

Çok kriterli karar verme analizi ile elektrik üretim şirketlerinin finansal performans analizi: Entropi tabanlı Cocoso yöntemi

Financial performance analysis of electricity generation companies with multi-criteria decision making: Entropy-based Cocoso method

Ayşe Topal¹ 

Öz

Günümüzde artan nüfus ve endüstrileşmeyle beraber, enerji tüketimi de hızla artmaktadır. Artan bu enerji ihtiyacını verimli bir biçimde karşılamak amacıyla 2000'li yıllarda Türkiye elektrik sektörü bir dönüşüm geçirerek, elektrik üretimi segmenti özelleştirmeye açılmıştır. Özelleştirme ile birlikte birçok özel teşebbüs elektrik sektörüne giriş yapmıştır. Elektrik üretim şirketlerinin, elektrik piyasasındaki rekabete uyum sağlayabilmeleri için finansal performanslarını iyileştirmeleri gerekmektedir. Bu çalışmanın temel amacı, elektrik üretim şirketlerinin finansal performanslarının değerlendirilmesi için Entropi ve CoCoSo yöntemlerine dayalı çok kriterli karar verme modelini uygulamaktır. Bu amaçla, ülkemizde kurulu gücü açısından ilk 40'ta yer alan Forbes 500 listesine girebilmiş 10 elektrik üretim şirketinin 2019 yılı finansal performanslarını çok kriterli karar verme tekniklerinden Entropi ve CoCoSo yöntemleri ile incelenmiştir. Kriter ağırlıkları Entropi ile bulunmuştur. Şirketlerin finansal performans sıralaması ise CoCoSo yöntemi ile yapılmıştır. Bu çalışmada net satış, net satış değişimi, faiz/vergi öncesi kâr, faiz/vergi öncesi kâr değişimi, aktif toplam, özkaynak, ihracat geliri ve personel sayısı kriterleri kullanılmıştır. Veri olarak, 10 enerji şirketinin Forbes 500'teki web sayfalarından alınan 2019 yılına ait gerçek verileri kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre en yüksek finansal performansa sahip elektrik üretim firması Enka'dır ve en düşük performans ise Gama Enerji şirketine aittir. Literatürde elektrik üretim şirketlerinin finansal performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak değerlendirildiği çeşitli çalışmalar mevcuttur. Ancak, diğer çalışmalardan farklı olarak, bu çalışmada Entropi ve CoCoSo yöntemleri kullanılarak elektrik üretim şirketlerinin finansal performansları değerlendirilmiştir. Ayrıca literatürde Fortune 500 listesinde yer alan Türkiye'den elektrik üretim şirketlerinin finansal performanslarını inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: ÇKKV, CoCoSo, Elektrik Üretim Şirketleri

Jel Kodları: M10, C02, Q40

Abstract

Energy consumption is increasing rapidly nowadays due to the increasing population and industrialization. To meet these growing energy needs efficiently, Turkey's electricity sector has begun to transform in the early 2000s, and the electricity generation segment has been opened to privatization. With the privatization, many private enterprises entered the electricity sector. Electricity generation companies need to improve their financial performance to adapt to competition in the electricity market. The primary purpose of this study is to apply the multi-criteria decision-making model based on Entropy and CoCoSo methods to evaluate the financial performance of electricity generation companies. For this purpose, the financial performances of 10 electricity generation companies which are the first 40 in terms of installed capacity in Turkey and are included in the Forbes 500 list, are analyzed with Entropy and CoCoSo methods, which are the multi-criteria decision-making techniques. Criterion weights were found by Entropy. The ranking of the electricity generation companies financial performances were made by the CoCoSo method. In this study, net sales, net sales change, profit before interest/tax, change in profit before interest/tax, total assets, equity, exports and number of employees are used. Actual data of 10 energy companies in 2019 taken from the Forbes 500 were used. According to the results, the electricity generation company with the highest financial performance is Enka, and the lowest performance belongs to the Gama Energy company. Various studies in the literature evaluate the financial performance of electricity generation companies using multi-criteria decision-making methods. However, unlike other studies, in this study, the financial performance of electricity generation companies was evaluated using Entropy and CoCoSo methods. In addition, there is no study examining the financial performance of the electricity generation companies from Turkey in the Fortune 500 list in the literature.

Keywords: MCDM, CoCoSo, Electricity Generation Companies

Jel Codes: M10, C02, Q40

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye,
ayse.topal@ohu.edu.tr
ORCID: 0000-0003-1882-4545

Başvuru/Submitted: 8/03/2021

Revizyon/Revised: 2/04/2021

Kabul/Accepted: 12/04/2021

Yayın/Online Published: 25/06/2021

Atıf/Citation: Topal, A., Çok kriterli karar verme analizi ile elektrik üretim şirketlerinin finansal performans analizi: Entropi tabanlı Cocoso yöntemi, bmij (2021) 9 (2): 532-546, doi: <https://doi.org/10.15295/bmij.v9i2.1794>

Extended Abstract

Financial performance analysis of electricity generation companies with multi-criteria decision making: Entropy-based Cocoso method

Literature

Various studies in which decision-making methods are used in the financial performance analysis of electricity generation facilities in the literature. Eyüboğlu and Çelik (2016) evaluated the financial performances of 13 energy companies operating in Turkey between 2008 and 2013 using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods with 15 criteria. İlkuçar and Çiftçi (2016) analyzed the 2015 financial performances of 6 energy generation companies traded in Borsa Istanbul in terms of 12 criteria using the TOPSIS method. Metin et al. (2017) compared the financial performances of 11 electricity generation companies in Borsa Istanbul between 2010-2015 using TOPSIS and MOORA methods and ten financial criteria. Öztel et al. (2018) evaluated a power generation company's corporate sustainability performance in Turkey by Entropy and TOPSIS methods with 14 economic, environmental, and social impact criteria. Bağcı and Yiğiter (2019) compared the financial performances of 15 energy companies traded in Borsa Istanbul between 2008 and 2017 in 16 criteria using Standard Deviation and WASPAS methods. Karakul and Özaydın (2019) evaluated the financial performance of 8 electricity generation companies registered in Borsa Istanbul in terms of 7 criteria using TOPSIS and VIKOR methods. Orçun (2019) evaluated the financial performances of the five electricity generation companies traded in Borsa Istanbul for 2016 and 2017 according to 8 criteria using Entropy and WASPAS methods. Ağ and Kuloğlu (2020) examined the 2019 performance of energy companies in Borsa Istanbul with the help of the DEA method. Çiftçi and Yıldırım (2020) examined the financial performances of 6 energy companies in Borsa Istanbul between 2011 and 2019 with the help of the Gray Relational Analysis method and Gray Entropy methods in terms of 20 criteria. Işık and Koşaroğlu (2020) evaluated the financial performances of 5 oil companies in Borsa Istanbul between 2010 and 2019 with the Standard Deviation and MAUT methods, taking into account eight criteria. Kara and Uslu (2020) compared the relative performance of the 21 electricity distribution companies operating in Turkey between 2013 and 2018 with the non-parametric DEA method. Karcioğlu et al. (2020) used Intuitive Fuzzy Logic and Entropy methods with 13 criteria to analyze the financial performance of 8 energy companies in Borsa Istanbul between 2013 and 2017. Kuvat and Güler (2020) examined the financial performances of 8 energy companies traded in Borsa Istanbul between 2014 and 2017 in terms of 10 criteria using the fuzzy TOPSIS method. Mercan and Çetin (2020) evaluated the financial performances of 7 electricity generation companies included in the Borsa Istanbul Electricity Index between 2014 and 2018 according to 5 criteria using COPRAS and VIKOR methods. Yenioğlu and Toklu (2021) compared the performances of 21 electricity distribution companies operating in Turkey between 2011 and 2016 with the help of stochastic DEA.

Methodology

In this study, ten electricity generation companies in the Fortune 500 list, which are in the top 40 in installed power, have been evaluated in terms of their financial performances in 2019 with the Entropy-based CoCoSo method. The calculation of the weights of the criteria was made by the Entropy method, which is the objective valuation method, and the CoCoSo method for the ranking of the alternatives. This evaluation was made using Entropy and CoCoSo methods over eight criteria. These criteria are net sales (NS), net sales change (NSD), earnings before interest/tax (FVOK), changes in earnings before interest/tax (FVOKD), total assets (AT), equity (OK), exports (IHR) and several employees (CS). The data are taken from the pages of the respective companies on the Fortune 500 website (<http://www.fortuneturkey.com/fortune500>).

