	0.027	0.028	0.006	0.001	0.2787	7
A2	0.032	0.026	0.006	0.063	0.029	0.022	0.028	0.027	0.030	0.006	0.2686	11
A3	0.014	0.046	0.006	0.023	0.024	0.037	0.032	0.052	0.009	0.004	0.2459	15
A4	0.056	0.028	0.007	0.014	0.022	0.044	0.030	0.051	0.021	0.006	0.2796	5
A5	0.017	0.037	0.006	0.030	0.024	0.034	0.030	0.037	0.023	0.006	0.2447	16
A6	0.041	0.037	0.006	0.029	0.025	0.037	0.161	0.031	0.022	0.006	0.3945	2
A7	0.014	0.033	0.006	0.031	0.024	0.062	0.029	0.031	0.024	0.006	0.2608	13
A8	0.014	0.026	0.006	0.027	0.023	0.033	0.028	0.032	0.018	0.006	0.2129	18
A9	0.025	0.037	0.006	0.073	0.132	0.034	0.028	0.026	0.027	0.006	0.3951	1
A10	0.061	0.018	0.007	0.019	0.023	0.018	0.037	0.039	0.037	0.007	0.2648	12
A11	0.038	0.019	0.006	0.029	0.025	0.034	0.034	0.058	0.027	0.006	0.2772	9
A12	0.013	0.017	0.007	0.015	0.022	0.043	0.034	0.047	0.025	0.006	0.2285	17
A13	0.064	0.008	0.007	0.019	0.023	0.015	0.037	0.063	0.037	0.007	0.2794	6
A14	0.059	0.031	0.007	0.020	0.023	0.017	0.035	0.038	0.036	0.007	0.2719	10
A15	0.039	0.012	0.006	0.075	0.030	0.034	0.027	0.025	0.024	0.006	0.2772	8
A16	0.024	0.022	0.006	0.026	0.024	0.026	0.028	0.030	0.020	0.006	0.2112	19
A17	0.011	0.008	0.007	0.013	0.022	0.093	0.055	0.147	0.023	0.006	0.3850	3
A18	0.035	0.040	0.005	0.080	0.082	0.020	0.028	0.027	0.029	0.007	0.3531	4
A19	0.019	0.045	0.006	0.034	0.026	0.032	0.029	0.033	0.022	0.006	0.2517	14

Elde edilen sonuçlara bakıldığında en yüksek performansa sahip enerji şirketinin A9 koduyla ENJSA şirketi olduğu görülmüştür. Bunu farklı sıralama skorları ile diğer şirketler izlemektedir. Kriterler açısından K7 Faaliyet Kâr Marjı en önemli kriter olarak belirlenmiştir.

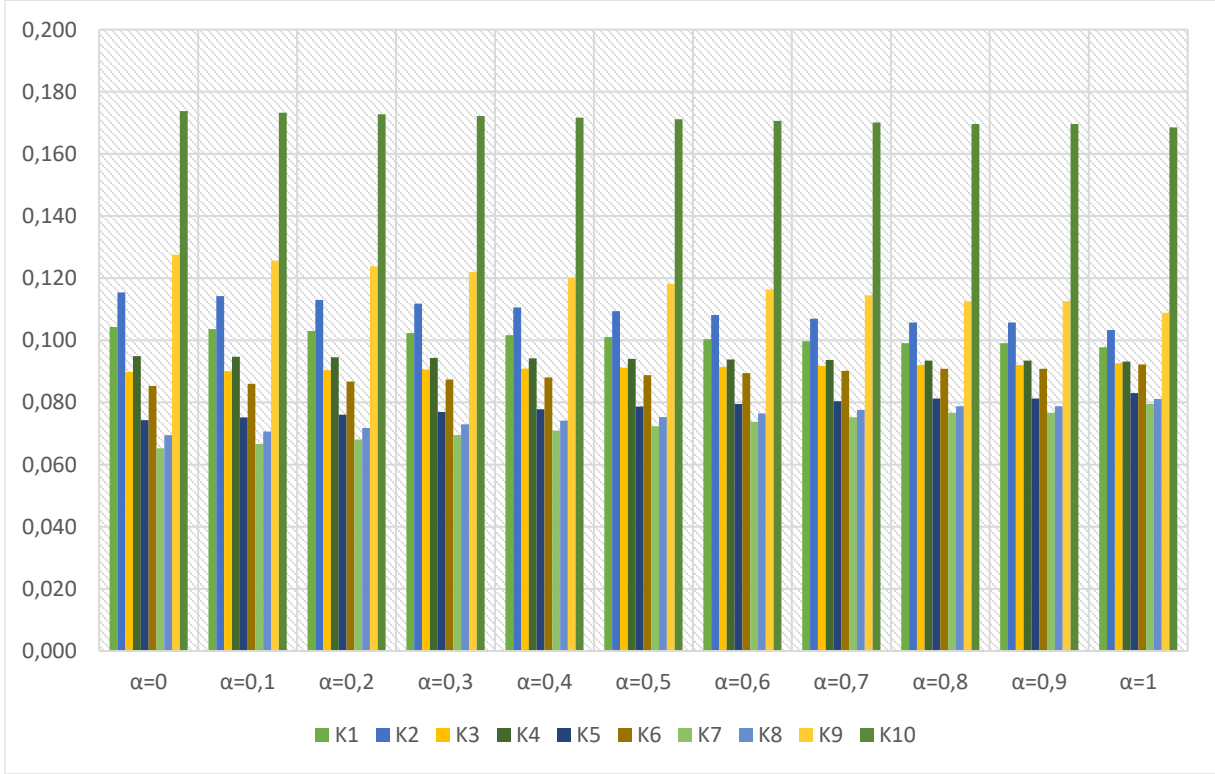
5. DUYARLILIK ANALİZİ

Çalışmanın bu aşamasında elde edilen sonuçların ve önerilen modelin sağlamlığının ve geçerliliğinin test edilmesi için kapsamlı bir duyarlılık analizi gerçekleştirilmiştir.

i. α parametresinin değerlerindeki değişimin etkilerinin incelenmesi:

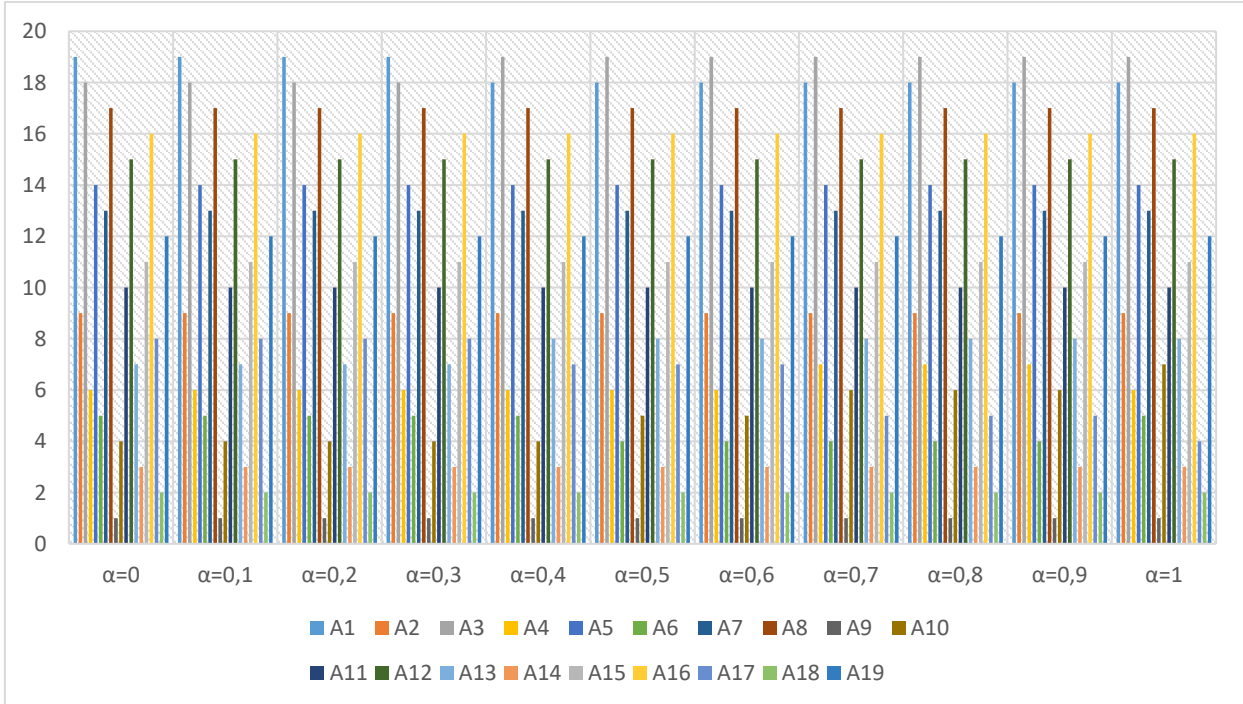
Analizin ilk aşamasında α parametresi farklı değerlerle değiştirilerek, nihai sıralama sonuçları üzerindeki etkileri incelenmiştir. α parametresi 0 'dan başlanıp her senaryoda 0.1 artırılarak 1'e kadar

değiştirilmiştir. Bu şekilde farklı α değerlerine göre elde edilen kriter ağırlıkları temelinde önerilen modelin uygulanması sonucunda alternatiflerin sıralamaları üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, α parametresinin değişimine göre hesaplanan yeni kriter ağırlıkları Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 2. α Parametresindeki Değişikliklere Karşı Yeni Kriter Ağırlıkları

Hesaplanan bu kriter ağırlıkları (Şekil 2) esas alındığında alternatiflere ilişkin elde edilen nihai sıralama sonuçları Şekil 3’de gösterilmiştir.



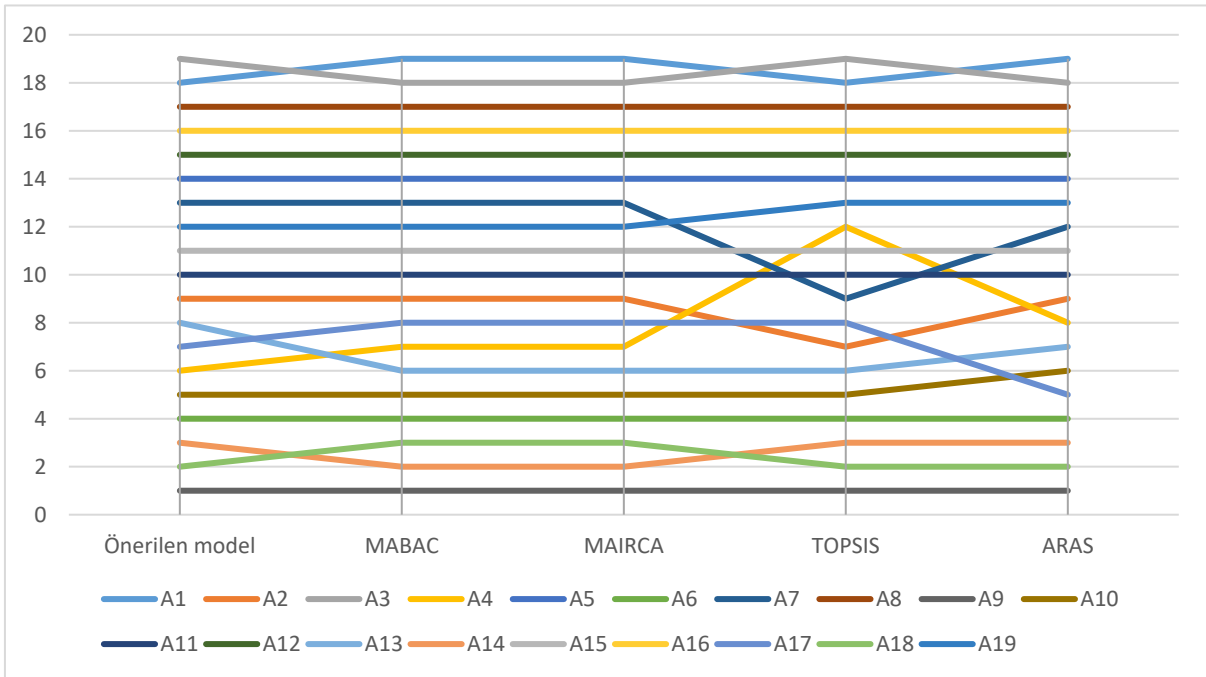
Şekil 3. α Parametresindeki Değişikliklerin Sıralama Sonuçları Üzerindeki Etkileri

