



Çok Kriterli Karar Verme ve Veri Zarflama Analizinde Kullanılan Yönsüz Veriler İçin Fonksiyon Önerileri: Finansal Performans Örneği

Function Proposals for Non-Oriented Data Used in Multi-Criteria Decision Making and Data Envelopment Analysis: An Example of Financial Performance

Kenan Oğuzhan ORUÇ^a, Gökhan YILMAZ^b, Tayfun YILMAZ^c

MAKALE BİLGİSİ

<i>Makale Geçmişi</i>	
Başvuru	13 Mart 2024
Kabul	4 Haziran 2024
Yayın	12 Temmuz 2024
Makale Türü	Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler

Çok Kriterli Karar Verme,
Veri Zarflama Analizi,
Yönsüz Kriter,
Finansal Oranlar.

ARTICLE INFO

<i>Article History</i>	
Received	13 March 2024
Accepted	4 June 2024
Available Online	12 July 2024
Article Type	Research Article

Keywords

Multi-Criteria Decision Making,
Data Envelopment Analysis,
Non-Oriented Criteria,
Financial Ratios.

ÖZ

Karar Verme (KV) problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinin kullanılması durumunda, kriterlerin yönlerinin doğru belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Literatürde önerilen bazı ÇKKV yöntemlerinin uygulama adımları yalnızca maksimizasyon veya minimizasyon hedeflerine yönelik kriterlerle uyumlu olacak şekilde tanımlanmıştır. Benzer şekilde KV sürecinde Veri Zarflama Analizi (VZA) ile etkinlik ölçümü yapılırken girdilerin minimize edilmesi, çıktıların ise maksimize edilmesi gerekmektedir. Ancak gerçek dünya problemlerinde bazı verilerin maksimize veya minimize edilmesi istenmez, belirlenen ideal değerlere yakın olması istenir. Bunlar yönsüz veriler olarak adlandırılır. Bu çalışma, yönsüz verileri maksimizasyon veya minimizasyon olarak tanımlamak için ölçek dönüştürme fonksiyonları önermektedir. Böylece ÇKKV ve VZA yöntemleri kullanılarak yapılacak analizlerde daha tutarlı sonuçlar elde edilecektir. Bu çalışmada, dayanıklı tüketim malları sektöründe faaliyet gösteren 10 işletmenin 2022 yılına ait 9 finansal oranı önerilen fonksiyonlar ile ölçeklendirilmiştir. Bu finansal oranların ham ve ölçeklendirilmiş verileri kullanılarak, bu işletmelerin finansal performansları TOPSIS ve VZA yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Performans değerlendirilmesinde ölçeklendirilmiş verilerin kullanılmasıyla daha tutarlı sonuçlar elde edilmiştir.

ABSTRACT

If Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) methods are used in Decision-Making (DM) problems, it is crucial to determine the criteria's direction. Some MCDM methods proposed in the literature only define steps for maximization or minimization criteria. Similarly, when measuring efficiency with Data Envelopment Analysis (DEA) in the DM process, inputs should be minimized, and outputs should be maximized. However, in real-world problems, maximizing or minimizing some data is not desired, but it is desired to be close to the determined ideal values. These are called non-oriented data. This paper proposes scale-transforming functions to describe non-oriented data as maximization or minimization. Thus, more consistent results will be obtained in the analyses using MCDM and DEA methods. In this study, nine financial ratios of 10 enterprises operating in the consumer durables sector for 2022 are scaled with the proposed functions. Using the raw and scaled data of these financial ratios, the financial performances of these enterprises were analyzed using TOPSIS and DEA methods. The use of scaled data in performance evaluation yielded more consistent results.

EXTENDED SUMMARY

Decision-making is the process of choosing the best alternative among multiple decision alternatives. Multi-

criteria decision-making (MCDM) is the process of selecting the optimal alternative by considering multiple criteria that impact the decision. There are many MCDM methods in the literature. The ease of application steps and

✉ Sorumlu Yazar/Corresponding Author

^a Prof. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Isparta, E-Posta: kenanoruc@sdu.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2276-8956

^b Dr. Öğr. Üyesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü, Isparta, E-Posta: yilmazgokhan@sdu.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7835-1797

^c Doç. Dr., Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü, Burdur, E-Posta: tayfunyilmaz@mehmetakif.edu.tr, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7127-2017

✍ Yazarlar bu çalışmanın tüm süreçlerinin araştırma ve yayın etiğine uygun olduğunu, etik kurallara ve bilimsel atıf gösterme ilkelerine uyduğunu beyan etmiştir. Aksi bir durumda Akdeniz İİBF Dergisi sorumlu değildir.

effective results ensure that MCDM methods are frequently used. The application steps of MCDM methods can be summarized as follows: determining criteria and alternatives, creating the decision matrix, normalizing the decision matrix, calculating criterion weights, and selecting the final decision alternative (ranking, classification, or definition).

The use of correct criteria in MCDM methods is the most crucial step. Additionally, determining whether the criteria should be maximized or minimized is also of critical importance, as it directly affects the outcome. However, in some application areas, the directions of the criteria cannot be defined as maximization or minimization. These criteria are called non-oriented criteria. When examining the application steps of some MCDM methods in the literature, such as MOORA, ELECTRE III, and TOPSIS, it is observed that the directions of the criteria are only defined as maximization or minimization.

Data Envelopment Analysis (DEA) is a linear programming-based decision-making method that measures the relative efficiency of businesses operating in a similar field. It uses multiple inputs and outputs in efficiency measurement. These inputs and outputs are determined by the decision-maker. A model is built for each business to maximize its own efficiency score by assigning the highest weights to the least-used inputs and the most produced outputs. The fundamental models in DEA are scale-fixed return and scale-variable return models. In MCDM, the correct determination of criteria, and in DEA, the directions of inputs and outputs, is crucial. Because these directions affect the analysis results. In some real-life applications, the directions of criteria or inputs and outputs cannot be defined as maximization/minimization. These are called non-oriented criteria or non-oriented inputs-outputs.

Financial ratios are the most important indicators providing information about a company's financial situation. When evaluating company performance or financial health, reference values are needed for these ratios. There are three approaches for reference values. The first is comparing the ratios of the company with its past periods. The second is using industry averages as reference values. The third is using ideal values obtained through experience. For example, there are generally accepted ideal values such as a current ratio of 2 or an acid-test ratio of 1.

This study focuses on Current Ratio, Acid-Test Ratio, Cash Ratio, Leverage Ratio, Receivable Turnover, and Inventory Turnover ratios. Since these ratios cannot be defined as maximization or minimization, they are non-oriented ratios. Generally accepted values or values determined by the decision-maker can be used as reference values for these ratios.

The Current Ratio is obtained by dividing current assets by short-term liabilities. This ratio shows the company's ability to pay short-term debts and whether the net working capital is sufficient. Generally, a current ratio of 2 is considered sufficient. Companies with a high current ratio do not face difficulties in paying their due debts. However, having excess liquid assets can deprive the company of alternative returns, negatively affecting profitability.

The Acid-Test (Liquidity) Ratio is obtained by subtracting stocks from current assets and dividing the result by short-

term liabilities. The Acid-Test ratio is a more sensitive measure than the current ratio. It provides more meaningful information about the company's ability to pay short-term debts. Generally, this ratio of 1 is considered sufficient.

The Cash Ratio is obtained by relating the cash and liquid assets in the company's cash register to short-term liabilities. It is a more sensitive and sharper ratio than the Acid-Test ratio. This ratio provides information about whether the company can pay its short-term debts in case of a halt in sales and inability to collect receivables. In developed countries, a cash ratio of around 20% is generally considered positive. In developing countries, it can be lower. Having a very high cash ratio negatively affects the company's profitability.

The Leverage Ratio is the ratio of total debts to total assets. This ratio provides information about assets financed by debt. High leverage makes the company risky. It is desirable for this ratio to be around 50%. In developing countries, over 50% is considered positive.

Receivable Turnover is calculated by dividing credit sales by average trade receivables. It shows the company's annual collection frequency. A high receivable turnover indicates that the company has an effective collection policy. A very high receivable turnover indicates that the company has a low amount of credit sales. A low receivable turnover indicates that the company has problems collecting receivables. It is beneficial for this ratio to be equal to the industry average.

Inventory Turnover is obtained by dividing the cost of sold goods by the average inventory of goods. This ratio shows the speed at which stocks are consumed within a certain period. A low inventory turnover may cause storage costs to increase or products to spoil. A very high inventory turnover indicates that consumer demands are not met on time. The industry average can be used as a reference for determining the company's stock level.

When examining studies that measure financial performance using MCDM or DEA methods, it is observed that non-oriented ratios are defined as maximization or minimization. This situation may result in incorrect results in performance measurement.

In this study, functions defining the ideal values or reference values of non-oriented ratios are defined. A triangular function that performs scale transformation for Current Ratio, Acid-Test Ratio, and Cash Ratio is defined. Values below or above the ideal values of these ratios are not good indicators for the company. A trapezoid function is defined for the Leverage Ratio. It is beneficial for this ratio to be in the range determined by the decision-maker. Triangular functions are defined for Receivable Turnover and Inventory Turnover. It is advantageous for these ratios to be equal to the industry average.

In this study, nine financial ratios of 10 enterprises operating in the consumer durables sector for 2022 are scaled with the proposed functions. Using the raw and scaled data of these financial ratios, the financial performances of these enterprises were analyzed using TOPSIS and DEA methods. The use of scaled data in performance evaluation yielded more consistent results.

1. Giriş

Karar Verme (KV), birden fazla karar alternatifi arasından amaca yönelik olarak en iyi alternatifin seçilmesidir. KV problemleri; bulunulan karar ortamı (belirlilik, belirsizlik veya risk ortamında KV), verilerin türü (nicel veya nitel KV) vb. birçok başlık altında sınıflandırılabilir.

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri; belirli bir amaca yönelik olarak belirlenmiş olan ve birbiriyle çelişebilen çok sayıda değerlendirme kriterini dikkate alarak alternatifler arasından en iyi alternatif seçmek, alternatifleri sıralamak, sınıflandırmak veya tanımlamak için kullanılan KV araçlarıdır. ÇKKV yöntemleri adından da anlaşılacağı üzere tek bir yöntem değil, literatürde önerilmiş olan çok sayıda yöntemi içinde barındıran bir yöntemler bütünüdür çatı ismidir. Uygulama adımlarının kolay olması, farklı ölçü birimlerine sahip ve birbiri ile çelişebilen kriterleri eş zamanlı değerlendirebilmesi, hem nicel hem de nitel verileri analiz etmeye imkân sağlaması gibi sebeplerden dolayı ÇKKV yöntemleri sıklıkla tercih edilmektedir.

Önerilen her ÇKKV yönteminin uygulama adımları farklılık içerse de; yöntemlerin a) kriterlerin ve alternatiflerin belirlenmesi, b) karar matrisinin oluşturulması (verilerin toplanması), c) karar matrisinin normalize edilmesi, d) nesnel, öznel veya karma bir ağırlıklandırma yöntemiyle kriter ağırlıklarının hesaplanması, e) ağırlıklı nihai karar alternatif(ler)inin seçimi, sıralanması, sınıflanması veya tanımlanması adımlarından oluştuğunu söylemek yanlış olmayacaktır.

ÇKKV yöntemlerinin uygulama sürecinde; belirlenen kriterlerin fayda (maksimizasyon), maliyet (minimizasyon) yönlü mü veya yönsüz mü olduğunun doğru olarak belirlenmesi en önemli adımlardan bir tanesidir. Literatürde önerilen ÇKKV yöntemleri incelendiğinde bazı yöntemlerde kriter yönleri belirlenirken, sadece maksimizasyon ve minimizeasyon yönlü kriterlere uygulanabilir şekilde uygulama adımlarının tanımlandığı görülmektedir (MOORA, ELECTRE III, TOPSIS, SAW, ARAS gibi). GİA, PROMETHEE gibi yöntemlerde ise yönsüz veriler için uygulama adımı tanımlanmıştır. Örneğin GİA yönteminin karşılaştırma serisinin oluşturulması (kriterlerin normalize edilmesi) adımı, fayda, maliyet ve ortalama tip kriter değerlerini standart değerlere dönüştürmede kullanılan 3 fonksiyon tanımlanmıştır (Zhai vd., 2009: 7076). Benzer şekilde PROMETHEE yönteminde ise tanımlanmış 6 tip tercih fonksiyonu ile verinin doğasına göre alternatifler kriter bazında tek tek karşılaştırılmaktadır (Brans ve Vincke, 1985: 650-652; Genç, 2013: 139). Ancak özellikle Türkçe literatürdeki uygulamalarda verilerin doğasının incelenmeden uygulamaların yapıldığı dikkat çekmektedir.

Veri Zarflama Analizi (VZA) ise; birden çok girdi kullanarak birden çok çıktı üreten ve benzer alanda faaliyette bulunan işletmelerin (karar verme birimi-KVB) görece etkinliklerinin ölçümünde kullanılan bir KV yöntemidir. Doğrusal programlama tabanlı bir yöntem olan VZA'da, KVB'lerin farklı üretim fonksiyonları olabileceği gerçeğinden hareketle her KVB için ayrı model kurulmakta, girdi ve çıktıları ağırlıklandırmada esneklik tanınmaktadır. Bu sebeple VZA parametresiz bir etkinlik ölçme yöntemi sınıfında yer almaktadır. Model, KVB'nin en az kullandığı

girdilere ve en çok ürettiği çıktılara en yüksek ağırlıklar verilerek her KVB'nin kendi etkinlik skorunu maksimize edecek şekilde kurulmaktadır (Cingi ve Tarım, 2000: 8). VZA'da zarflama şekline göre kullanılan en temel modeller, Charnes vd. (1978) tarafından önerilen ölçeğe göre sabit getiri modeli ile Banker vd. (1984) tarafından önerilen ölçeğe göre değişken getiri modelidir. Ayrıca VZA modelleri girdiye veya çıktıya yönelik olarak da tanımlanabilmektedir (Paradi ve Schaffnit, 2004: 721; Oruç vd., 2009: 281). Tıpkı ÇKKV yöntemleri gibi VZA'da; uygulama adımlarının kolay olması, farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktılarla etkinlik ölçümü yapabilmesi gibi sebeplerden dolayı etkinlik ölçümünde çok fazla tercih edilmektedir.