Conclusion

In order to meet the increasing energy need efficiently, a privatization policy has been implemented in the electricity sector. As a result, many private enterprises started electricity generation activities, and competition in the electricity sector has increased day by day. Financial performance is an indicator of how efficiently a company carries out its activities. Companies in financial difficulties may face difficulties in the competitive market from time to time and may find it challenging to carry out their activities. This situation may cause problems in meeting the electricity demand. Based on this, in this study, the financial performances of 10 electricity generation companies in the top 40 in terms of installed power and included in the 2019 Fortune 500 list have been examined. Since performance analysis is carried out by considering more than one and conflicting criteria, it is a multi-criteria decision problem.

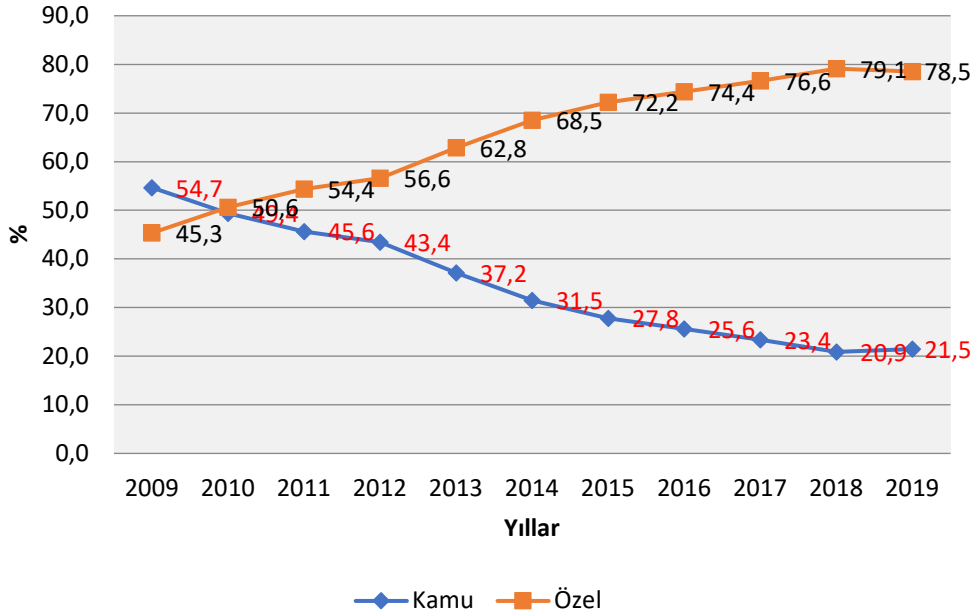
For this reason, Entropy and CoCoSo methods, which are among the multi-criteria decision-making methods, are used in this study. There are limited studies in the literature in which Entropy and CoCoSo methods were used together. Also, no study used the CoCoSo method in Turkish literature. In addition, there is a lack of a study that examines the financial performance of electricity generation companies in the Fortune 500 list with multi-criteria decision-making techniques. Therefore, this study contributes to the literature in three ways.

With the entropy method, the criterion with the highest weight was determined as FVOKD. Following this, according to their importance, IHR, OK, NSD, CS, FVOK, AT and NS come in order. According to the analysis made by the Entropy method, the most crucial criterion is "the change in profit before interest/tax". The least essential criterion is the "net sales" criterion. According to the multi-criteria decision-making analysis conducted with the CoCoSo method, the "ENKA" company comes first in financial performance. The second is "Akenerji". "Celikler" took third place. The fourth company is "Aksa Energy", and the fifth is "Enerjisa". The last five companies are "Zorlu Enerji", "Limak", "İcdas", "Odas", and "Gama Enerji", respectively.

Giriş

Enerji, üretimde önemli bir girdi olması nedeniyle sanayi devriminden itibaren ülkelerin ekonomik kalkınmasında en önemli faktörlerden biri olmuştur. İkincil enerji kaynağı olan elektrik, kolay kullanımı sebebiyle keşfinden itibaren hızla popüler hale gelmiş ve kömürü ikame ederek elektrik sektörü en önemli altyapı sektörlerinden biri haline gelmiştir. Artan nüfus ve sanayileşme ile yükselen elektrik tüketimi, ülkeleri artan elektrik talebini karşılayacak düzeyde istikrarlı, güvenilir ve çevresel olarak sürdürülebilir bir enerji kaynağı sağlamak konusunda plan ve politikalar yapmaya yönlendirmiştir. Bu amaçla 20. Yüzyılın ikinci yarısından itibaren birçok ülkede elektrik sektörü reformu gerçekleştirilmiştir. Bu reform ile elektrik sektörü dikey hiyerarşik yapıdan üretim, iletim, dağıtım ve perakende şeklinde dört ana fonksiyona göre ayrıştırıldığı rekabetçi serbest piyasaya dönüştürülmüştür.

Türkiye’de elektrik sektörü reformu Avrupa Birliği’ne (AB) uyum süreci içerisinde 2001 yılında ilan edilen 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu ortaya çıkmıştır. Bunu takiben 2004 yılında Elektrik Piyasası Reformu ve Özelleştirme Strateji Belgesi yayınlanarak üretim ve dağıtım segmentlerinin özelleştirilmesine başlanmıştır. Bu özelleştirmeler ile elektrik üretim sektörü önemli bir değişim yaşamıştır. Reform öncesi elektrik üretimi bir kamu şirketi olan Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ) tarafından gerçekleştirilirken, reform sonrası gerçekleşen özelleştirmeler ile özel şirketler bir bir sektöre girmeye başlamıştır. Şekil 1’den de görüleceği üzere, özel elektrik üretim şirketlerinin payı yıllar içerisinde artarak %80 seviyesine ulaşmıştır. Böylece, artan elektrik talebini karşılayama sorumluluğu özel sermayeli elektrik üretim şirketlerine geçmiştir. Bu sebeple, bu şirketlerin verimli bir biçimde işletilmesi için şirket performanslarının düzenli periyotlarla ölçülmesi talebin karşılanması açısından oldukça önemli hale gelmiştir.



Şekil 1: Türkiye Kurulu Gücünün Kamu ve Özel Sektöre Göre Dağılımı (2009-2019)

Kaynak: TEİAŞ (2020)

Bir şirketin finansal performansı o şirketin faaliyetlerini ne derece verimli bir biçimde gerçekleştirdiğinin göstergesidir. Elektrik üretim şirketlerinin finansal performanslarının düşük olması halinde elektrik üretim faaliyetlerini başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmeleri mümkün olamaz ve bu da talebin karşılanmasında problemlere neden olabilir. Bu çalışmanın temel amacı, elektrik üretim şirketlerinin finansal performanslarının değerlendirilmesi için Entropi ve CoCoSo yöntemlerine dayalı çok kriterli karar verme modelini uygulamaktır. Buradan hareketle, bu çalışmada 2019 yılı Fortune 500 listesinde bulunan 10 elektrik üretim şirketinin finansal performanslarını incelenmiştir. Performans analizi birden fazla ve birbiriyle çelişen kriter göz önüne alınarak gerçekleştirildiğinden, temelde birçok kriterli karar verme problemidir. Bu sebeple, bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden Entropi ve CoCoSo yöntemleri ile analiz yapılmıştır. Çok kriterli karar verme analizi iki bölüme ayrılmıştır; kriter ağırlıklandırma ve alternatif sıralama. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasında karar vericilerin subjektif değerlendirmelerine ihtiyaç duyulmaması ve kolay uygulanabilmesi sebebiyle objektif değerlendirme yöntemi olan Entropi yöntemi, alternatiflerin sıralanmasında ise yeni tekniklerden biri olan CoCoSo yöntemi farklı karar problemlerine uygulanabilirliği ve kolay kullanımı sebebiyle tercih edilmiştir.

Bu çalışma literatüre üç yönden katkı sağlamaktadır. Öncelikle, literatürde Entropi ve CoCoSo yöntemlerinin birlikte kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ayrıca, Türkçe literatürde CoCoSo yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ek olarak, Türkiye’de Fortune 500 listesinde de yer alan elektrik üretim şirketlerinin finansal performanslarını çok kriterli karar verme teknikleriyle inceleyen bir çalışma görülmektedir.