Şekil 3'den görüleceği üzere, α parametresinin denenen tüm değerleri için ilk sırada yer alan A9 alternatifinin sıra konumunda değişme olmadığı, bunun yanısıra en son sırada yer alan A1 alternatifinin α parametresinin [0.4,1.0] aralığında sıra konumunun sondan bir önceki sıraya iyileştiği gözlemlenmiştir. Bunun haricinde, α parametresinin değişen değerlerine karşı A3, A6, A10, A13 ve A17 alternatiflerinin sıra konumlarında bazı değişikliklerin olduğu geri kalanların sıralamalarında ise herhangi bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir.

ii. Karşılaştırma analizi:

İkinci aşamada, bu çalışmada önerilen modelin sonuçları farklı karar verme yaklaşımlarıyla karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda, MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison) (Pamuçar & Ćirović, 2015), MAIRCA (MultiAttributive Ideal-Real Comparative Analysis) (Pamuçar ve ark., 2014), TOPSIS (Yoon and Hwang, 1981) (Technique for Order Performance by Similarity to İdeal Solution), ARAS (A New Additive Ratio Assessment) (Zavadskas & Turskis, 2010) gibi önceden başarılı sonuçlar veren yöntemler kullanılmıştır.

Başlangıç karar matrisine bu dört yöntem ayrı ayrı uygulanarak alternatiflerin tercih dereceleri ve sıralama performansları belirlenmiştir. Şekil 4, uygulanan bu yaklaşımlardan elde edilen sıralama sonuçlarını göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, A9 en uygun alternatif olarak belirlenmiştir ve tüm yöntemlerde en iyi alternatif olarak kabul edilmiştir. A2, A5, A8, A10, A11, A12, A15 ve A16 alternatifleri ise uygulanan yöntemlerde orijinal sıralarını korumuştur. Diğer alternatiflerde küçük farklılıklar gözlemlenmiştir.



Şekil 4. Karşılaştırma Analizine İlişkin Elde Edilen Sonuçlar

Önerilen entegre model ile diğer yöntemler arasındaki korelasyon incelendiğinde, MABAC ve MAIRCA yöntemlerinin en yüksek korelasyona sahip olduğu görülmüştür (0,991). Diğer yöntemler de yüksek korelasyonla bu ikiliden sonra gelmektedir. Örneğin, ARAS ile korelasyon 0,988 iken, TOPSIS ile önerilen yaklaşım arasında 0,946'lık bir korelasyon hesaplanmıştır. Tablo 13, uygulanan yöntemler arasındaki korelasyon katsayılarını göstermektedir.

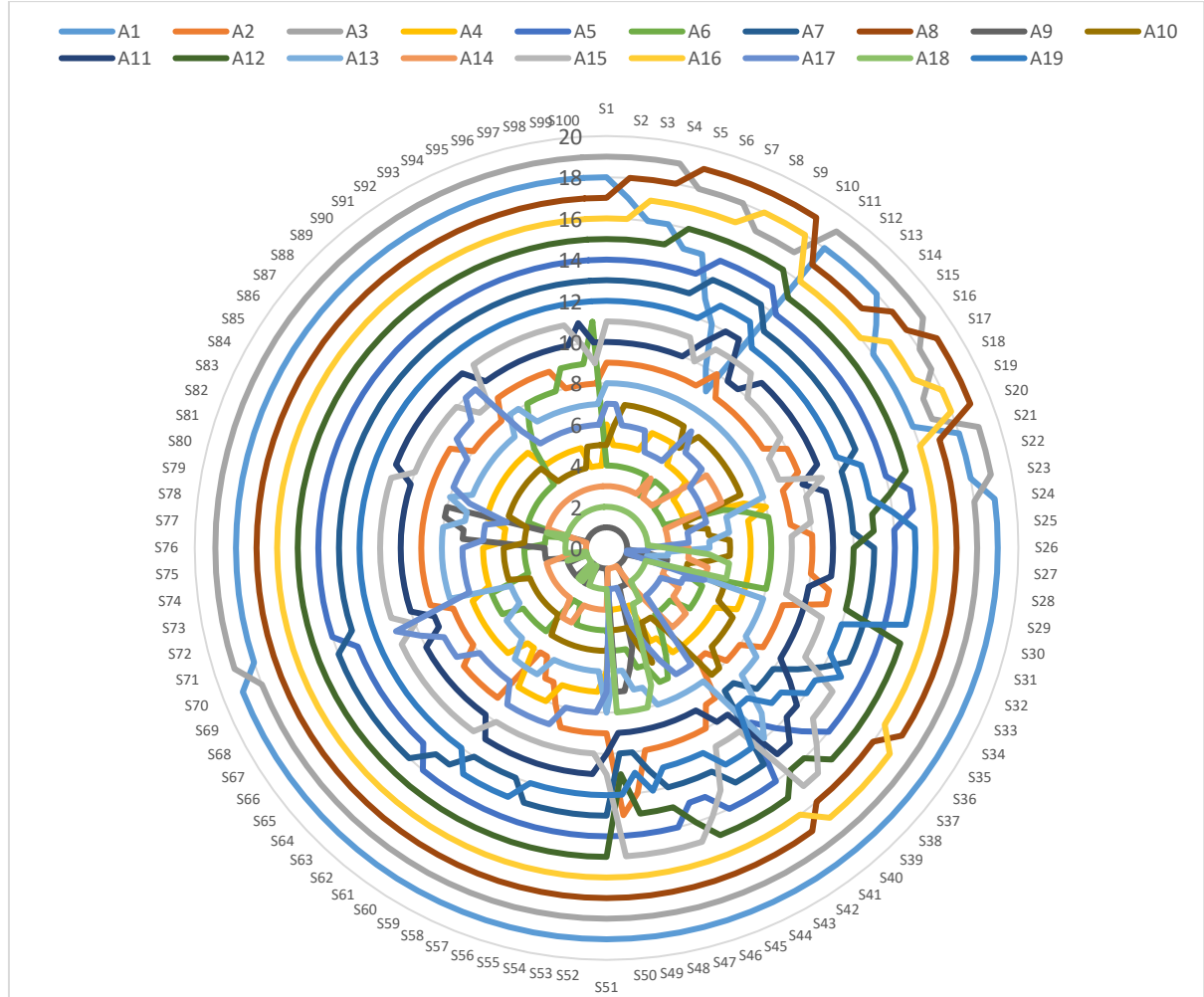
Tablo 13. Karşılaştırma Analizi İle Elde Edilen Korelasyon Değerleri