Veri tabanlı yöntemler olan ÇKKV ve VZA'da verilerin doğru toplanması, VZA'da belirlenen girdilerin minimizeasyon yönlü, çıktıların maksimizeasyon yönlü olması, yukarıda da değinildiği gibi ÇKKV'de kriter yönünün doğru belirlenmesi yöntemlerin doğru uygulanması için çok önemlidir. Fakat bazı gerçek hayat uygulamalarında VZA'da seçilen girdi-çıktılar, ÇKKV'de ise kriterler yönsüzdür. Örneğin finansal veriler kullanılarak yapılan VZA ve ÇKKV uygulamalarında yönsüz girdi-çıktılar veya kriterler sıklıkla kullanılmaktadır. Literatürdeki birçok uygulama çalışmasında genellikle yönsüz olan bu verilerin herhangi bir dönüşüm fonksiyonu kullanılmadan maksimizeasyon veya minimizeasyon yönlü olarak kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bu çalışmalardan bazılarına literatür özeti bölümünde değinilmiştir.

Bu çalışmada, yönsüz verilerin yönlerinin maksimizeasyon veya minimizeasyona dönüştürülmesinde yeni fonksiyonlar tanımlanarak, verilerin daha doğru analiz edilmesi için bir yöntem önerilmesi amaçlanmıştır. Her ne kadar literatürde Oruç ve Demirbaş (2020) ile Cables vd. (2016) tarafından yapılmış çalışmalarda bu konuya değinilmiş olsa da, bunun ayrı bir çalışma olarak ele alınmasının gerektiği düşünülmektedir. Çalışmada, yönsüz finansal oranlar için ölçek dönüşümü yapan fonksiyonlar tanımlanmıştır. Ayrıca hem ham verilere hem de ölçek dönüşümü yapılmış verilere ÇKKV ve VZA yöntemleri uygulanarak sonuçları karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma yedi bölüm olarak tasarlanmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde literatür özetine yer verilmiştir. Üçüncü bölümde, literatürde sıklıkla kullanılan finansal oranlardan bazıları ve bunların ideal referans değerleri veya referans aralıkları anlatılmıştır. Dördüncü bölümde, yönsüz finansal oranlar için ölçek dönüşümü yapan fonksiyonlar ile ÇKKV ve VZA yöntemlerine yer verilmiştir. Beşinci bölümde, dayanıklı tüketim malları sektöründe faaliyet gösteren 10 işletmenin finansal oranları kullanılarak ampirik uygulama yapılmıştır. Altıncı bölümde ampirik uygulama sonucu elde edilen bulgular tartışılmıştır. Yedinci bölümde ise sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. Literatür Özeti

Finansal oranlar; yatırımcılar, kredi verenler, analistler ve şirket içi yöneticiler için önemli göstergelerdir. Bu oranlar stratejik kararlar alırken, yeni yatırımları değerlendirirken ve rekabet avantajları oluştururken işletmelere yardımcı olur. Ayrıca finansal oranlar, şirket performanslarını ölçmek ve geliştirmek için vazgeçilmez bir analitik araçtır. Şirket performansı veya mali sağlığı değerlendirilirken bazı

finansal oranlar için referans değerlerine veya referans aralıklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü her finansal oranın maksimum veya minimum olarak tanımlanması doğru değildir. Bu finansal oranlar için çeşitli yaklaşımlar çerçevesinde genel kabul görmüş ideal değerler veya değer aralıkları bulunabilmektedir. Ancak bu idealize değerler şirketin sektörüne, büyüklüğüne ve stratejik hedeflerine bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

İşletmelerin finansal performanslarını değerlendirmek karmaşık bir süreç olup birden fazla finansal oranın eş zamanlı ele alınmasını gerektirir. Bu bağlamda ÇKKV yöntemleri, şirketlerin finansal performanslarını objektif ve kapsamlı bir şekilde analiz etmek için güçlü bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. ÇKKV yöntemleriyle şirket performansları değerlendirilirken finansal oranlar kriter olarak kullanılmaktadır.

ÇKKV yöntemleri kullanarak finansal performans ölçümü yapan çalışmalar incelendiğinde finansal oranların değerlendirilmesinde kullanılacak yaklaşımlar çerçevesinde ideal değeri veya aralığı bulunabilecek olan; Cari Oran (CO), Asit-Test Oranı (ATO), Nakit Oranı (NO), Kaldıraç Oranı (KO), Alacak Devir Hızı (ADH), Stok Devir Hızı (SDH) gibi oranların maksimum veya minimum şeklinde tanımlandığı görülmektedir. Bu durum ÇKKV yöntemiyle yapılan finansal performans analizlerinin doğru sonuçlar vermemesine neden olabilir. Literatürde yer alan çalışmalar incelenecek yukarıda anlatılan soruna sahip çalışmalardan bazıları tespit edilmiştir. Bu çalışmalarda kullanılan finansal oranlardan sadece en çok tercih edilen ve bu makalede incelenen 9 ortak orana odaklanılmıştır. İncelenen çalışmaların kullandığı diğer oranlar göz ardı edilerek, Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Finansal Performans Analizi için ÇKKV Kullanan Bazı Çalışmalar ve Çalışmada Alınan Kriter Yönleri

Çalışma	Finansal Oranlar									Yöntem
	CO	ATO	NO	KO	ADH	SDH	FKO	ÖSK	AK	
Baležentis vd., 2012	max	-	-	min	max	-	-	-	max	VIKOR, TOPSIS, ARAS
Vatansever & Aydın, 2014	max	-	-	-	max	-	max	-	-	ELECTRE III
Yükçü & Kaplanoğlu, 2015	max	max	-	min	-	-	-	max	max	MOORA, VIKOR, TOPSIS, GIA
Ömürbek & Eren, 2016	max	max	max	max	max	max	-	max	-	PROMETHEE, MOORA, COPRAS
Günay & Kaya, 2017	max	max	max	min	max	-	-	max	max	ELECTRE, ORESTA, TOPSIS
Sahore, 2017	max	max	-	-	-	-	-	-	-	SAW, TOPSIS
Günay vd., 2018	max	max	max	min	max	max	max	max	max	GIA
Karaoğlu & Şahin, 2018	max	max	max	min	max	min	max	max	max	VIKOR, TOPSIS, GIA, MOORA
Şahin & Karacan, 2019	max	max	max	max	max	min	max	max	max	GIA, TOPSIS
Çanakçıoğlu, 2020	max	max	-	-	-	-	max	-	-	WASPAS
Akbulut, 2020	max	-	max	min	max	max	-	max	max	CRITIC, MABAC
Gürkan & Aldoury, 2021	max	-	max	min	-	-	-	max	max	TOPSIS
Siew vd., 2021	max	-	-	min	-	-	-	max	max	VIKOR
Pala, 2022	max	-	max	min	-	-	-	-	-	CRITIC, MULTIMOOSRAL
Siew vd., 2022	max	-	-	min	-	-	-	max	max	TOPSIS
Pala, 2023	max	max	max	min	max	max	max	max	max	WASPAS, GIA
Sönmez vd., 2023	max	-	-	min	max	-	max	max	max	TOPSIS

Tablo 2. Finansal Performans Analizi için VZA Kullanan Bazı Çalışmalar

Çalışma	Finansal Oranlar								
	CO	ATO	NO	KO	ADH	SDH	FKO	ÖSK	AK
Kula & Özdemir, 2007	girdi	-	-	girdi	-	-	-	çıktı	çıktı
Tektüfekçi, 2010	girdi	-	-	-	girdi	-	-	-	-
Cenger, 2011	girdi	-	girdi	girdi	çıktı	çıktı	-	çıktı	çıktı
Soba & Akcanlı, 2012	-	girdi	-	çıktı	-	-	-	çıktı	-
Soba vd., 2012	girdi	-	-	girdi	çıktı	-	-	çıktı	çıktı
Halkos & Tzeremes, 2012	girdi	-	-	-	-	-	çıktı	çıktı	çıktı
Akyüz vd., 2015	girdi	-	-	girdi	-	-	-	çıktı	çıktı
Koçyiğit, 2016	girdi	-	-	-	girdi	girdi	-	çıktı	çıktı
Yalama & Sayım, 2016	girdi	-	-	girdi	-	-	-	çıktı	çıktı
Çelik & Ayan, 2017	-	-	-	-	girdi	girdi	çıktı	çıktı	çıktı
Özçelik & Kandemir, 2017	girdi	girdi	-	-	-	girdi	-	çıktı	çıktı
Siew vd., 2018	girdi	-	-	girdi	-	-	-	çıktı	çıktı
Ağ & Kuloğlu, 2020	girdi	-	-	-	-	-	çıktı	çıktı	çıktı
Konak & Ayan Civelek, 2021	-	girdi	-	-	girdi	-	çıktı	çıktı	-
Çolak, 2022	girdi	-	-	-	-	-	-	-	-
Koçyiğit, 2023	girdi	-	-	-	girdi	girdi	çıktı	çıktı	çıktı

Şirketlerin finansal performansını değerlendirmek amacıyla kullanılan bir diğer yöntem, VZA olarak bilinmektedir. VZA analizinde finansal oranlar, girdi ve çıktı olarak kullanılmaktadır. Geleneksel verimlilik anlayışı minimum

girdi ile maksimum çıktı elde etme üzerine odaklanır. Ancak finansal oranlar söz konusu olduğunda ÇKKV'de olduğu gibi ideal değerlere veya aralıklara sahip oranlar, analiz sürecinde maksimum veya minimum olarak

tanımlanmamalıdır. VZA ile finansal performans analizinde ideal değeri veya aralığı bulunabilen oranları kullanan çalışmalardan bazıları incelenmiştir. İncelenen bu çalışmalarda da, tıpkı ÇKKV’de olduğu gibi, en çok tercih edilen ve bu çalışmada incelenen bazı ortak oranlara odaklanılmış, diğer oranlar ise dikkate alınmamıştır. Bu çalışmalar Tablo 2’de özetlenmiştir.

3. Finansal Oranlar (Rasyolar)

Oranlar veya rasyolar, işletmelerin analiz edilmesinde kullanılan tekniklerin en eskilerinden biridir. İşletmelerle ilgili doğru soruların sorulması ve cevaplanmasıyla; işletmelerin kârlılık, verimlilik, borç ödeme gücü ve mali yapılarıyla ilgili değerli bilgiler elde edilebilir (Ceylan ve Korkmaz, 2021: 59). Oran; bir sayının başka bir sayıya bölünmesidir. Burada önemli olan nokta amaca göre finansal tablolarda yer alan verilerden hangilerinin bölünmesi ve hangilerinin de bölünen olduğunun tespit edilmesidir. Aksi halde analiste anlamlı bir bilgi sunmayan onlarca oran hesaplanacaktır (Okka, 2015: 125). Bu durum analistin işini kolaylaştırmak bir yana gereksiz birçok bilgiyle uğraşmasına, zaman kaybetmesine ve karışıklığa yol açacaktır.

Hesaplanan finansal oranların değerlendirilmesinde genelde 3 yaklaşım kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi “hesaplanan oranların değerlendirilmesinde geçmiş faaliyet dönemlerindeki oranlardan faydalanılmasıdır”. Bu yaklaşımda işletmenin mali yapısı, kârlılığı ve verimliliği gibi analiz edilen özellikleriyle alakalı olumlu ya da olumsuz gelişmeler değerlendirilirken firmanın geçmişi bir ölçü olarak kabul edilir. Diğer bir yaklaşım olan “oranların sektör ortalamasıyla karşılaştırılmasında” işletmenin hesaplanan oranları benzer işletmelerle, sektör ortalamasıyla ya da varsa sektördeki standart değerlerle karşılaştırılarak bir sonuca varılmaya çalışılır. Finansal oran analizinde kullanılan son yaklaşım “deneyimler sonucu bulunmuş standart değerlerin kullanılmasıdır”. Özellikle likidite oranlarında genel kabul edilmiş; cari oranın 2, asit-test oranının 1 değerlerine göre yorumlanması standart değerlere göre oranların yorumlanmasına örnek olarak gösterilebilir (Akgüç, 2013: 21-22).

Finansal oranlar bilanço ve gelir tablosu kalemlerinin birbirlerine bölünmesiyle hesaplanan basit matematiksel ifadelerdir. Dolayısıyla işletmeler için birçok oran hesaplanabilmekle birlikte; önemli olan nokta analiste anlamlı, faydalı bilgi sunabilecek oranların hesaplanmasıdır. Makalenin önem arz eden noktası literatürde sıklıkla kullanılan bazı rasyoların doğaları gereği yönsüz olmalarına rağmen ham verilerin maksimizasyon veya minimizasyon yönlü olarak modellere dâhil edilmiş olmasıdır. Bu yüzden bu bölümde sadece literatürde sıklıkla kullanılan başlıca yönsüz oranlara ve fayda yönlü kullanılması gereken kârlılık oranlarına yer verilmiştir. Finansal oranların yapıları gereği minimizasyon yönlü oran çok az olduğu için bu oranlara yer verilmemiştir. Çok sayıda oranın hesaplanabildiği finansal oranlar birçok başlık altında sınıflandırılabilir. Bu makalede ele alınan 9 oran ise 4 ana başlık altında sınıflandırılabilir.

3.1. Likidite Oranları

Likidite, bir varlığın düşük maliyetle ve hızlı bir şekilde nakde dönüşme kabiliyetidir. Likidite oranları işletmelerin kısa vadeli borç ödeme gücüyle ilgili bilgi veren oranlar

olmalarından dolayı kredi verenler için kaldıraç oranlarından daha önemli oranlardır. Likidite oranları işletmenin kredi verenlere geri ödeme yapacak nakit sağlama gücü olup olmadığıyla alakalı bilgi verir (Ceylan ve Korkmaz, 2021: 62).