Çalışma toplamda beş bölüme ayrılmaktadır. İkinci bölümde, elektrik üretim şirketlerinin performans ölçümü ve Entropi ile CoCoSo yöntemleri üzerine literatürde yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Entropi ve CoCoSo yöntemlerinin metodolojileri üçüncü bölümde tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde, Entropi ve CoCoSo modeli ile 10 elektrik üretim şirketinin finansal performansları 8 kritere göre değerlendirilmiştir. Sonuç bölümünde ise elde edilen bulgular açıklanmış ve gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

Literatür taraması

Literatürde elektrik üretim şirketlerinin finansal performans analizinde karar verme yöntemlerinin kullanıldığı çeşitli çalışmalar mevcuttur. Eyüboğlu ve Çelik (2016), Türkiye’de faaliyet gösteren 13 enerji firmasının 2008 ve 2013 yılları arasındaki finansal performanslarını bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanarak 15 kriter üzerinden değerlendirmiştir. Avrasya Petrol, Turcas Petrol ve Aksu Enerji şirketleri en yüksek performansa sahip şirketler olarak bulunmuştur. İlkuçar ve Çiftçi (2016) TOPSIS yöntemini kullanarak Borsa İstanbul’da işlem gören 6 enerji üretim şirketinin 2015 yılı finansal performanslarını 12 kriter açısından analiz etmiştir. Ayen Enerji en yüksek performansa sahipken, Akenerji’nin en düşük performansa sahip olduğu görülmüştür. Metin, Yaman ve Korkmaz (2017), TOPSIS ve MOORA yöntemleri ile 10 finansal kriter kullanarak Borsa İstanbul’da yer alan 11 elektrik üretim firmasının 2010-2015 yılları arasındaki finansal performanslarını karşılaştırmıştır. Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. ve Aygaz her iki yöntemde de en yüksek performansa sahipken, Akenerji en düşük performansı göstermiştir. Öztel, Aydın ve Köse (2018) Entropi ve TOPSIS yöntemleri ile Türkiye’de faaliyet gösteren bir elektrik üretim firmasının (Akenerji) 2010 ve 2016 yılları arasındaki kurumsal sürdürülebilirlik performansını ekonomik, çevresel ve toplumsal etkileri açısından toplamda 14 kritere göre değerlendirmiştir. Bağcı ve Yiğiter (2019), SD (Standard Deviation) ve WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) yöntemlerini kullanarak Borsa İstanbul’da işlem gören 15 enerji firmasının 2008 yılı ile 2017 yılı arasındaki finansal performanslarını 16 kriter bakımından karşılaştırmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre en yüksek performansa sahip şirket Orge Enerji, en düşük performansa sahip şirket ise Akenerji’dir. Karakul ve Özaydın (2019) Borsa İstanbul’a kayıtlı 8 elektrik üretim firmasının finansal performanslarını TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile yedi kriter açısından değerlendirmiştir. Çalışmada, finansal performans açısından Aksa Enerji ve Enerjisa şirketleri en ön sıralarda yer alırken, Akenerji, Aksu Enerji ve Bomonti Elektrik şirketleri en alt sıralarda yer almaktadır. Orçun (2019) Borsa İstanbul’da işlem gören 5 elektrik üretim firmasının 2016 ve 2017 yıllarına ait finansal performanslarını Entropi ve WASPAS yöntemleri ile 8 kritere göre değerlendirmiştir. Ayen Enerji her iki yıl içinde en yüksek performansa sahip şirkettir. 2016 yılı için en düşük performansa sahip şirket Aksa Enerji, 2017 yılında ise Zorlu Enerji’dir. Ağ ve Kuloğlu (2020), Borsa İstanbul’da yer alan enerji firmalarının 2019 yılı performanslarını Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemi yardımıyla incelemiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre Akenerji, Aksu Enerji, Ayen Enerji, Enerjisa Enerji ve Zorlu Enerji şirketleri en yüksek performansa sahip şirketlerdir. Çiftçi ve Yıldırım (2020), Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ve Gri Entropi yöntemleri yardımıyla Borsa İstanbul’da yer alan 6 enerji firmasının 2011 ve 2019 yılları arasındaki finansal performanslarını 20 kriter açısından incelemiştir. Çalışma bulguları Aksa Enerjinin en yüksek performansa sahip olduğunu, Zorlu Enerji’nin ise en düşük performansa sahip olduğunu göstermiştir. Işık ve Koşaroğlu (2020), SD (Standart Sapma) ve MAUT (Çok Nitelikli Fayda Teorisi) yöntemleri ile Borsa İstanbul’da yer alan 5 petrol şirketinin 2010 ve 2019 yılları arasındaki finansal performanslarını 8 kriter göz önüne alarak değerlendirmiştir ve Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş. en yüksek performansa sahip şirket olarak bulunmuştur. Kara ve Uslu (2020), non-parametrik Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini kullanarak Türkiye’de faaliyette olan 21 elektrik dağıtım firmasının 2013 ve 2018 yılları arasındaki göreceli performanslarını karşılaştırmıştır. Karcioğlu, Yalçın ve Gültekin (2020) Borsa İstanbul’daki 8 enerji firmasının 2013 ve 2017 yılları arasındaki finansal performanslarını analiz etmek için 13 kriter ile Sezgisel Bulanık Mantık ve Entropi yöntemlerini kullanmıştır. En iyi performans gösteren şirketler Odaş ve Aksu Enerji olurken, en kötü performans gösterenler Aksa Elektrik ve Ayen Elektrik olmuştur.

Kuvat ve Güler (2020), fuzzy TOPSIS yöntemi ile Borsa İstanbul’da işlem gören 8 enerji şirketinin 2014 ve 2017 yılları arasındaki finansal performanslarını 10 kriter açısından incelemiştir. Bu çalışmaya göre Enerjisa ve Odaş şirketleri finansal performans açısından tüm yıllarda üst sıralarda yer alırken, Bomonti Elektrik ise son sıralarda yer almıştır. Mercan ve Çetin (2020) Borsa İstanbul Elektrik Endeksinde yer

alan 7 elektrik üretim şirketinin 2014 ve 2018 yılları arasındaki finansal performanslarını COPRAS ve VIKOR yöntemleri ile 5 kritere göre değerlendirmiştir. Her iki yöntem ve tüm yıllara göre Enerjisa şirketi finansal performans açısından en üst sırada yer alırken, Akenerji ve Zorlu son sıralardadır. Yenioğlu ve Toklu (2021), Stokastik Veri Zarflama Analizi yardımıyla Türkiye’de faaliyet gösteren 21 elektrik dağıtım şirketinin 2011 ve 2016 yılları arasındaki performanslarını karşılaştırmıştır.

Entropi yöntemi literatürde sıklıkla kullanılan objektif kriter ağırlığı hesaplama yöntemlerinden biridir. Tablo 1’de Entropi yöntemini kullanan çalışmalar verilmiştir.

Tablo 1: Literatürde Son Yıllarda Yayınlanmış Entropi Yöntemi ile İlgili Çalışmalar

Kaynak	Problem	Yöntem
Işık ve Adalı (2017)	Elma seçimi	Entropi ve ROV
Perçin ve Sönmez (2018)	Sigorta şirketlerinin performans değerlendirmesi	Entropi ve TOPSIS
Ulutaş (2018)	Esnek üretim sistemi seçimi	Entropi ve ROV
Akçakaya ve Akçakaya (2019)	Büyükşehir performanslarının değerlendirmesi	Entropi, COPRAS ve ARAS
Akın (2019)	Makine seçimi	Entropi-ROV ve CRITIC-ROV
Canakcioglu (2019)	Bankaların performans değerlendirmesi	Entropi ve OCRA
Ece (2019)	Performans değerlendirmesi	Entropi ve TOPSIS
Özdağoğlu ve Keleş (2019)	Futbol kulübü finansal performans analizi	Entropi ve ROV
Rani, Mishra, Pardasani, Mardani, Liao ve Streimikiene (2019)	Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirmesi	Pisagor bulanık kümeleri, Entropi ve VIKOR
Chen (2020)	Yapı malzemesi tedarikçisi seçimi	Entropi, AHP ve TOPSIS
Li, Wang, Fan, Li ve Chen (2020)	Makine parçası seçimi	Bulanık DEMATEL, Entropi ve VIKOR
Torkayesh, Amiri, Iranizad ve Torkayesh (2020)	Mahalle seçimi	Entropi ve EDAS
Salehi, Zarei, Shirali ve Hajizadeh (2020)	Petrokimya endüstrilerinde kriz yönetim sistemlerinin değerlendirmesi	Entropi ve TOPSIS
Yazdani, Torkayesh, Santibanez-Gonzalez ve Otaghsara (2020a)	Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirmesi	Entropi ve EDAS
Siew, Fai ve Hoe (2021)	İnşaat şirketlerinin performans değerlendirmesi	Entropi ve VIKOR
Wu, Zhang ve Yang (2021)	Ulaşım hizmeti sağlayıcısının seçimi	Entropi ve TOPSIS