Onerilen_model	MABAC	MAIRCA	TOPSIS	ARAS	
Onerilen_model	1,000	,991	,991	,946	,988
MABAC	,991	1,000	1,000	,956	,986
MAIRCA	,991	1,000	1,000	,956	,986
TOPSIS	,946	,956	,956	1,000	,963
ARAS	,988	,986	,986	,963	1,000

Sonuç olarak değerlendirildiğinde önerilen model ve diğer popüler yaklaşımların sonuçları arasında elde edilen yüksek korelasyon katsayısı, bu çalışmada önerilen modelin sonuçlarını büyük ölçüde desteklemektedir.

iii. Kriter ağırlıklarındaki değişimlerin genel sonuçlara etkisinin incelenmesi:

Duyarlılık analizinin bir sonraki aşamasında, Görçün ve Doğan (2023), Görçün ve ark., (2021), Zolfani ve ark., (2022) gibi çalışmalarda önerilen yaklaşım izlenerek, kriter ağırlıklarındaki değişikliklerin sıralama sonuçları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Her bir kriterin ağırlığı %10 azaltılarak toplam değeri sabitlenmiş ve bu işlem en az etkili kritere kadar tekrarlanmıştır. Yeni ağırlık değerleri alternatiflerin sıralanması için kullanılmış ve toplamda 100 farklı senaryo üretilmiştir.

**Şekil 5. Senaryolara Göre Yeni Sıralama Sonuçları**

Şekil 5’de gösterilen sonuçlar ele alındığında, ortalama benzerlik oranının %60 olduğunu ve bu değer 19 alternatifin değerlendirildiği bir süreç için kabul edilebilir olduğunu göstermektedir. Ancak, hemen her alternatifin kriterlerdeki değişikliklere duyarlı olduğu, bazı alternatiflerin ise (A16, A5, A8, A12, A18, A19 ve A9 gibi) kriter ağırlıklarındaki değişimlere daha dirençli olduğu belirlenmiştir. Bu alternatiflerin

genellikle %80 ve üzerinde kriter ağırlıkları değiştirildiğinde sıralama performanslarının değiştiği görülmüştür. Diğer alternatiflerin direnci ise daha düşüktür.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

BIST Enerji endeksinde yer alan şirketlerin 2022 yılına ait finansal performanslarının değerlendirildiği bu çalışmada belirlenen 10 adet kriter, aynı konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda en çok kullanılan finansal oranlardan seçilmiştir. Kriterlerin ağırlıkları ise, SWARA ve Entropi gibi iki yöntemin birleştirilmesi sonucu elde edilen modelin kullanılması ile belirlenmiştir. Bu işlem sonucu işletmelerin performanslarına etki eden en etkili kriterin özsermaye kârlılığı olduğu tespit edilmiştir. Bu kriteri ikinci olarak aktif kârlılık takip ederken toplam borcun toplam pasife bölünerek elde edilen kaldıraç oranı ise üçüncü cari oran da dördüncü sırada yer almıştır. Özsermaye kârlılığı ve aktif kârlılık gibi kârlılık göstergelerinin yatırımcılar için güvenilir ve öncelikli bir gösterge oluşu diğer yandan, likidite ve borçlanma düzeyi gibi finansal yapı göstergelerinin şirketlerin finansal gücü ve rekabet avantajı sağlamada önemli bir ölçü olduğundan, kriterlerin bu şekilde sıralanması her birinin önem derecesini ve paydaşlar için sağladığı değeri yansıtmaktadır. RAFSI yöntemi ile yapılan firmaların finansal performans sıralamasında ise, çalışmada A9 kodla yer alan ve BIST kodu ENJSA olan Enerjisa Enerji A.Ş. şirketi birinci olmuştur. Bu firmayı A6 BIOEN kodlu Biotrend Çevre ve Enerji Yatırımları A.Ş. ikinci, A17 PAMEL kodlu Pamel Yenilenebilir Elektrik Üretim A.Ş. işletmesi ise üçüncü olarak takip etmiştir. Çalışmanın son kısmında ise elde edilen sonuçların ve önerilen modelin sağlamlığının ve geçerliliğinin test edilmesi adına kapsamlı bir duyarlılık analizi yapılmıştır.

Bu çalışmada, kriterlerin ağırlıklandırılması için kullanılan SWARA ve Entropi yöntemlerinin birleştirilmesi ile yeni bir model önerilmiştir. Bu birleştirmenin ürettiği ağırlıklandırma modelini RAFSI yöntemi ile entegre ederek sağlam ve pratik sonuçlar veren bir karar verme yaklaşımının geliştirilmiştir. Geliştirilen bu modelle, subjektif ve objektif değerlendirmeler birleştirilerek gerçek hayat koşullarına uygun çözümler üretilebilmektedir. Bu önerilen model ile, çalışmamızın hem diğer çalışmalardan farklı bir özelliğe sahip olduğunu hem de bu açıdan literatüre katkısından da söz edebiliriz.