En çok kullanılan likidite oranlarından olan *cari oran*, dönen varlıkların kısa vadeli yükümlülüklerle bölünmesiyle bulunur. Burada amaç işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücünü ölçmek ve net işletme sermayesinin yeterli olup olmadığını saptamaktır. Genel bir kural olarak cari oranın 2 olması yeterli kabul edilmekle birlikte, gelişmekte olan ülkelerde 1,5 olmasının da yeterli olacağı ileri sürülmektedir. Yüksek cari oran işletmenin vadesi gelen borçlarını ödemekte zorlanmayacağı anlamına gelse de “cari oran ne kadar yüksekse o kadar iyidir” görüşü hatalıdır. İşletmelerde tutulan aşırı likit varlıkların da bir maliyeti vardır. Gereğinden fazla likit varlık tutulması işletmeyi alternatif getiriden mahrum bırakarak kârlılığının bu durumdan olumsuz etkilenmesine sebep olacaktır (Akgüç, 2011: 437-443).

İşletmenin likidite durumunu değerlendirmede kullanılan bir diğer oran *asit-test (likidite) oranıdır*. Dönen varlıklardan stokların çıkarılması ve bulunan değerlerin kısa vadeli yükümlülüklerle bölünmesiyle bulunan likidite oranı, cari orana göre daha hassas bir ölçüttür. Stoklar dönen varlıklar arasında paraya dönüşümü, başka bir ifadeyle likiditesi en düşük kalemdir. Likidite oranı cari oranı tamamlayan ve işletmenin kısa vadeli borçlarını ödeme gücüyle ilgili daha anlamlı bilgi sağlayan bir orandır. Oranın genelde 1 olması işletmeler için yeterli sayılır. Ancak oranın 1 olması ya da 1’den düşük olması her zaman işletmenin borç ödeme gücünün iyi ya da kötü olduğunu göstermez. Likidite oranı yüksek olmasına rağmen işletme alacak tahsilatında sıkıntı yaşıyorsa bu durum olumsuz bir şekilde yorumlanırken; düşük olması durumunda işletme stoklarını hızlı bir şekilde paraya dönüştürebiliyorsa bu durum olumlu olarak değerlendirilebilir (Akdoğan ve Tenker, 2007: 647-648).

İşletmenin kasasındaki nakit ve likit varlıklarının kısa vadeli borçlarına oranlanmasıyla bulunan *nakit (hazır değerler) oranı*, likidite oranına nazaran daha duyarlı ve keskin bir orandır. Bu oran işletmenin satışlarının durması ve alacaklarını tahsil edememesi durumunda kısa vadeli borçlarını ödeyip ödeyemeyeceğiyle alakalı bilgi verir. Gelişmiş ülkelerde bu oranın %20 seviyesinde olması genel olarak olumlu kabul edilirken, borçların yüksek olduğu gelişmekte olan ülkelerde daha düşük olabilmektedir. Bu oranın çok yüksek olması ise işletmenin elinde bulunan atıl fonların oluşturduğu alternatif maliyetten dolayı işletmenin kârlılığını düşürecek olumsuz bir durum olarak değerlendirilmektedir (Akgüç, 2011: 444-445).

Yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı makalede ele alınan tüm likidite oranları için “*oranların sektör ortalamasıyla karşılaştırılması*” veya “*deneyimler sonucu bulunmuş standart değerlerin kullanılması*” yöntemleriyle belirlenebilecek ideal bir değerinin olduğu söylenebilir. Belirlenen bu ideal değerlerin hem altındaki hem de üstündeki oran değerinin işletme için kötü olduğu söylemek yanlış olmayacaktır.

3.2. Mali Yapı Oranları

Mali yapı (kaldıraç) oranları; işletmenin finansmanı için ihtiyaç duyulan fonların ne kadarının hissedarlarca, ne kadarının kreditorlerce sağlandığını ölçen rasyolardır. Kreditorler risklerini düşürmek için mali yapı içinde öz sermayenin yüksek olmasını isterler. Aksi takdirde şirket borç, faiz ve anapara ödemesinde zorlanabilecektir. Diğer taraftan hissedarlar ise şirketi mümkün olduğunca borçla finanse ederek sınırlı bir yatırım ve değişmeyen kontrol hakkıyla daha fazla kazanç sağlamaya çalışacaklardır. Ekonomik durgunluk dönemlerinde düşük oranlara sahip işletmeler daha az zarar riskine sahipken, ekonomi düzeldikçe getiri oranları da düşük olacaktır. Yüksek kaldıraç oranlarına sahip işletmeler ise durgunluk dönemlerinde daha yüksek zarar riskiyle karşı karşıyayken, konjonktürün olumlu olduğu dönemlerde yüksek getiri imkânına sahip olacaklardır (Türko, 1999: 100). Mali yapıyla ilgili oranlar işletmenin faaliyetleri sonucunda zarar etmesi, aktiflerinin değeri düşmesi ve ilerleyen dönemlerde gerekli nakit hareketlerini gerçekleştirememesi durumunda uzun vadeli borçlarını ödeyip ödeyemeyeceği konusunda önemli bilgiler verir (Lazol ve Çabuk, 2014: 207).

En çok kullanılan mali yapı oranlarından olan *toplam borç (kaldıraç) oranı*; toplam borçların, toplam aktiflere oranıdır. Bu oran varlıkların ne kadarının borçla finanse edildiğini gösterir. Kreditorler bu oranın küçük olmasını isterler, çünkü bu oranın küçük olması kredi verenlerin emniyet marjının yüksek olduğunu gösterir. Hissedarlar ise bu oranın yüksek olmasını isterler, çünkü bu oranın yüksek olması hissedarların daha az fon koymalarına rağmen çok daha fazla varlık üzerinde yönetim hakları olması anlamına gelecektir. Buna ek olarak kaldıraçın olumlu çalışmasıyla işletmenin kârlılığı da artacaktır. Ancak bu artış sınırsız değildir. Borçlanmanın sürekli artması şirketin riskinin de artmasını beraberinde getirecek, belli bir süre sonra ise kaldıraçın bu olumlu etkisi ortadan kalkacaktır. Kaldıraç oranının %50 seviyesinde olması istenirken ülkemiz gibi gelişmekte olan ülkelerde sermaye birikiminin istenen seviyelerde olmamasından dolayı %50'nin üzerinde oranlar da olumlu karşılanmaktadır.

Özetle, kaldıraç oranının çok düşük olması kârlılık üzerinde baskı oluşturur ve kârın düşmesine sebep olur. Ama çok yüksek olması işletmenin borçlarını ödeyememesi, zarar etmesi durumunda öz sermayesinin eriyerek şirketin tasfiyesine bile neden olabilir. Bu sebeplerden dolayı kaldıraç oranı için ideal bir değer aralığı olduğu söylenebilir. Bu ideal değer aralığının "*deneyim sonucu bulunmuş değer yaklaşımı*" kullanılarak belirlenebileceği düşünülmektedir. Belirlenen bu ideal değer aralıklarının hem altındaki hem de üstündeki oran değerinin işletme için kötü olduğu aşikârdır.

3.3. Faaliyet (Devir Hızı) Oranları

Faaliyet (devir hızı) oranları, işletmenin varlıklarını ne derece etkin ve yoğun kullandığı hakkında bilgi veren oranlardır (Ercan ve Ban, 2008: 40). Satışlara oranla aktiflere aşırı yatırım, fonların verimli kullanılmadığı, yatırım maliyetinin yükseldiği, firmanın nakit akımında sorunlar yaşadığı şeklinde yorumlanırken, aktiflerin yeterli seviyede olmaması da firmanın kârlı çalışmadığı, satışların azalacağı, firma riskinin artacağı, hisse senedi fiyatlarının olumsuz etkileneceğini ortaya koyar (Okka, 2015: 131).

Devir hızı oranlarından biri olan *alacak devir hızı*, kredili satışların ortalama ticari alacaklara oranlanmasıyla bulunur. İşletmenin alacaklarını yılda kaç kez tahsil ettiğini gösterir (Aydın vd., 2015: 117). Yüksek alacak devir hızı firmanın etkin bir tahsilat politikasına sahip olduğunu bir göstergesidir. Alacak devir hızının artması, işletmenin aynı düzeydeki satış için daha az fonu alacaklara bağlandığını göstermesinden dolayı olumlu yorumlanır. Ancak alacak devir hızının çok yüksek olması işletmenin kredili satış yapmakta gereğinden fazla titiz davrandığını, müşterilerinde çok yüksek standartlar aradığını gösterir. Bu durum işletmenin satışlarının dolayısıyla kârının düşmesine neden olabilir. Alacak devir hızının düşük olması ise işletmenin alacak tahsilatında sorun yaşamaması, etkili bir tahsilat politikasına sahip olmaması, kredili satışlar noktasında müşterilerini çok özensiz seçmesi sonucunda gerçekleşmiş olabilir. Bu durumda işletmenin alacaklarının şüpheli hale düşmesinin getirdiği maliyet, satışlarının artmasının getirisinden yüksek olabilir (Akgüç, 2013: 45-46). Bu durumda işletmeler daha yüksek bir cari orana ihtiyaç duyarken, yüksek devir hızına sahip işletmeler daha düşük cari ve likidite oranıyla çalışabilirler (Bektöre vd., 2000: 253).

Satılan ticari malın maliyetinin ortalama ticari mal stoğuna oranlanmasıyla ulaşılan *stok devir hızı*; stokların ne kadar süre içerisinde üretim faaliyetleri için tüketildiğini, satış hasılatına dönüştüğünü hesaplamaya yarayan oranlardır. Stok devir hızı oranları, belli bir dönem içinde stokların kaç kez yenilendiğini gösterir. Stok devir hızının düşük olması işletmede gereğinden fazla stok tutulduğunun bir göstergesidir. Satışlara nazaran fazla miktarda tutulan stoklar depolama maliyetlerini artırırken, stokların bozulmasına ya da modasının geçmesine de sebep olabilir. Diğer yandan stok devir hızı çok yüksek olan bir işletme tüketici taleplerini zamanında karşılamakta zorlanabilir. Buna ek olarak sürekli kısa dönemde sipariş veren işletmeler yüksek sipariş giderleriyle karşılaşacaktır. Bu nedenle işletmeler stok seviyelerini belirlerken haddinden fazla ve yetersiz stok bulundurma maliyetlerinin minimum olacağı optimal seviyeyi belirlemeye çalışmalıdırlar (Akdoğan ve Tenker, 2007: 659-660).

Yukarıda açıklanan sebeplerden dolayı burada ele alınan faaliyet oranları için de tıpkı likidite oranları gibi; sektöre, ekonomik şartlara vb. değişiklik gösterse de ideal bir değer olduğu söylenebilir. Bu ideal değer hem altındaki hem de üstündeki oran değerinin işletme için kötüdür. Bu ideal değer oranların "*sektör ortalamasıyla karşılaştırılması*" yaklaşımıyla belirlenerek daha doğru analiz yapılabileceği düşünülmektedir.

3.4. Kârlılık Oranları

Kârlılık oranları, bir işletmenin yatırım ve finansman kararlarının ne derece doğru olduğu hakkında bilgi veren oranlardır. Bu oranlar satışlar, varlıklar ve öz sermaye üzerinden elde edilen kârlılığı göstererek, yönetimin başarısını değerlendiren ölçütlerdir. İşletmelerin kârlılığının yeterli olup olmadığının tespitinde şu faktörler dikkate alınmalıdır; sermayenin alternatif getirisi, ekonomik konjonktür evresi, sektörün ortalama kârlılık oranları, işletmenin kârlılık hedefleri ve sermaye maliyeti (Aydın vd., 2015: 125-126).

Faaliyet kârı oranı, faaliyet kârının net satışlara oranlanmasıyla bulunur, satışlar üzerinden faaliyet kârlılığını gösterir. Oran, işletmenin ana faaliyetlerinde ne derece kârlı olduğunun belirlenmesinde kullanılır. Oranın yüksek olması işletmenin lehinedir.

Öz sermaye kârlılığı, net kârın öz kaynaklara oranlanmasıyla hesaplanır. Oran, işletmeye ortaklarca konulan sermayenin etkin ve verimli olarak kullanılıp kullanılmadığıyla ilgili bilgi sunar. Oranın yüksek olması işletmeler için olumludur (Lazol ve Çabuk, 2014: 224-226).

Aktif kârlılığı, net kârın toplam varlıklara bölünmesiyle hesaplanır; varlıklara yapılan yatırımdan ne oranda net kâr sağlandığını, varlıkların etkin kullanılıp kullanılmadığını gösterir (Okka, 2015: 140). Yüksek olması olumlu yorumlanır.

4. Yöntem

4.1. Yönsüz Finansal Oranlar İçin Önerilen Fonksiyonlar

Hem ÇKKV hem de VZA'da görelî analiz yapıldığından dolayı, yönsüz bir veri için "oranların sektör ortalamasıyla karşılaştırılması" veya "deneyimler sonucu bulunmuş standart değerlerin kullanılması" yöntemlerini kullanarak ideal bir değer veya değer aralığı belirlenebilir. KV sürecinde "hesaplanan oranların değerlendirilmesinde geçmiş faaliyet dönemlerindeki oranlardan faydalanılması" yaklaşımında, işletmenin kendi geçmiş oranları referans alındığı için bu yaklaşımın kullanılamayacağı düşünülmektedir. Ayrıca karar alternatiflerinin/KVB'lerin ham verilerinin maksimum ve minimum değerleri bilindiği için bu verilere ölçek dönüşümü yapılarak daha doğru kullanılabilir verilere dönüştürülebilir. Aşağıda tanımlanmış fonksiyonlar ile bu yönsüz ham verilerin 0 ile 1 arasında değer alması (normalize edilmesi) sağlanarak, fayda veya maliyet yönlü olarak tanımlanması sağlanmıştır.