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden CoCoSo yöntemi son yıllarda ortaya çıkan yeni bir yöntemdir. Literatürde bu yöntemi kullanan çalışmalar Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2: Literatürde Son Yıllarda Yayımlanmış CoCoSo Yöntemi ile İlgili Çalışmalar

Kaynak	Problem	Yöntem
Barua, Jeet, Bagal, Satapathy ve Agrawal (2019)	Hibrit doğal elyaf takviyeli Nano Sic parçacık kompozitinin mekanik davranışının değerlendirilmesi	Hibrit Taguchi- CoCoSo
Biswas, Stević, Chatterjee ve Yazdani (2019)	Pille çalışan elektrikli araçların seçimi	CRITIC ve CoCoSo
Karasan ve Bolturk (2019)	Katı atık merkezi yer seçimi	Nötrosofik CoCoSo
Wen, Liao, Zavadskas ve Al-Barakati (2019a)	Üçüncü parti lojistik hizmet sağlayıcılarının seçimi	Tereddütlü bulanık dilsel CoCoSo
Wen, Liao, Ren, Bai, Zavadskas, Antucheviciene ve Al-Barakati (2019b)	Soğuk zincir lojistik tedarikçilerinin seçimi	SWARA ve CoCoSo
Yazdani, Wen, Liao, Banaitis ve Turskis (2019a)	Tedarikçi seçimi	CoCoSo
Zolfani, Chatterjee ve Yazdani (2019)	Tedarikçi seçimi	BWM ve CoCoSo
Peng, Zhang ve Luo (2020)	5G iletişim ürünlerinin değerlendirilmesi	CRITIC ve Pisagor bulanık CoCoSo
Peng ve Smarandache (2020)	Çin'in nadir toprak endüstrisinin değerlendirilmesi	Nötrosofik CoCoSo
Özdağoğlu, Ulutaş ve Keleş (2020)	Üniversitelerin akademik performanslarının değerlendirilmesi	CoCoSo ve MARCOS
Ulutaş, Karakuş ve Topal (2020)	Lojistik merkezi yer seçimi	Bulanık SWARA ve CoCoSo
Yazdani, Chatterjee, Pamucar ve Chakraborty (2020b)	Lojistik merkezi yer seçimi	R-FUCOM ve CoCoSo
Zolfani, Yazdani, Ebadi, Torkayesh ve Derakhti (2020)	Hastane yeri seçimi	CRITIC ve CoCoSo
Khan ve Haleem (2021)	Döngüsel ekonomi uygulamalarının incelenmesi	CoCoSo
Liu, Rani ve Mishra (2021)	Tıbbi atık artıma teknolojisinin değerlendirilmesi	Pisagor bulanık CoCoSo

Metodoloji

Bu çalışmada Forbes 500 listesinde yer alan 10 elektrik üretim şirketinin finansal performans değerlendirmesi için Entropi tabanlı CoCoSo yöntemi kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması objektif değerlendirme yöntemi olan Entropi yöntemi, alternatiflerin sıralamasında ise CoCoSo yöntemi ile yapılmıştır. Veriler Fortune 500 websitesinden elde edildiği için etik kurul izni gerektirmemektedir.

Entropi Yöntemi

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan yöntemler subjektif ve objektif olmak üzere ikiye ayrılır. AHP ve SWARA gibi subjektif kriter ağırlık belirlenme yöntemlerinde karar vericilerin öznel yargıları ön plana çıkarken Entropi ve CRITIC gibi objektif kriter ağırlıklandırma yöntemlerinde ise nicel veriler göz önüne alınmaktadır (Ünal, 2019). Entropi yöntemi, AHP ve Delphi yöntemlerindeki gibi karar vericilerin subjektif değerlendirmelerine ihtiyaç duyulmaması ve hiyerarşik bir yapı oluşturmaya gerek kalmadan kolay uygulanabilmesi sebebiyle kriter ağırlıklandırmada tercih edilen yöntemlerden biri haline gelmiştir (Karaatlı, 2016). Bu avantajlarından dolayı bu çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Entropi yöntemi kullanılmıştır. Entropi terimi literatürde ilk kez Rudolph Clausius tarafından 1865 yılında bir düzensizlik ölçütü olarak tanımlanmıştır. Günümüzde çeşitli alanlarda sıkça kullanılan Entropi kavramı ise Shannon (1948) tarafından geliştirilen Entropi teriminin enformasyon teorisine uyarlamasıdır. Entropi metodu ile faydalı bilginin miktarının ölçülebilmektedir (Wu, Sun, Liang ve Zha, 2011). Faydalı bilgi miktarı değerlendirme indeksinin Entropi ağırlığı değerine bağlıdır. Bu değer arttıkça indeksin faydalı bilgi miktarı da yükselmektedir (Işık ve Adalı, 2017). Bu yöntem 5 aşamadan meydana gelmektedir (Orçun, 2019; Özaydın ve Karakul, 2021).

1. Aşama: Bu aşamada alternatiflerin kriterlere göre değerlerini gösteren karar matrisi (Eşitlik 1) yardımıyla oluşturulur. X_{ij} , i . alternatifi j . kriterine ait değerini göstermektedir. Karar matrisi n adet kriteri ve m adet alternatifi kapsamaktadır.

$$D = X_{ij} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1j} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2j} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{ij} \end{bmatrix} \quad (1)$$

2. Aşama: Eşitlik (2) yardımıyla standartlaştırma işlemi yapılarak standart karar matrisi oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max(x_{ij})} \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{\min(x_{ij})}{x_{ij}}, \quad \min_j(x_{ij}) \neq 0 \quad (3)$$

3. Aşama: Eşitlik (4) yardımıyla normalize karar matrisi oluşturulur.

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

4. Aşama: Eşitlik (5) ve (6) ile kriterlerin Entropi değerleri bulunur.

$$k = \frac{1}{(\ln(n))} \quad (5)$$

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m [P_{ij} \ln P_{ij}] \quad (6)$$

5. Aşama: Kriter ağırlıkları (w_j) Eşitlik (7) ile hesaplanır.

$$w_j = \frac{1 - E_j}{\sum_{i=1}^m (1 - E_j)}, \quad \sum_{i=1}^m w_j = 1 \quad (7)$$

Negatif veya 0 değerine sahip veriler logaritmik hesaplamalar nedeniyle entropi ile ağırlıkların bulunması sırasında probleme sebep olacaktır. Bu sebeple bu verilerin pozitif değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Çalışmada kullanılan 3 kriterde (net satış değişimi, faiz/vergi öncesi kâr değişimi ve özkaynak) negatif değerler ve bir kriterde (ihracat geliri) 0 değeri görülmüştür. Bundan dolayı, negatif ve 0 değerlerine Eşitlik (8) ve (9)'da verilen Z-Skor yardımıyla düzeltme işlemi uygulanmıştır (Zhang, Wang, Li ve Xu, 2014).

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{X}_j}{\sigma_j} \quad (8)$$

$$z'_{ij} = z_{ij} + A; \quad A > |\min z_{ij}| \quad (9)$$

CoCoSo Yöntemi

Yazdani, Zarate, Zavadskas ve Turskis (2019b) tarafından geliştirilen CoCoSo yöntemi Simple Additive Weighting (SAW) ve Exponically Weighted Product (EWP) yöntemlerinin birleşiminden meydana gelmiştir ve 5 aşamadan oluşmaktadır:

1. Aşama: Eşitlik (1)'deki gibi karar matrisi oluşturulur.

2. Aşama: Faydalı kriterler için Eşitlik (10)'u kullanarak, faydasız kriterler için ise eşitlik (11)'i kullanarak normalize karar matrisi oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}, \text{ faydalı kriter için} \quad (10)$$

$$r_{ij} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}}, \text{ faydasız kriter için} \quad (11)$$

3. Aşama: Ağırlıklı karşılaştırılabilirlik dizisi toplamı S_i Eşitlik (12) kullanılarak bulunur. Her bir alternatif için karşılaştırılabilirlik dizilerinin güç ağırlığının toplamı P_i Eşitlik (13) kullanılarak bulunur.