Ancak, çalışmada bazı sınırlılıklar da bulunmaktadır. Öncelikle, kullanılan metodoloji ve veri kaynaklarının kısıtlılıkları çalışmanın sınırlılıklarını oluşturur. Sadece enerji şirketlerinin finansal performansını ele almak, diğer sektörlerin finansal performansını dikkate almamak çalışmanın kapsamını daraltır. Ayrıca, belirli bir döneme odaklanmak, finansal performansın uzun vadeli trendlerini ve değişimlerini tam olarak anlamamıza engel olabilir. Kullanılan finansal göstergelerin kapsamının yeterli olmaması çalışmanın bir diğer sınırlılığıdır. Sadece finansal oranlardan belirli göstergelerin ele alınması, borsa performansı ve operasyonel verimlilik gibi diğer önemli finansal göstergelerin göz ardı edilmesi gibi. Bir diğer sınırlılık, finansal performansın tam olarak anlaşılmasını sağlayacak niteliksel analiz ve bağlamın eksikliğidir. Sadece sayısal verilere dayanan finansal göstergeler, şirketlerin stratejik kararlarını, pazar dinamiklerini ve endüstriyel trendleri tam olarak anlamamıza yardımcı olmaz. Bu sınırlılıklara rağmen, çalışmanın sunduğu bulgular ve analizler, enerji şirketlerinin finansal performansını anlamak ve değerlendirmek için önemli bir başlangıç noktası sağlar. Gelecekteki çalışmalar, bu sınırlılıkları ele alarak daha kapsamlı bir analiz sunabilir. Öncelikle, enerji sektörüyle birlikte diğer endüstrilerin finansal performansını içeren geniş kapsamlı bir çalışma yapılabilir. Bu, endüstri ve sektör dinamiklerinin daha iyi anlaşılmasına ve karşılaştırmalı analizlerin yapılmasına olanak sağlar. Ayrıca, gelecekteki araştırmalar daha fazla finansal göstergeyi dikkate alabilir. Örneğin, likidite, borç yönetimi, operasyonel verimlilik gibi diğer önemli finansal göstergelerin yanı sıra çevresel, sosyal ve yönetim (ESG) faktörlerini de içerebilir. Bu, finansal performansın sürdürülebilirlik ve kurumsal sosyal sorumluluk açısından da değerlendirilmesini sağlar. Son olarak, gelecekteki çalışmaların uzun vadeli ve kapsamlı bir perspektif sunması önemlidir. Finansal performansın zaman içindeki değişimlerini, endüstriyel trendleri ve pazar dinamiklerini anlamak için uzun vadeli trend analizleri yapılabilir. Ayrıca, çeşitli paydaşların ihtiyaçlarını ve beklentilerini daha iyi karşılayacak şekilde tasarlanması ve uygulanması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağ, A., ve Kuloğlu, E. (2020). İşletmelerin Finansal Performansının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Tespit Edilmesi: Borsa İstanbul'da İşlem Gören Enerji İşletmelerine Yönelik Bir Uygulama. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10(16), 3756-3772. <https://doi.org/10.26466/opus.746452>
- Akgün, A. (2022). BIST Enerji Şirketlerinin CRITIC ve CODAS Bütünleşik Yaklaşımı ile Finansal Açından Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 48, 338-356. <https://doi.org/10.52642/susbed.1111547>
- Aksu, M., ve Geçer, E. (2023). Financial Benchmarking of Energy Companies in The Borsa Istanbul. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(2), 322-334. doi:10.29106/fesa.1196797
- Alossta, A., Elmansouri, O., & Badi, I. (2021). Resolving a Location Selection Problem by Means of an Integrated AHP-RAFSI Approach. *Reports in Mechanical Engineering*, 2(1), 135-142.
- Argun, I. D., ve Altinoluk, H. (2022). Financial Performance Analysis of Firms in the Energy Sector with Multi-Criteria Decision-Making Methods. 2022 IEEE Technology and Engineering Management Conference: Societal Challenges: Technology, Transitions and Resilience Virtual Conference, TEMSCON EUROPE 2022, 21-25. doi:10.1109/TEMSCONEUROPE54743.2022.9801968
- Arsu, T. (2021). Finansal Performansın Entropi Tabanlı ARAS Yöntemi ile Değerlendirilmesi: BIST Elektrik, Gaz ve Buhar Sektöründeki işletmeler Üzerine Bir Uygulama. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 39(1), 15-32. <https://doi.org/10.17065/huniibf.740393>
- Babacan, A., ve Tuncay, M. (2022). Türk Enerji Sektöründe Çalışma Sermayesi ve Finansal Performans Arasındaki Etkileşim: SWARA, AHP ve TOPSIS Yöntemleriyle Karşılaştırmalı Bir Araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 1976-2005. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.1097378>
- Bağcı, H., ve Yüksel Yiğiter, Ş. (2019). BİST'te Yer Alan Enerji Şirketlerinin Finansal Performansının SD ve WASPAS Yöntemleriyle Ölçülmesi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 877-898. doi: 10.29029/busbed.559885
- Božanić, D., Milić, A., Tešić, D., Sařabun, W., & Pamučar, D. (2021). D Numbers – FUCOM- Fuzzy RAFSI Model for Selecting the Group of Construction Machines for Enabling Mobility. *Facta Universitatis Series:Mechanical Engineering*, 19(3 Special Issue), 447-471. doi:10.22190/FUME210318047B
- Çiftçi, H. N., Kuzu Yıldırım, S., ve Yıldırım, B. F. (2021). Nakit Akış Oranlarına Dayalı Finansal Performansların Kombine Uzlaşık Çözüm Yöntemi ile Analizi: BIST'te İşlem Gören Enerji Firmaları Üzerine Bir Uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 92, 207-224. <https://doi.org/10.25095/mufad.947737>
- Çiftçi, H. N., ve Yıldırım, B. F. (2020). BİST Enerji Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performanslarının İncelenmesi: Gri Sayılara Dayalı Zaman Kesiti Örneği. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 22(3), 384-404. <https://doi.org/10.31460/mbdd.723322>
- Dağistanlı, H. A. (2023). An Integrated Fuzzy MCDM and Trend Analysis Approach for Financial Performance Evaluation of Energy Companies in Borsa Istanbul Sustainability Index. *Journal of Soft Computing and Decision Analytics*, 1(1), 39-49. <https://doi.org/10.31181/jscda1120233>
- Demir, G. (2021). Özel Sermayeli Mevduat Bankalarında Performans Analizi: SWARA-RAFSI Bütünleşik Model Uygulaması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(4), 1359-1382. <https://doi.org/10.16951/atauniiibd.897065>
- Eyüboğlu, K., ve Çelik, P. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Analizi ile Elektrik Üretim Şirketlerinin Finansal Performans Analizi: Entropi Tabanlı Cocoso Yöntemi. *Business and Economics*