Makalenin 3. bölümünde ele alınan 9 rasyodan 6 tanesi (cari oran, asit-test oranı, nakit oran, kaldıraç oranı ile alacak devir hızı ve stok devir hızı) yönsüzdür. Bu rasyolar için tanımlanan fonksiyonlar aşağıda verilmiştir. Diğer 3 oran (kârlılık oranları) ise maksimizasyon yönlü olduğu için bu oranlar için bir dönüşüm fonksiyonuna ihtiyaç yoktur.

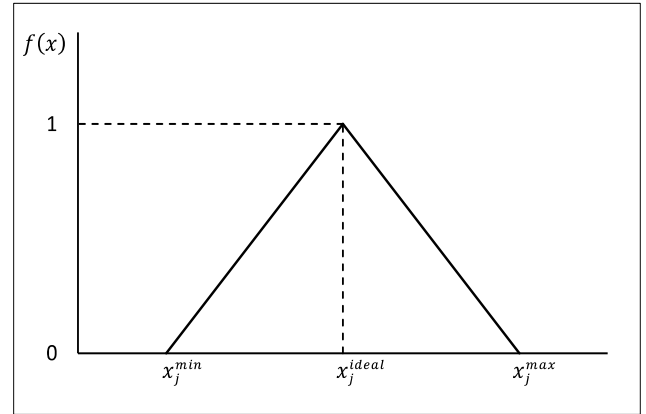
4.1.1. Cari Oran, Asit Test Oranı ve Nakit Oran İçin Tanımlanan Ölçek Dönüşümü Fonksiyonu

Bölüm 3.1'de açıklanan sebeplerden dolayı cari oran, asit test veya nakit oran için ideal bir finansal oranın (x_j^{ideal}); analizi yapacak araştırmacının tercihinine göre, oranların sektör ortalamasıyla karşılaştırılması veya deneyimler sonucu bulunmuş standart değerler yaklaşımlarından biriyle belirlenebileceği düşünülmektedir. Bu rasyolar için bu ideal değer altındaki veya üstündeki değerler firma için iyi bir gösterge olmadığı için üçgen bir ölçek dönüşümü fonksiyonu kullanılabilir. Tanımlanan fonksiyonda (x_j^{max}) ve (x_j^{min}) ise analize konu olan işletmeler arasından sırasıyla, en büyük ve en küçük değerli likidite oranı olarak alınabilir. Bu rasyolar için önerilen fonksiyon Denklem 1'de tanımlanmıştır. Fonksiyonun grafiği ise Grafik 1'de verilmiştir.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x_j^{max} - x_{ij}}{x_j^{max} - x_j^{ideal}} & \text{eğer } x_j^{ideal} \leq x_{ij} < x_j^{max} \\ \frac{x_{ij} - x_j^{min}}{x_j^{ideal} - x_j^{min}} & \text{eğer } x_j^{min} < x_{ij} < x_j^{ideal} \\ \varepsilon & \text{eğer } x_{ij} \leq x_j^{min} \text{ veya } x_{ij} \geq x_j^{max} \end{cases} \quad (1)$$

Burada,

- x_{ij} : i . karar alternatifi/KVB'nin j . finansal oranı
- x_j^{max} : j . finansal oran için tüm Karar Alternatifi/KVB'lerin maximum değeri
- x_j^{min} : j . finansal oran için tüm Karar Alternatifi/KVB'lerin minimum değeri
- x_j^{ideal} : İlgili sektör için j . finansal oranının ideal değeri
- j : Cari, Asit Test, Nakit Oran
- ε : Çok küçük bir sayı (10^{-6} gibi)



Grafik 1. Cari, Asit Test, Nakit Oran İçin Tanımlanan Fonksiyon

4.1.2. Kaldıraç Oranı İçin Tanımlanan Ölçek Dönüşümü Fonksiyonu

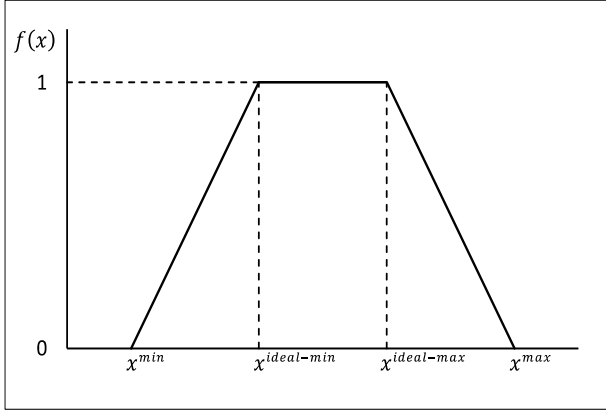
Bölüm 3.2'de açıklanan sebeplerden kaldıraç oranı için ideal bir oran aralığı ($x^{ideal-min}$, $x^{ideal-max}$) vardır ve bu ideal aralık; deneyim sonucu bulunmuş değer aralığı yaklaşımı kullanılarak bulunabilir. Bu rasyo için ideal değer aralığının altındaki veya üstündeki değerler firma için iyi bir gösterge olmadığı için yamuk bir ölçek dönüşümü fonksiyonu tanımlanmıştır. (x^{max}) ve (x^{min}) ise analize konu olan işletmeler arasından sırasıyla, en büyük ve en küçük değerli kaldıraç oranı olarak alınabilir. Bu oran için önerilen fonksiyon Denklem 2'de tanımlanmıştır. Fonksiyonun grafiği ise Grafik 2'de verilmiştir.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x_i - x^{min}}{x^{ideal-min} - x^{min}} & \text{eğer } x^{min} < x_i < x^{ideal-min} \\ 1 & \text{eğer } x^{ideal-min} \leq x_i \leq x^{ideal-max} \\ \frac{x^{max} - x_i}{x^{max} - x^{ideal-max}} & \text{eğer } x^{ideal-max} < x_i < x^{max} \\ \varepsilon & \text{eğer } x_i \leq x^{min} \text{ veya } x_i \geq x^{max} \end{cases} \quad (2)$$

Burada,

- x_i : i . karar alternatifi/KVB'nin kaldıraç oranı
- x^{min} : Tüm karar alternatifleri/KVB'lerin minimum kaldıraç oranı

- x_j^{max} : Tüm karar alternatifleri/KVB'lerin maximum kaldıraç oranı
- x_j^{ideal} : İlgili sektör için kaldıraç oranının ideal minimum değeri
- x_j^{ideal} : İlgili sektör için kaldıraç oranının ideal-maksimum değeri
- ε : Çok küçük bir sayı (10^{-6} gibi)



Grafik 2. Kaldıraç Oranı İçin Tanımlanan Fonksiyon

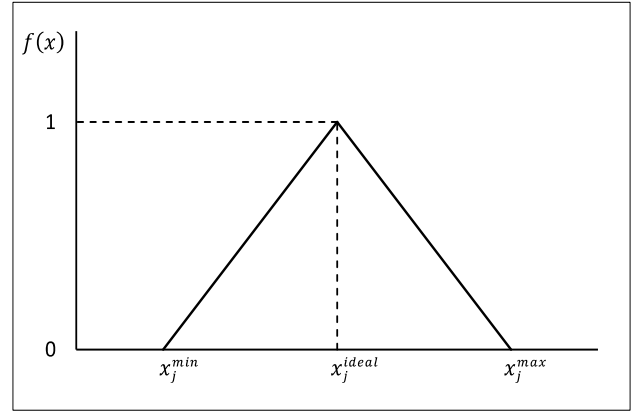
4.1.3. Alacak Devir Hızı ve Stok Devir Hızı İçin Tanımlanan Ölçek Dönüşümü Fonksiyonu

Bölüm 3.3'te açıklanan sebeplerden dolayı devir hızı oranları için ideal bir finansal oranın (x_j^{ideal}); oranların sektör ortalamasıyla karşılaştırılması yaklaşımıyla belirlenebileceği düşünülmektedir. Bu ideal değerler sektörler ve içinde bulunulan ekonomik şartlara göre değişiklik gösterebileceği unutulmamalıdır. Bu oranlar için hesaplanan ideal değerler altındaki veya üstündeki değerler işletme için iyi bir gösterge olmadığı için üçgen ölçek dönüşümü fonksiyonu tanımlanmıştır. Diğer tanımlanan fonksiyonlarda olduğu gibi (x_j^{max}) ve (x_j^{min}) aynı anlama gelmektedir. Bu rasyolar için önerilen fonksiyon Denklem 3'te tanımlanmıştır. Fonksiyonun grafiği ise Grafik 3'te verilmiştir.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{x_j^{max} - x_{ij}}{x_j^{max} - x_j^{ideal}} & \text{eğer } x_j^{ideal} \leq x_{ij} < x_j^{max} \\ \frac{x_{ij} - x_j^{min}}{x_j^{ideal} - x_j^{min}} & \text{eğer } x_j^{min} < x_{ij} < x_j^{ideal} \\ \varepsilon & \text{eğer } x_{ij} \leq x_j^{min} \text{ veya } x_{ij} \geq x_j^{max} \end{cases} \quad (3)$$

Burada,

- x_{ij} : i . karar alternatifi/KVB'nin j . finansal oranı
- x_j^{max} : j . finansal oran için tüm Karar Alternatifi/KVB'lerin maximum değeri
- x_j^{min} : j . finansal oran için tüm Karar Alternatifi/KVB'lerin minimum değeri
- x_j^{ideal} : İlgili sektör için j . finansal oranının ideal değeri
- j : Alacak Devir Hızı veya Stok Devir Hızı
- ε : Çok küçük bir sayı (10^{-6} gibi)



Grafik 3. Alacak Devir Hızı ve Stok Devir Hızı İçin Tanımlanan Fonksiyon

4.2. TOPSIS Yöntemi

1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilen ÇKKV yöntemlerinden biri olan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), alternatiflerin pozitif ideal değerlere olan yakınlıklarına göre bir sıralama yapar (Monjezi vd., 2010: 2; Cheng-Min, 2001: 465). TOPSIS yönteminin uygulama adımları aşağıda sıralı bir şekilde verilmiştir (Mahmoodzadeh vd., 2007: 336-337; Olson, 2004: 722).

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisi, karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisinin satırlarında alternatifler sütunlarında ise kriterler yer alır. m adet alternatiften ve n adet kriterden oluşan karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 2: Normalize edilmiş karar matrisinin oluşturulması

Başlangıç matrisi olarak adlandırılan karar matrisi ham verilerden oluşmaktadır. Karar matrisi Denklem 4'te tanımlanan formül ile normalize edilerek R matrisi elde edilir.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (4)$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 3: Ağırlıklı normalize karar matrisinin oluşturulması

Kriterlerin önem dereceleri veya ağırlıkları (w_j) karar verici tarafından belirlenir. Kriterlerin ağırlıkları toplamının 1'e eşit olması gerekmektedir. Daha sonra normalize edilmiş karar matrisinin her bir sütunu ilgili ağırlıklarla çarpılarak V matrisi elde edilir.

$$V = \begin{bmatrix} w_1r_{11} & w_2r_{12} & \dots & w_nr_{1n} \\ w_1r_{21} & w_2r_{22} & \dots & w_nr_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1r_{m1} & w_2r_{m2} & \dots & w_nr_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 4: Pozitif ideal ve negatif ideal değerlerin belirlenmesi

Bu aşamada V matrisinin her sütunundaki maksimum ve minimum değerler bulunur. Pozitif ideal (A^+) ve negatif ideal (A^-) değerler kriterlerin fayda (I) veya maliyet (J) yönlü olmasına göre belirlenir. Örneğin fayda yönlü olan bir kriter için maksimum değer pozitif ideal çözüm iken, minimum değer negatif ideal çözümdür. Maliyet yönlü olan kriter için ise tersi durum geçerlidir. Denklem 5'te pozitif ideal çözümün, Denklem 6'da ise negatif ideal çözümün formülü verilmiştir.

$$A^+ = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in I \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J \right) \right\} \quad (5)$$

$$A^- = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in I \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J \right) \right\} \quad (6)$$

Her bir kriter için belirlenen pozitif ideal değerler Denklem 7'de, negatif ideal değerler ise Denklem 8'de ifade edilmiştir.

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, v_3^+, \dots, v_n^+\} \quad (7)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, v_3^-, \dots, v_n^-\} \quad (8)$$

Adım 5: Alternatiflerin ideal değerlere uzaklıklarının hesaplanması

Her bir alternatifin pozitif ideal değere ve negatif ideal değere uzaklıkları sırasıyla Denklem 9 ve Denklem 10 ile hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

Adım 6: Alternatiflerin ideal değere göre yakınlıklarının hesaplanması

Son olarak her bir alternatifin ideal değere göre yakınlığı (C_i^+) hesaplanır. Görelî yakınlık hesaplanırken pozitif ideal değere uzaklık (S_i^+) ve negatif ideal değere (S_i^-) uzaklıklar kullanılır. Alternatiflerin ideal değere göre yakınlığının hesaplanmasında Denklem 11'de verilen formül kullanılır.

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (11)$$

C_i^+ değeri $0 \leq C_i^+ \leq 1$ aralığında değer alır. $C_i^+ = 1$ olması alternatifin pozitif ideal değere, $C_i^+ = 0$ olması ise alternatifin negatif ideal değere mutlak yakın olduğunu ifade eder. C_i^+ değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanarak alternatiflerin sıralamaları belirlenir.