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j r_{ij}) \quad (12)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} \quad (13)$$

4. Aşama: Alternatiflerin göreceli ağırlıkları Eşitlik (14), (15) ve (16) kullanılarak hesaplanır.

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)} \quad (14)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min S_i} + \frac{P_i}{\min P_i} \quad (15)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1 - \lambda)(P_i)}{(\lambda \max S_i + (1 - \lambda) \max P_i)}; \quad 0 \leq \lambda \leq 1 \quad (16)$$

5. Aşama: Alternatiflerin nihai sıralaması Eşitlik (17) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$k_i = (k_{ia}k_{ib}k_{ic})^{1/3} + \frac{1}{3}(k_{ia}k_{ib}k_{ic}) \quad (17)$$

Analiz ve Bulgular

Bu çalışmada, kurulu güç açısından ilk 40'ta yer alan Fortune 500 listesindeki 10 elektrik üretim şirketi (Tablo 3) 2019 yılı finansal performansları açısından değerlendirilmiştir. EÜAŞ bir kamu teşebbüsü olduğu için incelemeye dahil edilmemiştir. Bu değerlendirme 8 kriter üzerinden Entropi ve CoCoSo yöntemleri ile yapılmıştır. Bu kriterler şunlardır; net satış (NS), net satış değişimi (NSD), faiz/vergi öncesi kâr (FVÖK), faiz/vergi öncesi kâr değişimi (FVÖKD), aktif toplam (AT), özkaynak (ÖZK), ihracat geliri (İHR) ve personel sayısı (PS). Veriler ilgili şirketlerin Fortune 500 web sitesindeki (<http://www.fortuneturkey.com/fortune500>) sayfalarından alınmıştır.

Tablo 3: Değerlendirmeye Alınan Elektrik Üretim Firmaları

Alternatifler	Kodu	Kurulu Güç Sıralaması	Santral sayısı	Kurulu güç (MW)
Enka Enerji Elektrik Üretim	A1	2	3	3.830
Enerjisa Enerji Üretim A.Ş.	A2	3	24	3.732
Limak Enerji A.Ş.	A3	5	13	2.813
Çelikler Holding Enerji Grubu	A4	6	13	2.771
Aksa Enerji A.Ş.	A5	8	7	1.800
İÇDAŞ Elektrik Enerjisi Üretim A.Ş.	A6	9	3	1.665
Akenerji	A7	14	9	1.221
Gama Enerji A.Ş.	A8	15	10	1.106
Zorlu Enerji Grubu	A9	24	17	809
Odaş Enerji	A10	37	4	451

Kaynak: <https://www.enerjiatlas.com/firma/>

Alternatif ve kriterler Tablo 4'teki karar matrisinde gösterilmiştir. Karar matrisi oluşturulurken NSD, FVÖK ve ÖZK kriterlerinde negatif değerler ve İHR kriterinde ise 0 değeri görülmüştür.

Tablo 4: Karar Matrisi

Kriterler	NS (TL)	NSD (%)	FVÖK (TL)	FVÖKD (%)	AT (TL)	ÖZK (TL)	İHR (TL)	PS
ENKA	10733112320	-22,88	4659060224	87,35	49409978368	39425622016	6431268864	17972
ENERJİSA	6559428096	23,75	2045949952	98,39	13573595136	6067499008	35083380	751
LİMAK	8088580096	6,75	3073457664	32,27	14819244032	-43294856	47924928	9584
ÇELİKLER	4493609472	331,41	2745383424	0,00	13053220864	4530575872	0	909
AKSA ENERJİ	5578594816	19,48	1380149376	29,39	8501122048	3818960896	1518468096	907
İÇDAŞ	2952193024	11,16	615270336	179,95	1533062784	921329216	0	710
AKENERJİ	1823208704	-17,73	108462952	17177,31	6874073088	961167488	0	237
GAMA ENERJİ	2387972352	-2,83	76334424	-83,27	7860499456	127149680	0	194
ZORLU	8361136128	40,05	2169495040	-9,83	18675769344	1639538944	0	2254
ODAŞ	938450752	5,84	431737376	99,16	3231795968	792250624	4415628	956

Entropi yönteminin negatif ve 0 değerlerine duyarlılığı olması sebebiyle, Eşitlik (8) ve (9) ile yapılan hesaplamalar sonucu NSD değerlerine +23, FVÖKD değerlerine +84, ÖZK değerlerine + 43294857 ve İHR değerlerine +1 eklenerek bu kriterlerdeki en düşük değerler pozitif dönüştürülmüştür ve bu değer kadar diğer alternatiflerin değerlerine ekleme yapılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5: Düzeltilmiş Karar Matrisi

	NS	NSD	FVÖK	FVÖKD	AT	ÖZK	İHR	PS
ENKA	10733112320	0,12	4659060224	171,35	49409978368	39468916873	6431268865	17972
ENERJİSA	6559428096	46,75	2045949952	182,39	13573595136	6110793865	35083381	751
LİMAK	8088580096	29,75	3073457664	116,27	14819244032	1	47924929	9584
ÇELİKLER	4493609472	354,41	2745383424	84,00	13053220864	4573870729	1	909
AKSA ENERJİ	5578594816	42,48	1380149376	113,39	8501122048	3862255753	1518468097	907
İÇDAŞ	2952193024	34,16	615270336	263,95	1533062784	964624073	1	710
AKENERJİ	1823208704	5,27	108462952	17261,31	6874073088	1004462345	1	237
GAMA ENERJİ	2387972352	20,17	76334424	0,73	7860499456	170444537	1	194
ZORLU	8361136128	63,05	2169495040	74,17	18675769344	1682833801	1	2254
ODAŞ	938450752	28,84	431737376	183,16	3231795968	835545481	4415629	956

Tablo 6'daki değerler Eşitlik (2) ve (3) ile standartlaştırılır ve Tablo 6'da gösterilen standart karar matrisi oluşturulur.

Tablo 6: Standart Karar Matrisi

	NS	NSD	FVÖK	FVÖKD	AT	ÖZK	İHR	PS
ENKA	1,0000	0,0003	1,0000	0,0099	1,0000	1,0000	1,0000	0,0108
ENERJİSA	0,6111	0,1319	0,4391	0,0106	0,2747	0,1548	0,0055	0,2583
LİMAK	0,7536	0,0839	0,6597	0,0067	0,2999	0,0000	0,0075	0,0202
ÇELİKLER	0,4187	1,0000	0,5893	0,0049	0,2642	0,1159	0,0000	0,2134
AKSA ENERJİ	0,5198	0,1198	0,2962	0,0066	0,1721	0,0979	0,2361	0,2139
İÇDAŞ	0,2751	0,0964	0,1321	0,0153	0,0310	0,0244	0,0000	0,2732
AKENERJİ	0,1699	0,0149	0,0233	1,0000	0,1391	0,0254	0,0000	0,8186
GAMA ENERJİ	0,2225	0,0569	0,0164	0,0000	0,1591	0,0043	0,0000	1,0000
ZORLU	0,7790	0,1779	0,4657	0,0043	0,3780	0,0426	0,0000	0,0861
ODAŞ	0,0874	0,0814	0,0927	0,0106	0,0654	0,0212	0,0007	0,2029

Eşitlik (4) ile Tablo 7'de verilen normalize karar matrisi oluşturulur.

Tablo 7: Entropi Normalize Karar Matrisi

	NS	NSD	FVÖK	FVÖKD	AT	ÖZK	İHR	PS
ENKA	0,2067	0,0002	0,2692	0,0093	0,3593	0,6727	0,8002	0,0035
ENERJİSA	0,1263	0,0748	0,1182	0,0099	0,0987	0,1041	0,0044	0,0834
LİMAK	0,1558	0,0476	0,1776	0,0063	0,1078	0,0000	0,0060	0,0065
ÇELİKLER	0,0866	0,5671	0,1586	0,0046	0,0949	0,0780	0,0000	0,0689
AKSA ENERJİ	0,1075	0,0680	0,0798	0,0061	0,0618	0,0658	0,1889	0,0691
İÇDAŞ	0,0569	0,0547	0,0356	0,0143	0,0111	0,0164	0,0000	0,0882
AKENERJİ	0,0351	0,0084	0,0063	0,9355	0,0500	0,0171	0,0000	0,2643
GAMA ENERJİ	0,0460	0,0323	0,0044	0,0000	0,0572	0,0029	0,0000	0,3228
ZORLU	0,1611	0,1009	0,1254	0,0040	0,1358	0,0287	0,0000	0,0278
ODAŞ	0,0181	0,0461	0,0249	0,0099	0,0235	0,0142	0,0005	0,0655

Entropi değerleri Eşitlik (5) ve (6) ile bulunur (Tablo 8) ve sonrasında Eşitlik (7) ile de kriter ağırlıkları hesaplanır (Tablo 9).