- Research Journal, *Uludag University, Faculty of Economics and Administrative Sciences*, 7(3), 21-37. doi number: 10.20409/berj.2016321806
- Görçün, Ö. F. (2019a). Kentsel Lojistikte Kullanılan Hafif Raylı Sistem Hatlarının Entegre Entropi ve EATWOS Yöntemleri Kullanılarak Analizi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), 254-267.
- Görçün, Ö. F. (2019b). Orta Asya Türk Cumhuriyetlerinin Lojistik ve Taşımacılık Performansları ve Verimliliklerinin Analizi için Hibrid bir Çok Kriterli Karar Verme Modeli. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 2775-2798. <https://doi.org/10.33206/mjss.511522>
- Görçün, Ö. F. (2019c). Uluslararası Taşımacılık İşletmelerinin Çekici Araç Seçimlerinin Entegre AHP, Entropi ve TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(3), 899-922. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.521611>
- Görçün, Ö. F. (2020). Efficiency Analysis of Black Sea Container Seaports: Application of an Integrated MCDM Approach. *Maritime Policy and Management*, 48(5), 672-699. <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1783467>
- Görçün, Ö. F., ve Doğan, G. (2023). Mobile Crane Selection in Project Logistics Operations Using Best and Worst Method (BWM) and Fuzzy Measurement of Alternatives and Ranking According to Compromise Solution (MARCOS). *Automation in Construction*, 147, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104729>
- Görçün, Ö. F., ve Küçükönder, H. (2021). A Novel Performance Evaluation Technique Based on Integrated Weighting Approach: A Case Study In The Field of Sport Management. *Decision Science Letters*, 10(4), 511-524. <https://doi.org/10.5267/j.dsl.2021.5.004>
- Görçün, Ö. F., ve Küçükönder, H. (2023). Liman Seçim Problemi İçin Entegre Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı Önerisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi*, 15(1), ss.1-34. <https://doi.org/10.18613/deudfd.915166>
- Görçün, Ö. F., Senthil, S., & Küçükönder, H. (2021). Evaluation of Tanker Vehicle Selection Using A Novel Hybrid Fuzzy MCDM Technique. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(2), 140-162. <https://doi.org/https://doi.org/10.31181/dmame210402140g>
- İlkuçar, M., ve Çifci, A. (2016). Performance Evaluation of Electricity Generation Companies Traded on BIST According to the Financial Parameters Through the Application of TOPSIS Method. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 2(3), 815-824. <https://doi.org/10.24289/ijsser.279025>
- Karcıoğlu, R., Yalçın, S., ve Gültekin, Ö. F. (2020). Sezgisel Bulanık Mantık ve Entropi Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Finansal Performans Analizi: BİST’de İşlem Gören Enerji Şirketleri Üzerine Bir Uygulama. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 360-372. <https://doi.org/10.33206/mjss.535211>
- Kavas, Y. B., Medetoğlu, B., ve Öztürk, M. (2023). Finansal Performans Analizi: TOPSIS ve MOORA Yöntemleriyle BIST Elektrik Gaz ve Buhar Sektörü Üzerine Bir Uygulama. *EKEV Akademi Dergisi*, (94), 330-344. <https://doi.org/10.17753/sosekev.1233855>
- Kaya Kayapınar, S., Pamucar, D., & Aycin, E. (2022). A New Hybrid Fuzzy Multi-Criteria Decision Methodology for Prioritizing the Antivirus Mask Over COVID-19 Pandemic. *Informatica*, 33(3), 545-572. <https://doi.org/10.15388/22-INFOR475>
- Kayahan Karakul, A., ve Özyayın, G. (2019). TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri ile Finansal Performans Değerlendirmesi: XELKT Üzerinde Bir Uygulama. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 60, 68-86.
- Keleş, M. K., Armağan, İ. Ü., ve Özdağoğlu, A. (2021). Elektrik Enerjisi Üreten Şirketlerin Covid-19 Salgın Ortamındaki Finansal Performanslarının ROC ve SMART Bütünleşik Yaklaşımı ile

- Analizi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 227-235. <https://doi.org/10.33905/bseusbed.1005798>
- Kendirli, S., Çıtak, F., ve İşleyen, A. (2021). Finansal Performansın TOPSİS Yöntemi ile Belirlenmesi: BİST Elektrik Gaz ve Buhar Şirketlerinde Uygulanması. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 56(4), 2321-2334. doi: 10.15659/3.sektor-sosyal-ekonomi.21.10.1644
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA). *Journal of Business Economics and Management*, 11(2), 243-258. <https://doi.org/10.3846/jbem.2010.12>
- Kuvat, Ö., ve Güler, G. (2020). Energy Sector Analysis with Fuzzy TOPSIS. *International Scientific and Vocational Studies Journal*, 4(1), 37-48.
- Madenöglü, F. S., Ünlüsoy, Ö. F., & Yılmaz, Ç. (2022). Performance Evaluation of Energy Companies with A Novel Integrated Multi-Criteria Decision Making Method. *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(26), 640-658. <https://doi.org/10.36543/kauibfd.2022.027>
- Makki, A., & Alqahtani, A. (2023). Capturing the Effect of the COVID-19 Pandemic Outbreak on the Financial Performance Disparities in the Energy Sector: A Hybrid MCDM-Based Evaluation Approach. *Economies*, 11(2), 1-21. <https://doi.org/10.3390/economies11020061>
- Mavi, R. K., Goh, M., & Zarbakhshnia, N. (2017). Sustainable Third-Party Reverse Logistic Provider Selection with Fuzzy SWARA and Fuzzy MOORA in Plastic Industry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 91, 2401-2418. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9880-x>
- Mercan, Y., ve Çetin, O. (2019). COPRAS ve VIKOR Yöntemleri ile BİST Elektrik Endeksindeki Firmalarının Finansal Performans Analizi. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 5(9), 123-139.
- Metin, S., Yaman, S., ve Korkmaz, T. (2017). Finansal Performansın TOPSIS ve MOORA Yöntemleri ile Belirlenmesi: BİST Enerji Firmaları Üzerine Karşılaştırmalı Bir Uygulama. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2), 371-394.
- Orçun, Ç. (2019). Enerji Sektöründe WASPAS Yöntemiyle Performans Analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 19(2), 439-453. <https://doi.org/10.11616/basbed.v19i47045.537839>
- Özdemir, O., ve Parmaksız, S. (2022). BİST Enerji İşletmelerinin Finansal Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Karşılaştırılması: TOPSIS ve EDAS Yöntemleri ile Analiz. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (6)1, 34-56.
- Pamuçar, D., & Ćirović, G. (2015). The Selection of Transport and Handling Resources in Logistics Centers Using Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison (MABAC). *Expert Systems with Applications*, 42(6), 3016-3028. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.11.057>
- Pamuçar, D., Vasin, L., & Lukovac, V. (2014). Selection of Railway Level Crossings for Investing in Security Equipment Using Hybrid DEMATEL-MARICA Model. XVI International Scientific-Expert Conference on Railway, Railcon'14, November, 89-92.
- Sakarya, Ş., Yıldırım, H. H., ve Akkuş, H. T. (2015). BİST'de İşlem Gören Enerji Şirketlerinin Finansal Performanslarının TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile Belirlenmesi. 19. Finans Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Çorum, 21-24 Ekim 2015, 601-616.
- Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3), 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Sonmez, F., Baysal, G., Baysal, I. A., ve Bademcioglu, M. (2023). Determining the financial performances of BİST-100 energy companies by TOPSIS method. *Pressacademia*, 16, 149-155. <https://doi.org/10.17261/pressacademia.2023.1680>