4.3. Veri Zarflama Analizi

VZA; üretim süreçlerinde birden fazla girdi kullanarak, birden fazla çıktı üreten işletmelerin görelî etkinliğini ölçen matematiksel bir yöntemdir. Etkinlikleri ölçülecek olan işletmeler karar verme birimi (KVB) olarak adlandırılmaktadır. KVB'lerin benzer stratejik hedeflere sahip olması, yani aynı girdileri kullanarak aynı çıktıları üreten işletmeler olması gerekmektedir. KVB'lerin girdi ve çıktıları incelenerek en iyi performansa sahip olanlar seçilir. Bu KVB'ler etkin üretim sınırını oluşturur. Etkin sınır üzerinde yer almayan KVB'lerin etkinlik değerleri bu etkin sınıra göre belirlenir (Bayazitlı ve Çelik, 2004: 8). Etkin üretim sınırının tüm KVB'leri sarması nedeniyle yöntem VZA olarak adlandırılmıştır (Allen ve Thanassoulis, 2004: 364). Etkin KVB'lerin oluşturduğu kümeye referans kümesi denir (Matthews ve İsmail, 2006: 8). Referans kümesindeki etkin birimler, etkin olmayan KVB'lerin etkin hale getirilmesinde kullanılır. VZA uygulanırken aşağıdaki adımlar takip edilir (Oruç vd., 2009: 281).

1. KVB'lerin seçilmesi
2. Girdi ve çıktıların seçilmesi
3. Görelî etkinliğin ölçülmesi
4. Referans kümelerinin belirlenmesi
5. Etkin olmayan KVB'ler için hedef belirlenmesi
6. Sonuçların değerlendirilmesi

VZA'da KVB'lerin zarflama şekli ile ilgili olarak; Charnes vd. (1978-CCR) tarafından ölçüğe göre sabit getiri, Banker vd. (1984-BCC) tarafından ölçüğe göre değişken getiri varsayımları altında modeller tanımlanmıştır. CCR modelinde, bir KVB'nin girdilerinin bileşim oranı değiştirilmeden kullanılan girdiler belirli bir oranda artırıldığında, çıktılar da aynı oranda artmaktadır. BCC modelinde ise, bir KVB'nin girdilerinin bileşim oranı değiştirilmeden kullanılan girdiler belirli bir oranda artırıldığında, çıktılar o orandan farklı oranda artabilmektedir. BCC modelinde, girdiler artırıldığı zaman, çıktılar aynı oranda artıyorsa *ölçüğe göre sabit getiri*, daha yüksek oranda artıyorsa *ölçüğe göre artan getiri*, daha düşük oranda artıyorsa *ölçüğe göre azalan getiri* vardır (Paradi ve Schaffnit, 2004: 721).

VZA modelleri girdiye veya çıktıya yönelik olarak da tanımlanabilir. Girdiye yönelik model, çıktı seviyesini değiştirmeden, girdi bileşiminin ne kadar azaltılması gerektiğini araştıran modeldir. Çıktıya yönelik model ise, girdi seviyesini değiştirmeden, çıktı bileşiminin ne kadar artırılması gerektiğini araştıran modeldir (Matthews ve İsmail, 2006: 7). Çıktıya yönelik modelin girdiye yönelik modelden farkı, ağırlıklandırılmış girdinin ağırlıklandırılmış çıktıya oranının minimize edilmesidir (Yolalan, 1993: 43).

Çıktıya yönelik CCR modelinin (Charnes vd., 1978: 431) amaç fonksiyonu Denklem 12'de, kısıtları ise Denklem 13-14'te verilmiştir.

Amaç fonksiyonu

$$E_o = \min \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}} \quad (12)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad i = 1, 2, \dots, m \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (14)$$

Çıktıya yönelik BCC modelinin (Banker vd., 2004: 348) amaç fonksiyonu Denklem 15'te, kısıtları ise Denklem 16-17'de verilmiştir.

Amaç fonksiyonu

$$E_o = \min \frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{io} - v_o}{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}} \quad (15)$$

Kısıtlar

$$\frac{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - v_o}{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}} \geq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (16)$$

$$v_i, u_r \geq \varepsilon \quad i = 1, 2, \dots, m \quad r = 1, 2, \dots, s \quad (17)$$

Burada,

n : KVB sayısı ($j = 1, 2, \dots, n$)

m : Girdi sayısı ($i = 1, 2, \dots, m$)

s : Çıktı sayısı ($r = 1, 2, \dots, s$)

v_i : o . KVB tarafından i . girdiye verilen ağırlık değeri

u_r : o . KVB tarafından r . çıktıya verilen ağırlık değeri

x_{io} : o . KVB'nin kullandığı i . girdi miktarı

y_{ro} : o . KVB'nin elde ettiği r . çıktı miktarı

x_{ij} : j . KVB'nin kullandığı i . girdi miktarı

y_{rj} : j . KVB'nin elde ettiği r . çıktı miktarı

v_o : o . KVB'ye ait serbest işaretli değişken

ε : Çok küçük bir sayı (10^{-6} gibi)

5. Ampirik Uygulama

5.1. Yönsüz Finansal Oranların Ölçeklendirilmesi

Çalışmanın uygulaması dayanıklı tüketim malları sektöründe faaliyet gösteren 10 işletmenin 2022 yılı verileri ile yapılmıştır. Ham veri seti Tablo 3'te verilmiştir. İdeal değer olarak verilerin alındığı kaynak tarafından hesaplanan sektör ortalamaları (x^{ideal}) kullanılmıştır.

Tablo 3. 2022 Yılı Dayanıklı Tüketim Malları Ham Veri Seti

KVB (Alternatif)	Finansal Oranlar								
	CO	ATO	NO	KO%	ADH	SDH	FKO%	ÖSK%	AK%
ALCAR	1,97	1,52	0,53	53,40	3,74	4,15	15,38	75,72	34,14
ARCLK	1,16	0,79	0,31	79,50	4,65	4,10	6,790	19,51	3,980
ARZUM	1,09	0,87	0,29	84,77	3,32	4,57	10,31	21,51	3,920
BRLSM	1,35	1,17	0,26	72,25	2,68	6,75	11,10	39,30	12,20
IHEVA	4,73	3,56	0,11	20,78	4,23	6,69	11,61	37,02	29,78
KLMSN	1,21	0,83	0,06	61,96	4,06	4,01	6,540	12,25	3,650
SAFKR	2,09	1,58	0,49	39,56	5,28	5,74	20,01	41,15	26,12
SNICA	1,97	1,52	0,57	51,51	2,51	2,20	26,63	8,890	3,910
VESBE	0,92	0,68	0,03	75,25	4,55	7,49	4,470	25,41	7,170
VESTL	0,62	0,34	0,03	79,01	6,62	4,01	0,720	8,000	1,620
x^{ideal}	1,28	1,02	0,28	67,11	4,14	4,36	10,71	23,46	5,580
x^{min}	0,62	0,34	0,03	20,78	2,51	2,20	0,720	8,000	1,620
x^{max}	4,73	3,56	0,57	84,77	6,62	7,49	26,63	75,72	34,14

Kaynak: Veriler <https://malitablolar.com> sitesinden alınmıştır. (Erişim: 18.12.2023)

Tablo 3'te yer alan CO, ATO, NO, KO, ADH ve SDH gibi yönsüz oranlar için ölçek dönüşüm fonksiyonları (ÖDF), Denklem 18-23'te tanımlanmıştır. Grafik 4-9'da ise bu fonksiyonların grafikleri verilmiştir. x^{min} ve x^{max} ilgili finansal oranların en düşük ve en yüksek değerlerini temsil etmektedir. KO için tanımlanan fonksiyonda ise $x^{ideal-min}$ ile $x^{ideal-max}$ değerleri finans uzmanı kişiler ve öğretim üyeleri ile görüşülerek sırasıyla, %50 ve %70 olarak alınmıştır. FKO, ÖSK ve AK maksimizasyon yönlü veriler olduğu için herhangi bir dönüşüm işlemi uygulanmamıştır.

$$f(x)_{co} = \begin{cases} \frac{4,73 - x_{ij}}{4,73 - 1,28} & \text{eğer } 1,28 \leq x_{ij} < 4,73 \\ \frac{x_{ij} - 0,62}{1,28 - 0,62} & \text{eğer } 0,62 < x_{ij} < 1,28 \\ 10^{-6} & \text{eğer } x_{ij} \leq 0,62 \text{ veya } x_{ij} \geq 4,73 \end{cases} \quad (18)$$

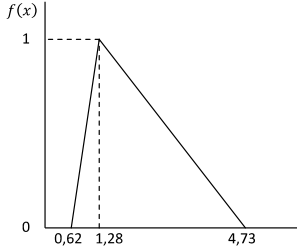
$$f(x)_{ato} = \begin{cases} \frac{3,56 - x_{ij}}{3,56 - 1,02} & \text{eğer } 1,02 \leq x_{ij} < 3,56 \\ \frac{x_{ij} - 0,34}{1,02 - 0,34} & \text{eğer } 0,34 < x_{ij} < 1,02 \\ 10^{-6} & \text{eğer } x_{ij} \leq 0,34 \text{ veya } x_{ij} \geq 3,56 \end{cases} \quad (19)$$

$$f(x)_{no} = \begin{cases} \frac{0,57 - x_{ij}}{0,57 - 0,28} & \text{eğer } 0,28 \leq x_{ij} < 0,57 \\ \frac{x_{ij} - 0,03}{0,28 - 0,03} & \text{eğer } 0,03 < x_{ij} < 0,28 \\ 10^{-6} & \text{eğer } x_{ij} \leq 0,03 \text{ veya } x_{ij} \geq 0,57 \end{cases} \quad (20)$$

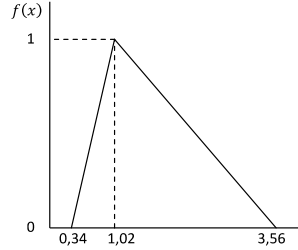
$$f(x)_{ko} = \begin{cases} \frac{x_i - 20,78}{50 - 20,78} & \text{eğer } 20,78 < x_i < 50 \\ 1 & \text{eğer } 50 \leq x_i \leq 70 \\ \frac{84,77 - x_i}{84,77 - 70} & \text{eğer } 70 < x_i < 84,77 \\ 10^{-6} & \text{eğer } x_i \leq 20,78 \text{ veya } x_i \geq 84,77 \end{cases} \quad (21)$$

$$f(x)_{ADH} = \begin{cases} \frac{6,62 - x_{ij}}{6,62 - 4,14} & \text{eğer } 4,14 \leq x_{ij} < 6,62 \\ \frac{x_{ij} - 2,51}{4,14 - 2,51} & \text{eğer } 2,51 < x_{ij} < 4,14 \\ 10^{-6} & \text{eğer } x_{ij} \leq 2,51 \text{ veya } x_{ij} \geq 6,62 \end{cases} \quad (22)$$

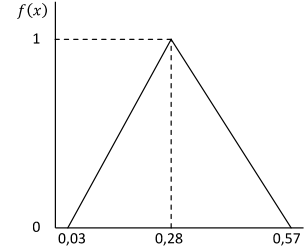
$$f(x)_{SDH} = \begin{cases} \frac{7,49 - x_{ij}}{7,49 - 4,36} & \text{eğer } 4,36 \leq x_{ij} < 7,49 \\ \frac{x_{ij} - 2,2}{4,36 - 2,2} & \text{eğer } 2,2 < x_{ij} < 4,36 \\ 10^{-6} & \text{eğer } x_{ij} \leq 2,2 \text{ veya } x_{ij} \geq 7,49 \end{cases} \quad (23)$$



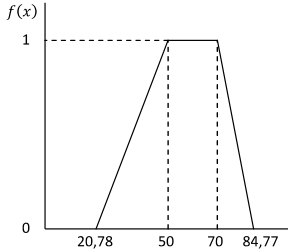
Grafik 4. Cari Oran ÖDF



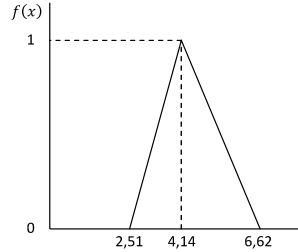
Grafik 5. Asit-Test Oranı ÖDF



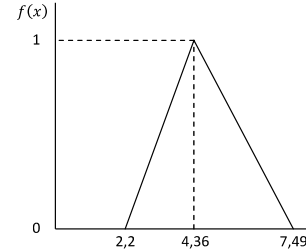
Grafik 6. Nakit Oranı ÖDF



Grafik 7. Kaldıraç Oranı ÖDF



Grafik 8. Alacak Devir Hızı ÖDF



Grafik 9. Stok Devir Hızı ÖDF

Ölçek dönüşümü sonucu elde edilen veriler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. 2022 Yılı Dayanıklı Tüketim Malları Ölçek Dönüşümü Yapılmış Veri Seti

KVB (Alternatif)	Finansal Oranlar								
	CO	ATO	NO	KO%	ADH	SDH	FKO%	ÖSK%	AK%
ALCAR	0,80	0,80	0,14	1,00	0,75	0,90	15,38	75,72	34,14
ARCLK	0,82	0,66	0,90	0,36	0,79	0,88	6,790	19,51	3,980
ARZUM	0,71	0,78	0,97	10 ⁻⁶	0,50	0,93	10,31	21,51	3,920
BRLSM	0,98	0,94	0,92	0,85	0,10	0,24	11,10	39,30	12,20
IHEVA	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,32	10 ⁻⁶	0,96	0,26	11,61	37,02	29,78
KLMNSN	0,89	0,72	0,12	1,00	0,95	0,84	6,540	12,25	3,650
SAFKR	0,77	0,78	0,28	0,64	0,54	0,56	20,01	41,15	26,12
SNICA	0,80	0,80	10 ⁻⁶	1,00	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	26,63	8,890	3,910
VESBE	0,45	0,50	10 ⁻⁶	0,64	0,83	10 ⁻⁶	4,470	25,41	7,170
VESTL	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,39	10 ⁻⁶	0,84	0,720	8,000	1,620

5.2. TOPSIS Uygulama

TOPSIS yönteminin uygulaması, hem ham veriler hem de ölçek dönüşümü yapılan veriler kullanılarak yapılmıştır. Uygulama aşamaları aşağıda anlatılmıştır.

İlk adımda, Tablo 3'te yer alan ham veriler kullanılarak karar matrisi oluşturulmuştur. İşletmeler karar alternatiflerini, finansal oranlar ise kriterleri temsil etmektedir. Kriterlerin yönü veya amacı literatürde yer alan çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu nedenle KO dışındaki tüm kriterler maksimizasyon yönlü olarak tanımlanmıştır.