Tablo 8: Entropi Değerleri

	NS	NSD	FVÖK	FVÖKD	AT	ÖZK	İHR	PS
E_j	0,9195	0,6637	0,8396	0,1600	0,8489	0,5198	0,2395	0,7981

Tablo 9: Kriter Ağırlıkları

	NS	NSD	FVÖK	FVÖKD	AT	ÖZK	İHR	PS
w_j	0,0267	0,1117	0,0533	0,2790	0,0502	0,1595	0,2526	0,0671

Entropi yöntemi ile en yüksek ağırlığa sahip kriter FVÖKD olarak belirlenmiştir. Bunu takiben önem derecelerine göre sırasıyla İHR, ÖZK, NSD, PS, FVÖK, AT ve NS gelmektedir.

Tablo 4'te verilen karar matrisindeki veriler Eşitlik (10) ve (11) ile analiz edilerek normalize karar matrisi oluşturulur. CoCoSo yöntemi ile oluşturulan normalize karar matrisi Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10: CoCoSo Normalize Karar Matrisi

	NS	NSD	FVÖK	FVÖKD	AT	ÖZK	İHR	PS
ENKA	1	0	1	0,01	1	1	1	0
ENERJİSA	0,574	0,132	0,43	0,011	0,251	0,155	0,005	0,969
LİMAK	0,73	0,084	0,654	0,007	0,278	0	0,007	0,472
ÇELİKLER	0,363	1	0,582	0,005	0,241	0,116	0	0,96
AKSA ENERJİ	0,474	0,12	0,285	0,007	0,146	0,098	0,236	0,96
İÇDAŞ	0,206	0,096	0,118	0,015	0	0,024	0	0,971
AKENERJİ	0,09	0,015	0,007	1	0,112	0,025	0	0,998
GAMA ENERJİ	0,148	0,057	0	0	0,132	0,004	0	1
ZORLU	0,758	0,178	0,457	0,004	0,358	0,043	0	0,884
ODAŞ	0	0,081	0,078	0,011	0,035	0,021	0,001	0,957

Tablo 11, CoCoSo yöntemine göre Forbes 500 listesinde yer alan elektrik üretim şirketlerinin finansal performanslarının sıralamasını göstermektedir.

Tablo 11: CoCoSo Yöntemi ile Elektrik Üretim Şirketlerinin Finansal Performans Sıralaması

Sonuçlar	S_i	P_i	k_{ia}	k_{ib}	k_{ic}	k_i	Sıralama
ENKA	0,545	5,277	0,106	7,733	0,857	3,788	1
ENERJİSA	0,16	5,959	0,112	3,374	0,901	2,16	5
LİMAK	0,113	5,152	0,096	2,619	0,775	1,743	7
ÇELİKLER	0,249	5,81	0,111	4,384	0,892	2,553	3
AKSA ENERJİ	0,19	6,245	0,118	3,799	0,948	2,374	4
İÇDAŞ	0,096	4,48	0,084	2,251	0,674	1,506	8
AKENERJİ	0,36	5,782	0,112	5,683	0,905	3,065	2
GAMA ENERJİ	0,085	3,994	0,075	2	0,601	1,34	10
ZORLU	0,15	5,538	0,104	3,151	0,838	2,014	6
ODAŞ	0,086	4,469	0,083	2,131	0,671	1,453	9

Entropi ve CoCoSo yöntemleri ile yapılan çok kriterli karar verme analizi bulgularına göre finansal performans açısından en yüksek değere sahip elektrik üretim firması Enka olarak bulunmuştur. İkinci en yüksek değere ise Akenerji firması sahiptir. Sonrasında sırasıyla Çelikler, Aksa Enerji, Enerjisa, Zorlu Enerji, Limak, İçdaş, Odaş ve Gama Enerji gelmektedir.

Duyarlılık Analizi

Bu bölümde λ değerlerine dayalı duyarlılık analizi (Zolfani vd., 2019) yapılmıştır. Duyarlılık analizi için 10 farklı (0,1-1,0) λ değeri kullanılmıştır. Tablo 12'de gösterilen duyarlılık analizi sonuçlarına göre ENKA tüm λ değerlerinde birinci sırada gelmekte ve diğer alternatiflerin sıralamasının da aynı kaldığı görülmektedir. Bu sonuçlar bu çalışmada uygulanan modelin güvenilir ve geçerli olduğunu göstermektedir.

Tablo 12: Duyarlılık Analizi

Sonuçlar	$\lambda=0,1$	$\lambda=0,2$	$\lambda=0,3$	$\lambda=0,4$	$\lambda=0,5$	$\lambda=0,6$	$\lambda=0,7$	$\lambda=0,8$	$\lambda=0,9$	$\lambda=1,0$	Sıralama
ENKA	3.78	3.782	3.784	3.786	3.788	3.792	3.797	3.807	3.825	3.882	1
ENERJİSA	2.188	2.183	2.178	2.171	2.16	2.147	2.126	2.089	2.014	1.741	5
LİMAK	1.769	1.765	1.76	1.753	1.743	1.73	1.711	1.678	1.607	1.347	7
ÇELİKLER	2.574	2.57	2.566	2.561	2.553	2.543	2.527	2.501	2.445	2.257	3
AKSA ENERJİ	2.401	2.396	2.39	2.383	2.374	2.36	2.338	2.303	2.227	1.961	4
İÇDAŞ	1.529	1.525	1.52	1.515	1.506	1.495	1.478	1.449	1.387	1.159	8
AKENERJİ	3.077	3.075	3.072	3.069	3.065	3.059	3.05	3.034	3.003	2.901	2
GAMA ENERJİ	1.36	1.356	1.353	1.347	1.34	1.33	1.315	1.289	1.234	1.03	10
ZORLU	2.04	2.035	2.03	2.023	2.014	2.001	1.981	1.948	1.878	1.625	6
ODAŞ	1.476	1.472	1.467	1.461	1.453	1.441	1.424	1.394	1.331	1.094	9

Sonuç

Artan enerji ihtiyacını verimli bir şekilde karşılamak amacıyla elektrik sektöründe özelleştirme politikası uygulanmaya konmuştur. Bunun sonucunda birçok özel teşebbüs elektrik üretim faaliyeti gerçekleştirmeye başlamış ve bunun sonucunda elektrik sektöründeki rekabet gün geçtikçe artmıştır. Finansal performans bir şirketin faaliyetlerini ne derece verimli bir biçimde gerçekleştirdiğinin

göstergesidir. Finansal açıdan zor durumda olan şirketler, rekabetçi pazarda zaman zaman güçlüklerle karşılaşabilir ve faaliyetlerini yürütmekte zorlanabilirler. Bu durum elektrik talebinin karşılanması noktasında da problem yaratabilecektir. Bu çalışmanın temel amacı, elektrik üretim şirketlerinin finansal performanslarının değerlendirilmesi için Entropi ve CoCoSo yöntemlerine dayalı çok kriterli karar verme modelini uygulamaktır. Buradan hareketle, bu çalışmada kurulu güç açısından ilk 40'ta bulunan ve 2019 yılı Fortune 500 listesinde yer alan 10 elektrik üretim şirketinin finansal performanslarını incelenmiştir. Performans analizi birden fazla ve birbiriyle çelişen kriter göz önüne alınarak gerçekleştirildiğinden, temelde birçok kriterli karar verme problemi. Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden Entropi ve CoCoSo yöntemleri kullanılmıştır. Entropi yöntemi kriter ağırlıklarının hesaplanmasında karar vericilerin subjektif değerlendirmelerine ihtiyaç duyulmaması ve CRITIC'e göre daha kolay uygulanabilmesi sebebiyle tercih edilmiştir. CoCoSo yöntemi ise karmaşıklıktan uzak ve kolay kullanılabilir olması sebebiyle tercih edilmiştir. Literatürde Entropi ve CoCoSo yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışma bulunmaması, Türkçe dilinde yapılan çalışmalarda CoCoSo yönteminin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmaması ve Türkiye'de Fortune 500 listesinde yer alan elektrik üretim şirketlerinin finansal performanslarını çok kriterli karar verme teknikleriyle inceleyen bir çalışma olmaması nedeniyle bu çalışma literatüre katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada 8 kriter üzerinden değerlendirme yapılmıştır; NS, NSD, FVÖK, FVÖKD, AT, ÖZK, İHR ve PS'dır. Kriterlerin 2019 yılı verileri ilgili şirketlerin Fortune 500 web sitesindeki (<http://www.fortuneturkey.com/fortune500>) sayfalarından alınmıştır. Entropi yöntemi ile yapılan analize göre önem derecesine göre kriterler şu şekilde sıralanmıştır; FVÖKD (0,2790), İHR (0,2526), ÖZK (0,1595), NSD (0,1117), PS (0,0671), FVÖK (0,0533), AT (0,0502), NS (0,0267) olarak bulunmuştur. En düşük öneme sahip kriter ise NS kriteridir. Bu ağırlıklar sebebiyle, FVÖKD, İHR, ÖZK ve NSD kriterlerinin yüksek olması elektrik üretim şirketlerinin sıralamasında başlıca etkenlerdir.