- Terzioğlu, M. K., Kurt, E. S., Yaşar, A., ve Köken, M. (2022). BİST100-Enerji Sektörü Finansal Performansı: SWARA-VIKOR ve SWARA-WASPAS. *Alanya Akademik Bakış*, 6(2), 2439-2455. <https://doi.org/10.29023/alanyaakademik.1079820>
- Topal, A. (2021). Financial Performance Analysis of Electricity Generation Companies with Multi-Criteria Decision Making: Entropy-Based Cocoso Method. *Business & Management Studies: An International Journal*, 9(2), 532-546. doi: <https://doi.org/10.15295/bmij.v9i2.1794>
- Yoon, K., & Hwang C. L. (1981). Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, A State of the Art Survey. Berlin: Springer, Verlag.
- Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). A New Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Multicriteria Decision-Making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159-172. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.10>
- Zhang, X., Wang, C., Li, E., & Xu, C. (2014). Assessment Model of Ecoenvironmental Vulnerability Based on Improved Entropy Weight Method. *The Scientific World Journal*, 1(1), 1-7. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/797814>
- Žižović, M., Pamučar, D., Albijanić, M., Chatterjee, P., & Pribičević, I. (2020). Eliminating Rank Reversal Problem Using a New Multi-Attribute Model - The RAFSI Method. *Mathematics*, 8(6), 1-16. <https://doi.org/10.3390/math8061015>
- Zolfani, S. H., & Šaparauskas, J. (2014). New Application of SWARA Method in Prioritizing Sustainability Assessment Indicators of Energy System. *Engineering Economics*, 24(5), 408-414. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.24.5.4526>
- Zolfani, S. H., Görçün, Ö. F., Kundu, P., & Küçükönder, H. (2022). Container Vessel Selection for Maritime Shipping Companies by Using an Extended Version of the Grey Relation Analysis (GRA) With the Help of Type-2 Neutrosophic Fuzzy Sets (T2NFN). *Computers & Industrial Engineering*, 171, 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108376>

Ekler**Tablo A. BIST Enerji Endeksinden Elde Edilen Ham Veriler**

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10
A1	0.96	0.88	0.12	0.39	0.44	14.1	13.5%	19.9%	(29.0%)	(397.1%)
A2	1.14	0.53	0.30	0.92	1.47	3.4	14.7%	17.6%	15.9%	34.6%
A3	0.49	0.84	0.33	0.22	0.41	6.3	49.3%	73.7%	(23.6%)	(132.4%)
A4	1.99	0.56	0.04	0.07	0.08	7.7	36.3%	72.1%	(0.1%)	(0.2%)
A5	0.62	0.70	0.21	0.35	0.45	5.8	32.7%	39.5%	3.2%	11.7%
A6	1.44	0.70	0.26	0.32	0.64	6.36	11.90	26.62%	1.54%	5.41%
A7	0.51	0.64	0.32	0.36	0.45	11.23	22.79%	27.13%	5.79%	17.90%
A8	0.5	0.53	0.19	0.29	0.34	5.6	21.0%	28.5%	(6.6%)	(16.0%)
A9	0.9	0.70	0.45	1.09	22.27	5.8	14.8%	15.9%	11.2%	38.1%
A10	2.18	0.41	0.09	0.16	0.20	2.67	93.5%	45.0%	29.3%	51.6%
A11	1.35	0.44	0.16	0.32	0.62	5.8	75.0%	86.8%	11.6%	20.4%
A12	0.45	0.40	0.06	0.09	0.09	7.6	68.0%	62.5%	6.4%	11.0%
A13	2.27	0.27	0.09	0.15	0.18	2.2	99.5%	99.5%	29.1%	42.6%
A14	2.09	0.61	0.10	0.17	0.22	2.5	81.6%	42.5%	27.8%	70.8%
A15	1.40	0.32	0.22	1.12	1.64	5.7	8.4%	12.3%	4.8%	7.5%
A16	0.86	0.47	0.19	0.28	0.36	4.2	18.1%	23.5%	(3.1%)	(7.3%)
A17	0.38	0.27	0.04	0.06	0.06	17.1	254.8%	286.9%	2.5%	3.6%
A18	1.23	0.75	0.71	1.21	12.18	2.99	17.15%	18.90%	13.81%	70.24%
A19	0.68	0.83	0.27	0.41	0.79	5.45	23.54%	31.88%	0.69%	4.60%

Research Article

BIST Enerji Endeksinde İşlem Gören Firmaların Finansal Performanslarının Analizi

Analysis of The Financial Performances of Companies Traded in The BIST Energy Index

<p>Hande KÜÇÜKÖNDER Doç.Dr.,Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi hkucukonder@bartin.edu.tr https://orcid.org/0000-0002-0853-8185</p>	<p>Mustafa ÇANAKÇIOĞLU Doç.Dr.,İstanbul Gelişim Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi mcanakcioglu@gelisim.edu.tr https://orcid.org/0000-0001-7462-9934</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Extensive Summary

Introduction

According to reports from the United Nations, the global population is undergoing rapid expansion, compounded by urbanization and migration trends. This surge amplifies energy demands, posing significant challenges reconciling them with existing resources. Governments and public entities are thus engaged in the quest for viable solutions to this mounting energy demand, positioning the energy sector as a pivotal driver of economic growth and development. However, the substantial costs associated with energy investments present formidable barriers for new market entrants and incumbent players striving to meet investment requirements. Consequently, the augmentation of such investments and providing more precise insights to investors assume pivotal roles in advancing developmental objectives.