İkinci adımda, ham veriler normalize edilmiştir. Normalizasyon işlemi Denklem 4 kullanılarak yapılmıştır.

Üçüncü adımda, normalize edilen veriler kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklı normalize veriler elde edilmiştir. Burada kriterlerin ağırlıkları eşit olarak kabul edilmiştir.

Dördüncü adımda, kriterler için pozitif ideal (A^+) Denklem 5 ve negatif ideal (A^-) değerler Denklem 6 kullanılarak belirlenmiştir. Bu değerler belirlenirken ağırlıklı normalize verilerin her bir sütununun *min* ve *max* değerleri kullanılmıştır. Eğer kriterin yönü veya amacı maksimizasyon ise ilgili kriter sütununun *max* değeri o

kriter için *pozitif ideal* değerdir. İlgili kriter sütununun *min* değeri ise o kriter için *negatif ideal* değer olarak tanımlanmaktadır. Kriterin yönü veya amacı minimizasyon ise bu durumun tam tersi geçerlidir.

Beşinci adımda, alternatiflerin pozitif ideal değere uzaklığı (S_i^+) Denklem 9 ve negatif ideal değere uzaklığı (S_i^-) Denklem 10 kullanılarak hesaplanmıştır.

Altıncı adımda, alternatiflerin ideal değere göreli yakınlığı (C_i^+) Denklem 11 kullanılarak hesaplanmıştır. Daha sonra

C_i^+ değerlerinin büyüklüklerine göre alternatiflerin sıralamaları belirlenmiştir.

Ham verilere uygulanan adımların aynısı Tablo 4'te yer alan ölçek dönüşümü yapılmış verilere de uygulanmıştır. Ölçek dönüşümü yapılmış verilerde tüm finansal oranlar maksimizasyon yönlü tanımlanmıştır. Bu nedenle ölçek dönüşümü yapılmış verilere TOPSIS yöntemi uygulanırken tüm kriterlerin yönü veya amacı maksimizasyon olarak belirlenmiştir. Alternatiflerin ideal değere göreli yakınlıkları Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Alternatiflerin İdeal Değere Göreli Yakınlıkları

Alternatif	Ham Veriler		Ölçekli Veriler	
	C_i^+	Sıralama	C_i^+	Sıralama
ALCAR	0,60071	2	0,68921	1
ARCLK	0,23799	8	0,50106	4
ARZUM	0,24709	6	0,48991	5
BRLSM	0,35432	5	0,54923	3
IHEVA	0,63423	1	0,43794	7
KLMSN	0,17121	10	0,46845	6
SAFKR	0,57525	3	0,60462	2
SNICA	0,43867	4	0,43413	8
VESBE	0,24031	7	0,34511	9
VESTL	0,17390	9	0,23321	10

5.3. Veri Zarflama Analizi Uygulama

VZA, Tablo 3'te yer alan ham verilere uygulanmıştır. VZA uygulamasında literatürdeki çalışmalar dikkate alınarak: CO, ATO, NO, KO, ADH ve SDH girdi, FKO, ÖSK ve AK ise çıktı olarak kullanılmıştır. Çıktıya yönelik CCR modeli

kullanılarak EMS (Efficient Measurement System v 1.3) paket programı ile KVB'lerin etkinlik değerleri hesaplanmıştır. KVB'lerin etkinlik değerleri ile girdi-çıktılara VZA tarafından atanan ağırlıklar Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Ham Veriler Kullanılarak Elde Edilen Etkinlik Değerleri ve Girdi-Çıktılara Atanan Ağırlıklar

KVB	Etkinlik Değeri (%)	Girdi Ağırlıkları						Çıktı Ağırlıkları		
		CO	ATO	NO	KO	ADH	SDH	FKO	ÖSK	AK
ALCAR	100	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,087	0,162	10 ⁻⁶	0,013	10 ⁻⁶
ARCLK	69	10 ⁻⁶	1,266	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,099	0,017	10 ⁻⁶
ARZUM	91	0,670	10 ⁻⁶	0,928	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,073	0,012	10 ⁻⁶
BRLSM	100	0,110	10 ⁻⁶	2,396	10 ⁻⁶	0,086	10 ⁻⁶	0,056	0,010	10 ⁻⁶
IHEVA	100	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	7,332	0,009	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,034
KLMSN	100	10 ⁻⁶	0,287	8,563	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,062	0,153	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
SAFKR	100	10 ⁻⁶	0,176	10 ⁻⁶	0,018	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,033	10 ⁻⁶	0,013
SNICA	100	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,455	0,038	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶
VESBE	100	0,350	10 ⁻⁶	22,599	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,039	10 ⁻⁶
VESTL	60	10 ⁻⁶	2,670	3,069	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	0,125	10 ⁻⁶

Tablo 7. Ölçek Dönüşümü Yapılmış Verilerin Girdi Olarak Kullanılabilmesi için Yapılan Dönüşüm

KVB	Girdi						Çıktı		
	CO	ATO	NO	KO%	ADH	SDH	FKO%	ÖSK%	AK%
ALCAR	1,25	1,25	7,25	1,00	1,33	1,11	15,38	75,72	34,14
ARCLK	1,22	1,51	1,12	2,80	1,26	1,14	6,790	19,51	3,980
ARZUM	1,40	1,28	1,04	10 ⁶	2,01	1,07	10,31	21,51	3,920
BRLSM	1,02	1,06	1,09	1,18	9,59	4,23	11,10	39,30	12,20
IHEVA	10 ⁶	10 ⁶	3,13	10 ⁶	1,04	3,91	11,61	37,02	29,78
KLMSN	1,12	1,39	8,33	1,00	1,05	1,19	6,540	12,25	3,650
SAFKR	1,31	1,28	3,63	1,56	1,85	1,79	20,01	41,15	26,12
SNICA	1,25	1,25	10 ⁶	1,00	10 ⁶	10 ⁶	26,63	8,890	3,910
VESBE	2,20	2,00	10 ⁶	1,55	1,20	10 ⁶	4,470	25,41	7,170
VESTL	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	2,56	10 ⁶	1,19	0,720	8,000	1,620

Tablo 4'te yer alan ölçek dönüşümü yapılmış verilere VZA uygulanmadan önce girdi olarak belirlenen verilere $1/girdi$ dönüşümü yapılmıştır. Çünkü ham verilere ölçek dönüşümü yapmak için tanımlanan fonksiyonlar ideal değere eşit olan verilere 1 değerini verecek şekilde tasarlanmıştır. VZA etkinlik ölçümü yaparken KVB'lerin en az kullandığı girdilere en yüksek ağırlığı atadığı için bu dönüşümün yapılması gerekmektedir. Böylece KVB'lerin

en az kullandığı girdiler veri setinde doğru olarak temsil edilmiş olacaktır. Çıktı olarak belirlenen finansal oranlar için herhangi bir dönüşüm işlemi uygulanmamıştır.

Tablo 7'de yer alan verilere VZA uygulanmıştır. Çıktıya yönelik CCR modeli kullanılarak KVB'lerin etkinlik değerleri hesaplanmıştır. KVB'lerin etkinlik değerleri ile girdi-çıktılara VZA tarafından atanan ağırlıklar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Ölçek Dönüşümü Yapılmış Veriler Kullanılarak Elde Edilen Etkinlik Değerleri ve Girdi-Çıktılara Atanan Ağırlıklar

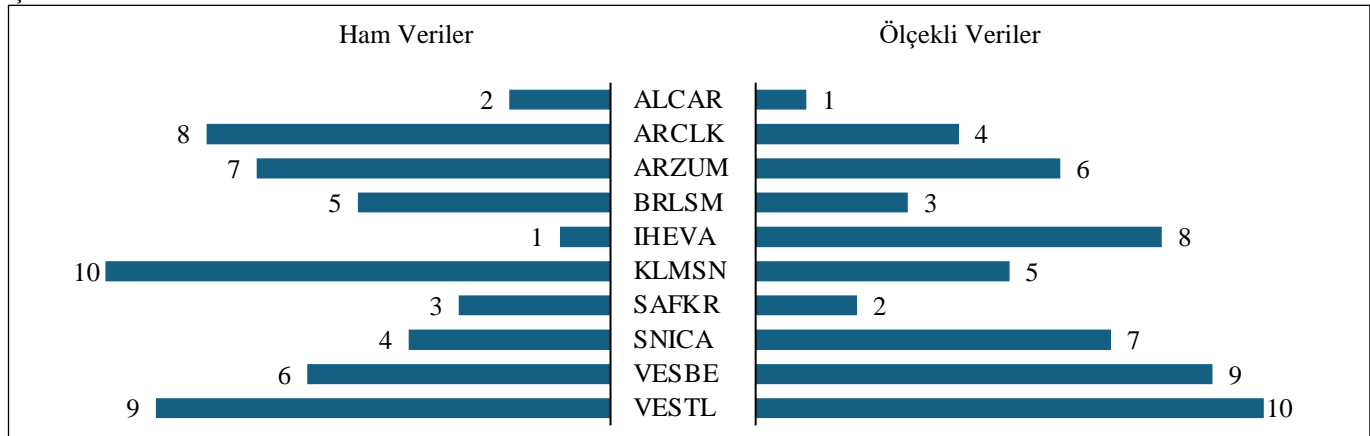
KVB	Etkinlik Değeri (%)	Girdi Ağırlıkları						Çıktı Ağırlıkları		
		CO	ATO	NO	KO	ADH	SDH	FKO	ÖSK	AK
ALCAR	100	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	0,901	10^{-6}	0,013	10^{-6}
ARCLK	100	10^{-6}	10^{-6}	0,667	10^{-6}	0,201	10^{-6}	0,001	0,051	10^{-6}
ARZUM	100	10^{-6}	10^{-6}	0,743	10^{-6}	10^{-6}	0,212	0,097	10^{-6}	10^{-6}
BRLSM	100	10^{-6}	10^{-6}	0,697	0,203	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	0,025	10^{-6}
IHEVA	100	10^{-6}	10^{-6}	0,181	10^{-6}	0,417	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	0,034
KLMSN	54	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	0,952	10^{-6}	0,153	10^{-6}	10^{-6}
SAFKR	100	10^{-6}	10^{-6}	0,178	0,135	0,078	10^{-6}	0,050	10^{-6}	10^{-6}
SNICA	100	0,054	0,059	10^{-6}	0,859	10^{-6}	10^{-6}	0,038	10^{-6}	10^{-6}
VESBE	37	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	0,833	10^{-6}	10^{-6}	0,039	10^{-6}
VESTL	10	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	0,840	10^{-6}	0,125	10^{-6}

6. Bulgular

TOPSIS yönteminin uygulanması sonucu elde edilen alternatif sıralamaları Grafik 10'da özetlenmiştir. Grafik 10 incelendiğinde ham veri kullanılarak elde edilen sıralama ile ölçekli veri kullanılarak elde edilen sıralamada önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Örneğin, ham veriler ile yapılan analizde IHEVA işletmesi 1. sıradayken, ölçekli veriler ile yapılan sıralamada 8. sıradadır. Sıralamaların bu kadar farklı çıkmasının sebebi Tablo 3'teki ham veriler incelendiğinde görülebilir. IHEVA işletmesinin CO değeri 4,73 iken CO'nun ideal değeri 1,28'dir. Diğer işletmelerin CO değeri incelendiğinde ideal değerden en uzak olan işletmenin IHEVA olduğu görülmektedir. IHEVA işletmesinin diğer finansal oranları da ideal değerlerden oldukça uzaktır. Bu nedenle IHEVA işletmesinin 1. sırada çıkması doğru değildir. Sonuç olarak IHEVA işletmesine ait verilerin ideal değerlerden uzaklıkları göz önünde bulundurulduğunda bu işletmenin 8. sırada çıkması daha doğrudur. Bir diğer ciddi sıralama farklılığı ise KLMSN işletmesinde gerçekleşmiştir. KLMSN işletmesi ham verilerle yapılan analizde 10. sıradayken, ölçekli verilerle yapılan analizde 5. sırada yer almıştır. Burada ise IHEVA işletmesinde olan durumun tersi söz konusudur. KLMSN

işletmesinin Tablo 3'teki verileri incelendiğinde ideal değerlerden çok fazla uzak olmadığı görülmektedir.

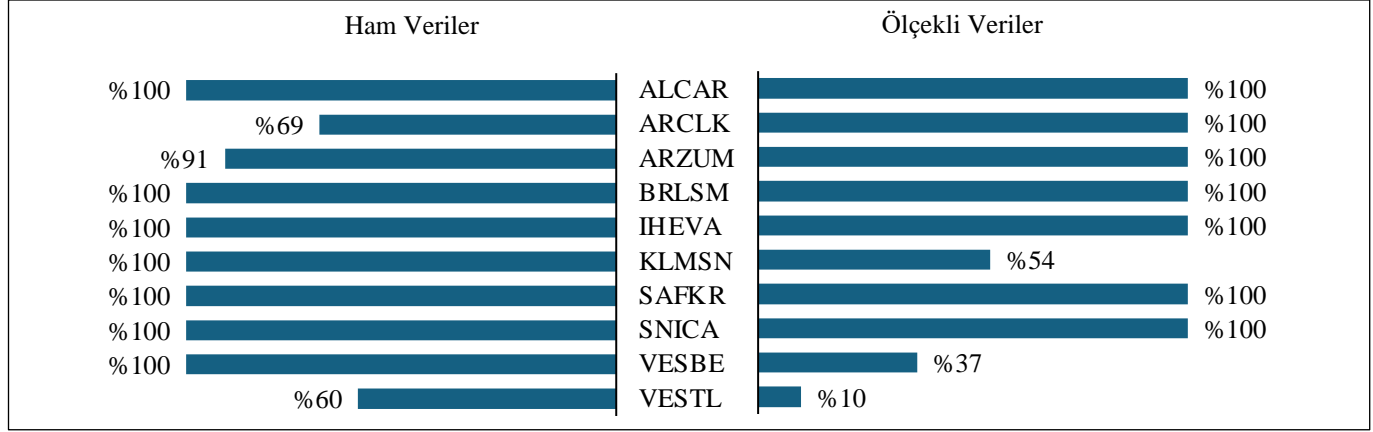
VZA sonucu elde edilen işletme etkinlik değerleri Grafik 11'de özetlenmiştir. Grafik 11 incelendiğinde, ARCLK, ARZUM, KLMSN, VESBE ve VESTL işletmelerinin etkinlik değerlerinin farklı olduğu görülmektedir. Örneğin, Tablo 6'da VESBE işletmesi %100 etkin çıkmışken, Tablo 8'de bu işletmenin etkinlik değeri %37 çıkmıştır. VESBE işletmesinin Tablo 6'daki girdi ağırlıkları incelendiğinde en yüksek ağırlık NO girdisine (22,599) atanmıştır. Çünkü Tablo 3'te yer alan ham verilerde VESBE işletmesinin NO değeri 0,03'tür. VZA en az kullanılan girdiye ve en fazla üretilen çıktıya en yüksek ağırlıkları vererek etkinlik ölçümü yaptığından dolayı NO'ya en yüksek ağırlığı atamıştır. Ancak Tablo 3'te NO'nun ideal değeri olarak kullanılan sektör ortalaması 0,28'dir. Bu durum VESBE işletmesinin NO değerinin ideal değerden oldukça uzak olduğunu göstermektedir. Tablo 8'de ise VESBE işletmesinin NO değerine ağırlık olarak 10^{-6} atanmıştır. Böylece NO'nun ideal değerden uzaklığı analiz süreci dahil edilmiştir. Sonuç olarak VESBE işletmesinin etkinlik değeri Tablo 8'de %37 olarak çıkmıştır.