CoCoSo yöntemi ile yapılan alternatif sıralamasına göre finansal performans açısından birinci sırada ENKA (3,788) şirketi gelmektedir. İkinci olarak Akenerji (3,065) gelmektedir. Üçüncü sırayı ise Çelikler (2,553) almıştır. Dördüncü şirket Aksa Enerji (2,374), beşincisi ise Enerjisa'dır (2,16). Son beş şirket ise sırasıyla Zorlu Enerji (2,014), Limak (1,743), İçdaş (1,506), Odaş (1,453) ve Gama Enerji'dir (1,34). Kriter ağırlıklarına göre en önemli kriterler FVÖKD, İHR ve ÖZK kriterleridir. Bu sebeple sıralamada alt sıralarda bulunan Zorlu Enerji, Limak, İçdaş, Odaş ve Gama Enerji şirketlerinin FVÖKD, İHR ve ÖZK kriterleri açısından düşük değerlere sahip olması bu şirketleri sıralamada alt sıralara atmıştır. Sonuç olarak finansal kriterler göz önüne alınarak yapılan bu analize göre ENKA finansal açıdan en yeterli enerji şirketi, Gama Enerji ise en yetersiz enerji şirketi olarak belirlenmiştir. ENKA'nın en yüksek performansa sahip olmasının sebebi firmanın NSD ve FVÖKD kriterlerinde en düşük değere sahip olsa da tüm diğer kriterlerde en iyi değerlere sahip olmasıdır. Çelikler şirketinin kendisinden sonra gelen firmalara göre daha düşük FVÖKD değerine sahip olmasına rağmen bu firmalara göre NSD ve ÖZK açısından daha yüksek değerlere sahip olması bu şirketi ön sıralara taşımıştır. Net satışlar, faiz ve vergi öncesi kâr, aktif toplam ve özkaynak değerlerinin diğer şirketlere oranla daha düşük olması, analizlerde sıralamaları birbirine yakın olarak bulunan İçdaş, Odaş ve Gama Enerji şirketlerinin finansal risklerinin daha yüksek olmasına neden olmaktadır. Bu sonuçlar, bu şirketlerin piyasadaki rekabet stratejilerini gözden geçirmelerinin faydalı olacağını göstermektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde farklı veri tabanları ve farklı kriterler kullanıldığından farklı sıralamalara ulaşıldığı gözlemlenmektedir.

Çalışmada uygulanan karar verme modelinin sonuçlarını test etmek amacıyla λ değerlerine dayalı duyarlılık analizi yapılmıştır. Bütün λ değerlerinde alternatiflerin sıralamasının değişmediği gözlenmiştir. Bu durum çalışma bulgularının güvenilir ve geçerli olduğunu göstermektedir. Bu çalışma finansal açıdan pazardaki konumunu göstermesi yönünden şirket yönetimleri için önemlidir. Ayrıca, elektrik üretim şirketlerinin finansal durumlarını karşılaştırmalı olarak göstermesi açısından ekonomi otoriteleri ve yatırımcılar için de önemli olabilir.

Finansal tablolaradaki verilerin gösterimi ve değerlendirmeye alış biçimi elde edilecek sonuçlar üzerinde etkili olduğundan, sadece belirli finansal verilere bağlı kalınarak yapılacak analizlerin bir enerji şirketinin performansını kesin bir biçimde belirlediğini ifade etmek yanıltıcı olabilir. Literatürdeki çalışmalarda da çok farklı sıralamalara ulaşılması bunu göstermektedir. Örneğin, bu çalışmada Akenerji şirketi tüm diğer kriterlerde düşük değerlere sahip olmasına rağmen FVÖKD değeri sebebiyle ikinci sıraya gelmiştir. Bu sebeple gelecek çalışmalarda daha farklı ve geniş ölçekte finansal kriterler üzerinden bir değerlendirme yapılması önerilir. Bu çalışmada oluşturulan karar verme modeli gelecek çalışmalarda yer seçimi, ürün seçimi, farklı performans değerlendirmeleri gibi karar problemlerinde uygulanabilir. Ayrıca, elektrik üretim şirketlerinin finansal performans değerlendirmesi gelecek çalışmalarda EDAS, MOOSRA, VIKOR gibi farklı karar verme yöntemleri kullanılarak yapılabilir.

Hakem Değerlendirmesi / Peer-review:

Dış bağımsız

Externally peer-reviewed

Çıkar Çatışması / Conflict of interests:

Yazar(lar) çıkar çatışması bildirmemiştir.

The author(s) has (have) no conflict of interest to declare.

Finansal Destek / Grant Support:

Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

The author declared that this study has received no financial support.

Kaynakça / References

- Ağ, A., & Kuloğlu, E. (2020). İşletmelerin finansal performansının Veri Zarflama Analizi yöntemiyle tespit edilmesi: Borsa İstanbul'da işlem gören enerji işletmelerine yönelik bir uygulama. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(29 Ekim Özel Sayısı), 3756-3772.
- Akçakaya, O., & Akçakaya, E. D. U. (2019). Türkiye'deki büyükşehirlerin çevresel performanslarının Entropi temelli COPRAS ve ARAS yöntemleri ile değerlendirilmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 11(18), 1437-1473.
- Akın, N. G. (2019). Makine seçimi probleminde Entropi-ROV ve CRITIC-ROV yöntemlerinin karşılaştırılması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (62), 20-39.
- Bağcı, H., & Yiğiter, Ş. Y. (2019). BİST'te yer alan enerji şirketlerinin finansal performansının SD ve WASPAS yöntemleriyle ölçülmesi. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(18), 877-898.
- Barua, A., Jeet, S., Bagal, D. K., Satapathy, P., & Agrawal, P. K. (2019). Evaluation of mechanical behavior of hybrid natural fiber reinforced nano sic particles composite using hybrid Taguchi-CoCoSo method. *International Journal of Innovative Technology Exploring Engineering*, 8, 3341-5.
- Biswas, T. K., Stević, Ž., Chatterjee, P., & Yazdani, M. (2019). An integrated methodology for evaluation of electric vehicles under sustainable automotive environment. In *Advanced multi-criteria decision making for addressing complex sustainability issues* (pp. 41-62). IGI Global.
- Chen, C. H. (2020). A novel multi-criteria decision-making model for building material supplier selection based on entropy-AHP weighted TOPSIS. *Entropy*, 22(2), 259.
- Canakcioglu, M. (2019). Evaluation of banking performance of the Balkan countries with an integrated MCDM approach consist of Entropy and OCRA techniques. *Economy & Business Journal*, 13(1), 341-366.
- Çiftçi, H. N., & Yıldırım, B. F. (2020). BİST enerji sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin finansal performanslarının incelenmesi: Gri Sayılara dayalı Zaman Kesiti örneği. *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 22(3), 384-404.
- Cui, Y., Feng, P., Jin, J., & Liu, L. (2018). Water resources carrying capacity evaluation and diagnosis based on set pair analysis and improved the entropy weight method. *Entropy*, 20(5), 359.
- Eyüboğlu, K., & Çelik, P. (2016). Financial performance evaluation of Turkish energy companies with fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods. *Business and economics research Journal*, 7(3), 21.
- Ece, N. (2019). Holding şirketlerinin finansal performans sıralamasının Entropi tabanlı TOPSIS yöntemleri ile incelenmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 63-73.