The efficacy of evaluating companies within the energy index hinges upon the availability of dependable decision-making tools. Beyond being stable, consistent, and robust, an ideal model must also accommodate the subjective evaluations of decision-makers, crucial in addressing real-world complexities. Given the limitations inherent in obtaining precise numerical data under practical circumstances, excluding human judgment from assessments presents a challenge in securing reliable outcomes. Consequently, while extant studies predominantly rely on financial metrics, they overlook decision-makers' experiential insights and expertise.

To address these concerns, this study proposes a comprehensive procedure integrating multiple criteria decision-making (MCDM) methodologies, including SWARA, Entropy, and RAFSI, to give decision-makers a resilient decision-making framework. This model is tailored to generate solutions aligned with real-world exigencies and surmount constraints by amalgamating subjective and objective assessments. In contrast to prevailing literature, the proposed model stands out for its adeptness in tackling decision-making challenges by melding subjective and objective appraisals.

The subsequent sections of the study comprise a meticulous review of the literature in the second section, delineating research lacunae and motivational factors. The third section expounds on the proposed model and its application steps, while the fourth section elucidates the utilization of the hybrid approach to gauge the performance of energy companies. A comprehensive sensitivity and comparative analysis are conducted in the fifth section. Finally, the last section encapsulates the findings, deliberates upon them, outlines future research trajectories, and furnishes recommendations.

Problem Statement

The rapid increase in global population, coupled with urbanization and migrations, has led to a significant surge in energy demand. However, meeting this escalating demand with existing energy

resources poses substantial challenges. Despite efforts by countries and public authorities to address this issue, energy investments remain prohibitively expensive, hindering the entry of new businesses into the market and impeding the ability of existing enterprises to meet investment requirements. Additionally, the absence of reliable decision-making tools that incorporate both subjective assessments and objective evaluations further complicates evaluating the performance of energy companies. Therefore, there is a pressing need for a robust and stable decision-making model that integrates subjective and objective assessment to address the complexities of the energy sector.

Research Questions:

- i.* What are the primary challenges associated with meeting the escalating energy demand with existing resources in the face of rapid population growth, urbanization, and migrations?
- ii.* How do energy investments contribute to economic growth and development, and what barriers do they pose for new businesses entering the market or existing enterprises meeting investment requirements?
- iii.* What are the shortcomings of existing decision-making tools in evaluating the performances of energy companies, and how can these be addressed through the integration of subjective and objective evaluations?
- iv.* What is the efficacy of the proposed multi-criteria decision-making (MCDM) model, comprising SWARA, Entropy, and RAFSI, in providing decision-makers with a reliable tool for evaluating energy companies' performances?
- v.* How does integrating subjective assessments and objective evaluations in the proposed model overcome the limitations of existing decision-making methods and provide solutions suitable for real-life conditions?

Method

The proposed Multi-Criteria Decision Making (MCDM) framework in this paper combines three main methods: SWARA, Entropy, and RAFSI (Ranking of Alternatives through Functional mapping of criterion sub-intervals into a Single Interval). SWARA facilitates pairwise comparisons to determine criteria weights, while Entropy measures uncertainty and identifies informative criteria. RAFSI provides a structured approach to handle uncertainties and subjective preferences in decision-making. Integrating these methods enables informed and robust decisions when evaluating energy companies' performances, addressing the limitations of traditional approaches.

Findings

In this study evaluating the financial performance of companies listed in the BIST Energy Index for 2022, ten criteria were identified based on the most commonly used financial ratios in previous studies on the same subject. The weights of these criteria were determined using a model derived from the combination of two methods, SWARA and Entropy. Through this process, it was found that the most influential criterion affecting the performances of businesses is the return on equity. Following this criterion, return on assets ranked second, while the leverage ratio obtained by dividing total debt by total equity and the current ratio ranked third and fourth, respectively. The prioritization of profitability indicators, such as return on equity and return on assets for investors, and financial structure indicators, such as liquidity and leverage for assessing companies' financial strength and competitive advantage, reflects the importance of each criterion and the value it provides for stakeholders.

Moreover, in ranking companies' financial performance using the RAFSI method, Enerjisa Energy Inc. ranked first with the BIST code ENJSA and the A9 code. Following this, Biotrend Environmental and Energy Investments Inc. ranked second with the A6 BIOEN code, and Pamel Renewable Electricity Generation Inc. with the A17 PAMEL code ranked third. In the final part of the study, a comprehensive sensitivity analysis was conducted to test the robustness and validity of the findings and the proposed model.

However, the study has some limitations. Firstly, the limitations of the methodology and data sources constitute the study's limitations. Focusing solely on the financial performance of energy companies

narrows the scope of the study by not considering the financial performance of other sectors. Additionally, focusing on a specific period may hinder a complete understanding of long-term trends and changes in financial performance. Another limitation is the inadequate scope of the financial indicators used. Focusing on specific financial ratio indicators neglects critical financial indicators, such as stock performance and operational efficiency. Another limitation is the lack of qualitative analysis and context to understand financial performance fully. Relying solely on numerical data from financial indicators does not fully help understand companies' strategic decisions, market dynamics, and industrial trends.

Conclusion and Discussion

This study presents a robust multi-criteria decision-making model for evaluating energy sector companies' financial performance. By combining SWARA, Entropy, and RAFSI methodologies, the model blends subjective and objective assessments to tailor solutions for real-world scenarios. Critical criteria like return on equity, return on assets, leverage ratio, and current ratio emerge as crucial indicators for investors. Enerjisa Enerji A.Ş., Biotrend Environment and Energy Investments Inc., and Pamel Renewable Electricity Generation Inc. rank prominently in the RAFSI-based assessment, affirming the model's efficacy. However, the study faces limitations due to methodological constraints and data sources, with a sectoral-centric bias toward energy companies. Future research could overcome these limitations by conducting a comprehensive analysis spanning diverse industries' financial performance. Integrating additional financial indicators, including environmental, social, and governance factors, would provide a nuanced assessment of sustainability and corporate social responsibility. Longitudinal trend analyses in future studies can illuminate shifts in financial performance, industry trends, and market dynamics. At the same time, efforts should be tailored to meet stakeholders' diverse needs and expectations, facilitating significant contributions across academic and practical realms.