Grafik 10. TOPSIS ile Elde Edilen Alternatif Sıralamaları

Ham verilerle yapılan VZA’da KLMSN işletmesinin etkinlik değeri %100 iken ölçekli verilerle yapılan VZA’da bu işletmenin etkinlik değeri %54 çıkmıştır. Tablo 3’teki ham veriler incelendiğinde KLMSN işletmesinin NO değeri 0,06 iken NO’nun ideal değeri ise 0,28’dir. KLMSN işletmesinin NO değeri ideal değerden oldukça uzaktır. Benzer şekilde bu işletmenin ÖSK değeri 12,25 iken

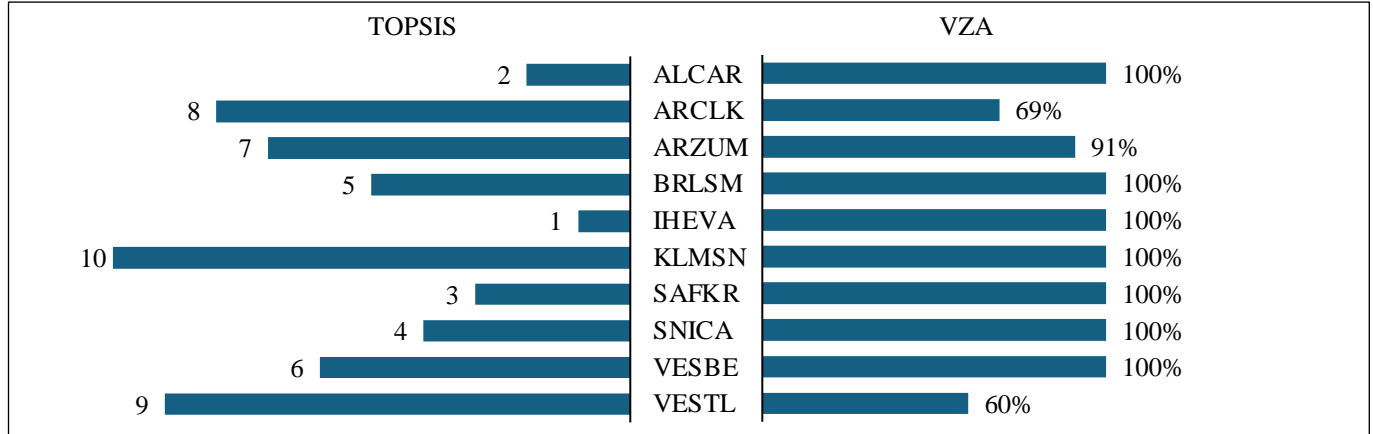
ÖSK’nın ideal değeri 23,46’dır. İşletmenin bu değerinin de ideal değerden oldukça uzak olduğu görülmektedir. Bu nedenle KLMSN işletmesinin %100 etkin çıkması mümkün değildir. Sonuç olarak ölçekli verilerle yapılan VZA’da KLMSN işletmesinin etkinlik değerinin %54 çıkması işletmenin ham verileriyle tutarlıdır.



Grafik 11. VZA ile Elde Edilen Etkinlik Değerleri

TOPSIS yöntemiyle yapılan sıralama ile VZA sonucu elde edilen etkinlik değerlerinin tutarlı olması gerekmektedir. Ham verilerle yapılan TOPSIS ve VZA uygulamalarının sonuçları Grafik 12’de özetlenmiştir. Örneğin grafik 12

incelediğinde, KLMSN işletmesi TOPSIS’e göre 10. sırada yer almaktadır. Bu işletme VZA’ya göre ise %100 etkin çıkmıştır. Son sırada yer alan bir işletmenin %100 etkin olması tutarlı bir sonuç değildir.

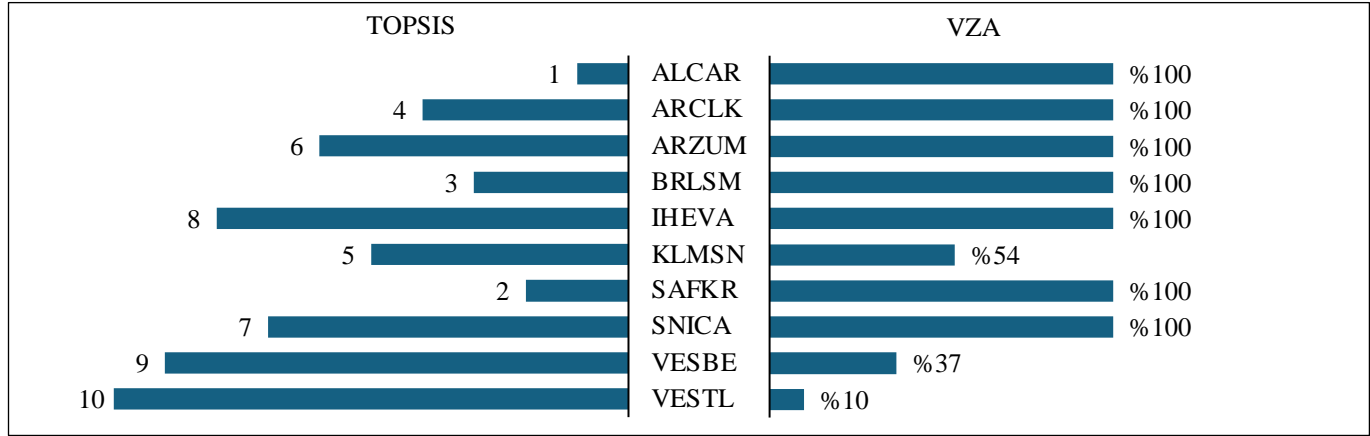


Grafik 12. Ham Verilerle Elde Edilen TOPSIS ve VZA Sonuçları

Ölçekli verilerle yapılan TOPSIS ve VZA uygulamalarının sonuçları Grafik 13’te özetlenmiştir. Grafik 13 incelediğinde TOPSIS ve VZA sonuçlarının birbiriyle örtüşmediği görülmektedir. Örneğin, VESTL işletmesi TOPSIS’e göre 10. sırada yer alırken VZA’da %10 ile en düşük etkinlik değerine sahip işletme olmuştur. Benzer şekilde VESBE işletmesi TOPSIS sonuçlarına göre 9. sırada yer alırken, VZA sonuçlarına göre %37 etkinlik değeri ile ikinci en düşük etkinlik değerine sahip işletme olmuştur. Burada KLMSN işletmesinin sıralama ve etkinlik değerinde tutarsızlık olduğu görülmektedir. Çünkü KLMSN işletmesi 5. sırada yer alırken etkinlik değeri %54 çıkmıştır. Yani KLMSN üçüncü en düşük etkinlik değerine sahip olan işletmedir. Bu nedenle KLMSN’nin 8. sırada çıkması beklenmektedir. Bu işletmenin TOPSIS sıralaması ile VZA etkinlik değerinin tutarsız çıkmasının birinci sebebinin analizde kullanılan işletme sayısı ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Çünkü VZA, girdi ve çıktılara ağırlık verilmesinde serbestlik tanıyan bir sistemdir. Fakat girdi ve çıktılara ağırlık seçmede tanınan bu serbestlik KVB sayısı

sabit kalıp girdi ve çıktı sayısının artması durumunda, VZA’nın ayırma yapma gücünün azalmasına, çok fazla KVB’nin etkin çıkmasına sebep olabilmektedir (Jenkins ve Anderson, 2003: 52). Çünkü KVB’ler etkinlik değerlerini maksimize etmek için, diğer KVB’lere göre en az kullandıkları girdilere ve en çok ürettikleri çıktılara en yüksek ağırlığı verirken, en fazla kullandıkları girdi ve en az ürettikleri çıktılara en az ağırlığı vermektedir. Bu sebeple KVB sayısının az olması, etkinlik değeri hesaplanacak KVB’nin en çok ürettiği çıktı veya en az kullandığı girdiye yakın değerlere sahip başka KVB’lerin olma olasılığının az olması demektir. Bu sebeple KVB sayısı ile girdi-çıktı sayıları arasında genellikle $n+1 > m+s$ (n =KVB sayısı, m =girdi sayısı, s =çıktı sayısı) ilişkisi tercih edilir (Delikdaş, 2002: 251). Bu anlamda, işletme sayısı artırıldığında TOPSIS ile VZA sonuçlarının tam olarak örtüşmesi beklenmektedir. Bu işletmenin TOPSIS sıralaması ile VZA etkinlik değerinin tutarsız çıkmasının ikinci sebebinin analizde kullanılan kriterlere eşit ağırlık verilmesi olduğu

söylenbilir. Farklı nesnel veya öznel ağırlıklandırma yöntemleriyle daha iyi sonuçlar elde edilebilir.



Grafik 13. Ölçekli Verilerle Elde Edilen TOPSIS ve VZA Sonuçları

7. Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışmada literatürde yaygın olarak kullanılan ÇKKV ve VZA yöntemlerinin sektör uygulamalarında yönsüz kriterler veya girdi-çıktıların ham verilerinin yönlerinin herhangi bir matematiksel işleme tabi tutulmadan fayda (maksimizasyon) veya maliyet (minimizasyon) yönlü olarak kullanıldığının tespit edilmesinden hareketle öncelikle doğru bir analiz için yön tayininin önemine değinilmiştir. Makalede örnek olarak belirlenmiş olan yönsüz 6 adet finansal rasyoya doğru yön tayini için ham verilere uygulanabilir fonksiyonlar tanımlanmış, dayanıklı tüketim malları sektöründeki 10 adet firmanın ham verileri için uygulama yapılmıştır.

Doğru yön tayini belirlenmiş ve ölçek dönüşümü yapılmış verilerin herhangi bir yeni işleme tabi tutulmadan ÇKKV yöntemlerine uygulanabileceği düşünülmektedir.

VZA içinse bu çalışmada önerildiği gibi öncelikle yönsüz ham verilere bir ölçek dönüşümü yapmak mutlaka gereklidir. Ancak VZA ile uygulama yaparken bir rasyo girdi olarak kullanılacaksa (1/ölçek dönüşümü yapılarak elde edilen değer) şeklinde ikinci bir dönüşüm yapılması da mutlaka gereklidir. Çıktı olarak kullanılacaksa ölçek dönüşümü yapılan veriye herhangi bir işlem yapmaya gerek yoktur.

Fakat VZA uygulaması için bu iki aşamanın yeterli olmadığı düşünülmektedir. Klasik VZA modelleri, etkinlik ölçümü yapılacak olan KVB'nin en çok ürettiği çıktıya ve en az kullandığı girdiye en yüksek ağırlığı verecek şekilde tanımlanmış modellerdir. Örneğin, VZA'da cari oran için en ideal değer olan x_j^{ideal} 'e sahip bir firmanın bu ideal değerinin azaltılması gerektiği sonucu çıkması durumunda, bu yanlış bir yorum olacaktır. Çünkü firmanın o rasyosu zaten en ideal noktadadır. O oranı artırmak veya azaltmak yanlış bir işlem olacaktır. VZA için ölçek dönüşümü yapılan verileri ağırlıklandırırken nasıl bir işleme tabi tutulması gerektiğinin başka bir çalışmada ele alınması gerektiği düşünülmektedir.

Makalede tanımlanan fonksiyonlar doğrusaldır. Fonksiyon tanımlamalarında verinin yapısına göre doğrusal olmayan fonksiyonlar da kullanılabilir.

Yönsüz verilerin sadece burada ele alınan 6 finansal oranla sınırlı olmadığı, bu konuda uygulama yapacak araştırmacıların yapacağı çalışmalarda, değerlendirmeye aldığı tüm finansal oranların doğasını iyi irdelemesi gerekmektedir.

Ayrıca yönsüz verilerin finansal oranlarla sınırlı olmadığı; farklı uygulamalarda kullanılan kriter, girdi-çıktıların da yönsüz olabileceği de bir gerçektir. Bu nedenle uygulama alanından bağımsız olarak, tüm yönsüz veriler için bu makalede önerilen fonksiyonlara benzer şekilde fonksiyon tanımlamaları yapılabilir.