- Işık, A. T., & Adalı, E. A. (2017). The decision-making approach based on the combination of entropy and ROV methods for the apple selection problem. *European Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(3), 80-86.
- Işık, Ö., & Koşaroğlu, Ş. M. (2020). Analysis of the financial performance of Turkish listed oil companies through the application of SD and MAUT methods. *Third Sector Social Economic Review*, 55(3), 1395-1411.
- İlkuçar, M., & 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), 1010-1021.
- Kara, O., & Uslu, M. (2020). Elektrik dağıtım şirketlerinin etkinliği: Bootstrap tahminli iki aşamalı DEA analizi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(2), 189-206.
- Karaatlı, M. (2016). Entropi-Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri ile Bütünleşik Bir Yaklaşım: Turizm Sektöründe Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(1), 63-77.
- Karakul, A. K., & Özyayın, G. (2019). TOPSIS ve VİKOR yöntemleri ile finansal performans değerlendirmesi: XELKT üzerinde bir uygulama. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 60, 68-86.
- Karasan, A., & Bolturk, E. (2019). Solid waste disposal site selection by using Neutrosophic Combined Compromise Solution method. 2019 Conference of the International Fuzzy Systems Association and the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT 2019), 9-13 Eylül, Prag, Çek Cumhuriyeti.
- Karcioğlu, R., Yalçın, S., & Gültekin, Ö. F. (2020). Sezgisel Bulanık Mantık ve Entropi tabanlı çok kriterli karar verme yöntemiyle finansal performans analizi: BİST’de işlem gören enerji şirketleri üzerine bir uygulama. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 360-372.
- Khan, S., & Haleem, A. (2021). Investigation of circular economy practices in the context of emerging economies: a CoCoSo approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 1-11.
- Li, H., Wang, W., Fan, L., Li, Q., & Chen, X. (2020). A novel hybrid MCDM model for machine tool selection using fuzzy DEMATEL, entropy weighting and later defuzzification VIKOR. *Applied Soft Computing*, 91, 106207.
- Liu, P., Rani, P., & Mishra, A. R. (2021). A novel Pythagorean fuzzy combined compromise solution framework for the assessment of medical waste treatment technology. *Journal of Cleaner Production*, 292, 126047.
- Mercan, Y., & Çetin, O. (2020). COPRAS ve VIKOR yöntemleri ile BIST elektrik endeksindeki firmalarının finansal performans analizi. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 5(9), 123-139.
- Kuvat, Ö., & Güler, G. (2020). Energy sector analysis with Fuzzy TOPSIS. *International Scientific and Vocational Studies Journal*, 4(1), 37-48.
- Metin, S., Yaman, S., & 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.
- Özyayın, G., & Karakul, A. K. (2021). Entropi tabanlı MAUT, SAW ve EDAS yöntemleri ile finansal performans değerlendirmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 13-29.
- Özdağoğlu, A., & Keleş, M. K. (2019). Spor yönetimi açısından Gri Entropi tabanlı ROV yöntemi ile 4 büyük futbol kulübünün finansal performans analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (35), 107-123.
- Özdağoğlu, A., Ulutaş, A., & Keleş, M. K. (2020). The Ranking of Turkish universities with CoCoSo and MARCOS. *Economics Business and Organization Research*, 374-392.

- Öznel, A., Aydın, B., & Köse, M. S. (2018). Entropi tabanlı TOPSIS yöntemi ile enerji sektöründe kurumsal sürdürülebilirlik performansının ölçümü: Akenerji örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 9(24), 1-24.
- Peng, X., & Smarandache, F. (2020). A decision-making framework for China's rare earth industry security evaluation by neutrosophic soft CoCoSo method. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 39(5) 7571-7585.
- Peng, X., Zhang, X., & Luo, Z., (2020). Pythagorean fuzzy MCDM method based on CoCoSo and CRITIC with score function for 5G industry evaluation. *Artificial Intelligence Review*, 53, 3813-3847.
- Perçin, S., & Sönmez, Ö. (2018). Bütünleşik Entropi Ağırlık ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak Türk Sigorta şirketlerinin performansının ölçülmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18, 565-582.
- Rani, P., Mishra, A. R., Pardasani, K. R., Mardani, A., Liao, H., & Streimikiene, D. (2019). A novel VIKOR approach based on entropy and divergence measures of Pythagorean fuzzy sets to evaluate renewable energy technologies in India. *Journal of Cleaner Production*, 238, 117936.
- Salehi, V., Zarei, H., Shirali, G. A., & Hajizadeh, K. (2020). An entropy-based TOPSIS approach for analyzing and assessing crisis management systems in petrochemical industries. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 67, 104241.
- Shannon C. E. (1948). A mathematical theory of communications. *Bell Systems Technical Journal*, 27(3), 379-423.
- Siew, L. W., Fai, L. K., & Hoe, L. W. (2021). Performance evaluation of construction companies in Malaysia with Entropy-VIKOR model. *Engineering Journal*, 25(1), 297-305.
- TEİAŞ (2020). Türkiye elektrik üretim-iletim istatistikleri. Erişim tarihi: 02.12.2020, <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>
- Torkayesh, S. E., Amiri, A., Iranizad, A., & Torkayesh, A. E. (2020). Entropy based EDAS decision making model for neighborhood selection: A case study in istanbul. *Journal of Industrial Engineering and Decision Making*, 1(1), 1-11.
- Ulutaş, A. (2018). Entropi temelli ROV yöntemi ile esnek üretim sistemi seçimi. *Business and Economics Research Journal*, 9(1), 187-194.
- Ulutaş, A., Karakuş, C. B., & Topal, A. (2020). Location selection for logistics center with fuzzy SWARA and CoCoSo methods. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38(4), 4693-4709.
- Ünal, E. A. (2019). Bütünleşik Entropi ve Edas Yöntemleri Kullanılarak BİST Sigorta Şirketlerinin Performansının Ölçülmesi. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4(4), 555-566.
- Wen, Z., Liao, H., Zavadskas, E. K., & Al-Barakati, A. (2019a). Selection third-party logistics service providers in supply chain finance by a hesitant fuzzy linguistic combined compromise solution method. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 32(1), 4033-4058.
- Wen, Z., Liao, H., Ren, R., Bai, C., Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., & Al-Barakati, A. (2019b). Cold chain logistics management of medicine with an integrated multi-criteria decision-making method. *International journal of environmental research and public health*, 16(23), 4843.
- Wu, J., Sun, J., Liang, L., & Zha, Y. (2011). Determination of weights for ultimate cross efficiency using Shannon entropy. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 5162-5165.
- Wu, X., Zhang, C., & Yang, L. (2021). Evaluation and selection of transportation service provider by TOPSIS method with entropy weight. *Thermal Science*, (Pre-print).
- Yazdani, M., Wen, Z., Liao, H., Banaitis, A., & Turskis, Z. (2019a). A grey combined compromise solution (CoCoSo-G) method for supplier selection in construction management. *Journal of Civil Engineering and Management*, 25(8), 858-874.
- Yazdani, M., Zarate, P., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2019b). A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501-2519.
- Yazdani, M., Torkayesh, A. E., Santibanez-Gonzalez, E. D., & Otaghsara, S. K. (2020a). Evaluation of renewable energy resources using integrated Shannon Entropy-EDAS model. *Sustainable Operations and Computers*, 1, 35-42.

- Yazdani, M., Chatterjee, P., Pamucar, D., & Chakraborty, S. (2020b). Development of an integrated decision making model for location selection of logistics centers in the Spanish autonomous communities. *Expert Systems with Applications*, 148, 113208.
- Yenioğlu, Z. A., & Toklu, B. (2021). Stokastik veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü: Türkiye elektrik dağıtım şirketlerinin karşılaştırmalı analizi. *Politeknik Dergisi*, 24(1), 87-101.
- Zhang, X., Wang, C., Li, E. & Xu, C. (2014). Assessment model of ecoenvironmental vulnerability based on improved Entropy weight method. *The Scientific World Journal*, 2014, 797814, 1-7.
- Zolfani, S. H., Chatterjee, P., & Yazdani, M. (2019). A structured framework for sustainable supplier selection using a combined BWM-COCOSO model. *Contemporary Issues in Business, Management and Economics Engineering'2019*, 9-10 May, Vilnius, Lithuania, <https://doi.org/10.3846/cibmee.2019.081>.
- Zolfani, S. H., Yazdani, M., Ebadi Torkayesh, A., & Derakhti, A. (2020). Application of a gray-based decision support framework for location selection of a temporary hospital during COVID-19 pandemic. *Symmetry*, 12(6), 886.

<https://www.enerjiatlasi.com/firma/>