Kaynakça

- Ağ, A.; Kuloğlu, E. (2020), "İşletmelerin Finansal Performansının Veri Zarflama Analizi Yöntemiyle Tespit Edilmesi: Borsa İstanbul'da İşlem Gören Enerji İşletmelerine Yönelik Bir Uygulama", *OPUS International Journal of Society Researches*, C. 16, S. Özel Sayı: 3756-3772.
- Akbulut, O. Y. (2020), "Finansal Performans ile Pay Senedi Getirisi Arasındaki İlişkinin Bütünleşik CRITIC ve MABAC ÇKKV Teknikleriyle Ölçülmesi: Borsa İstanbul Çimento Sektörü Firmaları Üzerine Ampirik Bir Uygulama", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, S. 40: 471-488.
- Akdoğan, N.; Tenker, N. (2007), *Finansal Tablolar ve Mali Analiz Teknikleri*, 12. Baskı, Gazi Kitabevi.
- Akgüç, Ö. (2011), *Mali Tablolar Analizi*, 14. Baskı, Arayış Basım ve Yayıncılık.
- Akgüç, Ö. (2013), *Finansal Yönetim*, 9. Baskı, Avcıol Basım Yayın.
- Akyüz, K.; Yıldırım, İ.; Balaban, Y. (2015), "Kâğıt Sektöründe Yer Alan Firmaların Veri Zarflama Analizi Yardımıyla Etkinliklerinin Ölçümü", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, S. 14: 23-37.
- Allen, R.; Thanassoulis, E. (2004), "Improving Envelopment in Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, Vol. 154: 363-379.
- Aydın, N.; Başar, M.; Coşgun, M. (2015), *Finansal Yönetim*, 2. Baskı, Detay Yayıncılık.
- Baležentis, A.; Baležentis, T.; Misiūnas, A. (2012), "An Integrated Assessment of Lithuanian Economic Sectors Based on Financial Ratios and Fuzzy MCDM Methods", *Technological and Economic Development of Economy*, Vol. 18, No. 1: 34-53.
- Banker, R.D.; Charnes, A.; Cooper, W.W. (1984), "Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in DEA", *Management Science*, Vol. 30, No. 9: 1078-1092.
- Banker, R.D.; Cooper, W.W.; Seiford, L.M.; Thrall, R.M.; Zhu, J. (2004), "Returns to Scale in Different DEA Models", *European Journal of Operational Research*, Vol. 154: 345-362.

- Bayazıtlı, E.; Çelik, O. (2004), Muhasebe Eğitiminin Kalitesinin Artırılmasında İlk Adım: Yükseköğretim Kurumlarında Muhasebe Eğitiminin Etkinliğinin Analizi, İstanbul Üniversitesi Sürekli Yayınları, İstanbul.
- Bektöre, S.; Çömlekçi, F.; Sözbilir, H. (2000), Tek Düzen Hesap Planına Göre Mali Tablolar Analizi, Birlik Ofset.
- Brans, J.P.; Vincke, P. (1985) "A Preference Ranking Organization Method: The PROMETHEE Method for MCDM", *Management Science*, Vol. 31, No: 6: 647-656.
- Cables, E.; Lamata, M. T.; Verdegay, J. L. (2016), "RIM-Reference Ideal Method in Multicriteria Decision Making", *Information Sciences*, Vol. 337-338: 1-10.
- Cenger, H. (2011), "İmkb'de İşlem Gören Çimento Şirketlerinin Performanslarının Ölçülmesinde Veri Zarflama Analizi Yaklaşımı", *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, C. 25, S. 3-4: 31-44.
- Ceylan, A.; Korkmaz, T. (2021), İşletmelerde Finansal Yönetim, 17. Baskı, Ekin Basım Yayım Dağıtım.
- Charnes, A.; Cooper, W.W.; Rhodes, E. (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, No. 6: 429-444.
- Cheng-Min Feng, Wang Rong-Tsu, (2001), "Considering The Financial Ratios On The Performance Evaluation Of Highway Bus Industry", *Transport Reviews*, Vol. 21, No. 4: 449-467.
- Cingi, S.; Tarm, A. (2000), "Türk Banka Sisteminde Performans Ölçümü DEA Malmquist TFP Endeksi Uygulaması", <http://www.tbb.org.tr/turkce/arastirmalar/TBB.doc>, (Erişim: 13.12.2023).
- Çabuk, A.; Lazol, İ. (2014), Mali Tablolar Analizi, 14. Baskı, Ekin Basım Yayım Dağıtım.
- Çanakçıoğlu, M. (2020), "Bist'te İşlem Gören Ana Metal Firmalarının Finansal Performansının Entegre Bir Çok Kriterli Karar Verme Modeli Kullanarak Değerlendirilmesi", *Journal of Management and Economics Research*, C. 18, S. 2: 176-197.
- Çelik, İ.; Ayan, S. (2017), "Veri Zarflama Analizi İle İmalat Sanayi Sektörünün Finansal Performans Etkinliğinin Ölçülmesi: Borsa İstanbul'da Bir Araştırma", *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, C. 8, S. 18: 56-74.
- Çolak, Z. (2022), "BIST Teknoloji/Bilişim Endeksi Kapsamında Bulunan Firmaların Veri Zarflama Analizi ve Malmquist Toplam Faktör Verimlilik Endeksi ile Etkinlik Ölçümü", *Sosyal Bilimlerde Nicel Araştırmalar Dergisi*, C. 2, S. 2: 128-151.
- Delikdaş, E. (2002), "Türkiye Özel Sektör İmalat Sanayinde Etkinlik ve Toplam Faktör Verimliliği Analizi", *ODTÜ Geliştirme Dergisi*, C. 29, S. 3-4: 247-284.
- Ercan, M. K.; Ban, Ü. (2008), Değere Dayalı İşletme Finansı Finansal Yönetim, 4. Baskı, Gazi Kitabevi.
- Genç, T. (2013), "PROMETHEE Yöntemi ve GAIA Düzlemi", *Afyon Kocatepe Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. XV, S. 1: 133-154.
- Günay, B.; Kaya, İ. (2017), "Borsa İstanbul'da Yer Alan Aracı Kurumların Performansının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi", *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, C. 15, N. 2: 141-164.
- Günay, F.; Karadeniz, E.; Dalak, S. (2018), "Türkiye'de En Yüksek Net Satış Gelirine Sahip 20 Şirketin Finansal Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle İncelenmesi", *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 11, S. 2: 51-73.
- Gürkan, S.; Aldoury, N. (2021), "Topsis Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Karşılaştırmalı Finansal Performans Analizi: Teknoloji Şirketleri Üzerine Bir Araştırma", *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, C. 6, S. 2: 225-239.
- Halkos, G. E.; Tzeremes, N. G. (2012), "Analyzing the Greek Renewable Energy Sector: A Data Envelopment Analysis Approach", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 16, No. 5: 2884-2893.
- <https://malitablolar.com>, (Erişim: 18.12.2023)
- Hwang, C.L., Yoon, K., (1981). Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications. Springer, Berlin Heidelberg.
- Jenkins, L., Anderson, M., (2003). "Stochastics and Statistics a Multivariate Statistical Approach to Reducing the Number of Variables in Data Envelopment Analysis", *European Journal of Operational Research*, Vol. 147: 51-61.
- Karaoğlu, S.; Şahin, S. (2018), "BIST XKMYA İşletmelerinin Finansal Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Ölçümü ve Yöntemlerin Karşılaştırılması", *Ege Akademik Bakış*, C. 18, S. 1: 63-80.
- Koçyiğit, M. M. (2016), "Borsa İstanbul'da İşlem Gören Çimento İşletmelerinin Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi Kullanılarak Ölçülmesi", *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, C. 15, S. 57: 429-439.
- Koçyiğit, M. M. (2023), "Borsa İstanbul'da İşlem Gören Tekstil Şirketlerinin Finansal Etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi ile Ölçümü", *International Journal of Social and Humanities Sciences Research*, C. 10, S. 96: 1419-1425.
- Konak, F.; Ayan Civelek, S. (2021), "Veri Zarflama Analizi ve Topsis Yöntemi ile Finansal Performans Değerlendirmesi: BIST Teknoloji Endeksi Uygulaması", *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, C. 10, S. 4: 3110-3131.
- Kula, V.; Özdemir, L. (2007), "Çimento Sektöründe Göreceli Etkinsizlik Alanlarının Veri Zarflama Analizi Yöntemi ile Tespiti", *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 9, S. 1: 55-70.
- Mahmoodzadeh S., J. Shahrabi, M. Pariazar ve M. S. Zaeri (2007), "Project Selection by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique", *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 30: 333-338.
- Mathews, K.; Ismail, M. (2006), "Efficiency and Productivity Growth of Domestic and Foreign Commercial Banks in Malaysia", *Cardiff Economics Working Papers*, Cardiff, U.K.
- Monjezi, M., Dehghani, H., Singh, T.N., Sayadi, A.R., Gholinejad, A., (2010), Application of TOPSIS method for selecting the most appropriate blast design, *Arabian Journal of Geosciences*, Vol. 5: 95-101.
- Okka, O. (2015), Finansal Yönetim Teori ve Çözümlü Problemler, 6. Baskı, Nobel Yayınları.
- Olson, D.L., (2004), "Comparison of weights in TOPSIS models", *Mathematical and Computer Modelling*, Vol. 40, No. 7-8: 721-727.
- Oruç, K. O.; Demirbaş, K. (2020), "İşletmelerin Finansal Başarısızlığının AHP Temelli ELECTRE TRI ve FLOWSORT Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi", *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, C. 15, S. 3: 975-1000.
- Oruç, K. O.; Güngör, İ.; Demiral, M. F. (2009), "Üniversitelerin Etkinlik Ölçümünde Bulanık Veri Zarflama Analizi Uygulaması", *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, C. 22, 279-294.
- Ömürbek, N.; Eren, H. (2016), "Promethee, Moora ve Copras Yöntemleri ile Oran Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi: Bir Uygulama", *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, C. 8, S. 16: 174-187.
- Özçelik, H.; Kandemir, B. (2017), "Veri Zarflama Analizi ve İmalat Sektöründe Bir Uygulama", *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 22, S. 1: 43-53.
- Pala, F. (2023), "Bist Teknoloji ve Bilişim Sektöründe İşlem Gören Şirketlerin Finansal Performanslarının Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Ölçülmesi ve Yöntemlerin Karşılaştırılması", *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, C. 8, S. 1: 121-155.
- Pala, O. (2022), "BIST Sigorta Endeksinde CRITIC ve MULTIMOOSRAL Tekniklerine Dayalı Finansal Analiz", *İzmir İktisat Dergisi*, C. 37, S. 1: 218-235.
- Paradi, J. C.; Schaffnit, C. (2004), "Commercial Branch Performance Evaluation and Results Communication in a Canadian Bank – a DEA Application", *European Journal of Operational Research*, Vol. 156, No. 3: 719-735.
- Sahore, A. (2017), "Decision-Making for Investments in Stocks Using Saw and Topsis Methods of Multi-Criteria Decision-Making", *NICE Journal of Business*, Vol. 12, No. 2: 51-64.
- Siew, L. W.; Fai, L. K.; Hoe, L. W. (2018), "An Optimal Control on the Efficiency of Technology Companies in Malaysia with Data Envelopment

Analysis Model”, *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering*, Vol. 10, No. 1: 107-111.

Siew, L. W.; Fai, L. K.; Hoe, L. W. (2021), “Performance Evaluation of Construction Companies in Malaysia with Entropy-VIKOR Model”, *Engineering Journal*, Vol. 25, No. 1: 297-305.

Siew, L. W.; Hoe, L. W.; Bakar, M. A.; Fun, L. P. (2022), “Data Driven Decision Analysis on the Performance of Electronic Companies with TOPSIS Model”, *Journal of Advances in Information Technology*, Vol. 13, No. 1: 61-66.

Soba, M.; Akcanlı, F. (2012), “Veri Zarflama Analizi Yöntemi İle İmkb’de Gıda, İçki Ve Tütün Alanında Faaliyet Gösteren İşletmelerin Etkinliklerinin Değerlendirilmesi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 14, S. 2: 259-274.

Soba, M.; Akcanlı, F.; Erem, I. (2012), “İMKB’ye Kayıtlı Seçilmiş İşletmelere Yönelik Etkinlik Ölçümü ve Performans Değerlendirmesi: Veri Zarflama Analizi ve Topsis Uygulaması”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, S. 27: 229-243.

Sönmez, F.; Baysal, G.; Baysal, I. A.; Bademcioğlu, M. (2023), “Bist100’de İşlem Gören Enerji Şirketlerinin Topsis Yöntemiyle Finansal Performanslarının Belirlenmesi”, *PressAcademia Procedia*, C. 16, S. 1: 149-155.

Şahin, İ. E.; Karacan, K. B. (2019), “BIST’te İşlem Gören İnşaat İşletmelerinin Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Finansal Performans Ölçümü”, *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, C. 3, S. 2: 162-172.

Tektüfekçi, F. (2010), “İmkb’ye Kayıtlı Halka Açık Teknoloji Şirketlerinde Finansal Etkinliğin Veri Zarflama Analizi (Vza) ile Değerlendirilmesi”, *Organizasyon ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, C. 2, S. 2: 69-77.

Türko, R. M. (1999), *Finansal Yönetim*, Alfa Basım Yayım Dağıtım.

Vatansever, K.; Aydın, S. (2014), “Finansal Başarısızlığın Öngörülmesinde Çok Kriterli Karar Verme Analizine Dayalı Bir Araştırma”, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, S. 41: 163-176.

Yalama, A.; Sayım, M. (2016), “Veri Zarflama Analizi ile İmalat Sektörünün Performans Değerlendirmesi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, C. 23, S. 1: 89-107.

Yükçü, S.; Kaplanoğlu, E. (2015), “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Gözaltı Pazarı Şirketlerinin Finansal Performanslarının Belirlenmesi”, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, C. 17, S. 3: 587-616.

Zhai, L. Y.; Li-Pheng, K.; Zhao-Wei, Z. (2009), “Design Concept Evaluation in Product Development Using Rough Sets and Gray Relation Analysis”, *Expert System with Applications*, Vol. 36, No. 3: 7072-7079