

Article Info	RESEARC ARTICLE	ARAŞTIRMA MAKALESİ	
Title of Article	The Investigation of Association between Financial Performance and Stock Returns by Entropy and TOPSIS Methods		
Corresponding Author	Özcan IŞIK, Cumhuriyet Üniversitesi, Zara Veysel Dursun Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Bankacılık ve Finans Bölümü, 58700 Sivas, TÜRKİYE. e-posta: ozcan@live.com		
Submission Date Admission Date	27/02/2019 /10/03/2019		
How to Cite	Işık Ö. (2019 Entropi ve TOPSİS Yöntemleriyle Finansal Performans İle Pay Senedi Getirileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Kent Akademisi, Volume, 12 (37), Issue 1, Page. 200-213		ORCID NO: 0000-0003-2230-8738

Entropi ve TOPSİS Yöntemleriyle Finansal Performans İle Pay Senedi Getirileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

Özcan IŞIK
ozcan@live.com

ÖZ:

Bu çalışmanın amacı, finansal performans ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişkiyi analiz etmektir. Çalışma Borsa İstanbul 30 Endeksinde işlem gören firmaların 2014-2017 dönemi yıllık verilerini kapsamaktadır. Analiz sürecinde finansal değişkenlere ilişkin ağırlıkların belirlenmesinde Entropi yöntemi, firmaların finansal performansının belirlenmesinde ise finansal oranlara dayanan TOPSIS sıralama yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, çalışmada finansal performans ile hisse senedi getirileri arasındaki ilişki korelasyon analizi kullanılarak incelenmiştir. Çalışmanın sonuçları, firma finansal performansı ile pay senedi getirilerinin arasında anlamlı bir ilişki olmadığını göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELER: Performans Analizi, Finansal Oranlar, Pay Senedi Getirileri, Entropi Yöntemi, TOPSIS Yöntemi

The Investigation of Association between Financial Performance and Stock Returns by Entropy and TOPSIS Methods

ABSTRACT:

The purpose of this study is to analyze the association between financial performance and stock returns. The study covers the annual data of firms traded in the Borsa İstanbul 30 Index for the period 2014-2017. While Entropy method is used to determine the weights of financial variables in the analysis process, TOPSIS ranking method based on financial ratios is employed to determine the financial performance of firms. In addition, the relationship between financial performance and stock returns is investigated using correlation analysis. The results of the study suggest that there is no significant relationship between firm financial performance and stock returns.

KEYWORDS: Performance Analysis, Financial Ratios, Stock Returns, Entropy Method, TOPSIS Method

Entropi ve TOPSIS Yöntemleriyle Finansal Performans İle Pay Senedi Getirileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi

GİRİŞ:

Performans, ekonomik sistem içinde faaliyet gösteren tüm firmalarının hayatta kalması, rekabet üstünlüğü elde etmesi, büyümesi ve faaliyet başarı derecesinin ölçülmesi açısından son derece önemli bir göstergedir. Bununla beraber, günümüzün rekabetçi dünyasında herhangi bir sektörde faaliyette bulunan bir firmanın performansını değerlendirmesi bir taraftan firma yönetimi, kreditorler, finansal analistler ve mevcut/potansiyel yatırımcılar için, diğer taraftan da ülkenin kalkınması ve büyümesi için büyük önem taşımaktadır (Yalcin vd., 2012, s.350).

Finansal oran (rasyo) analizi, pay senedi yatırımlarında performans ölçümü için yatırımcılar tarafından yaygın bir şekilde kullanılan temel analiz tekniklerinden biridir. Bilindiği üzere firmaların bilanço ve gelir tablosu gibi temel finansal tabloları kullanılarak hesaplanan finansal oranlar; firmaların likidite düzeyi, varlık kullanım etkinliği, borçlanma derecesi ve kârlılığı gibi konularında önemli bilgiler içermektedir (Gürsoy, 2007, s. 89-90; Afşar ve Afşar, 2010, s.200; Ping-fu ve Kwai-yee, 2016, s.110). Yatırımcılar sermaye piyasasında işlem gören herhangi bir pay senedi ile ilgili yatırım kararı vermeden evvel firmalar tarafından hazırlanan finansal tabloları analiz ederek ilgili firmanın geçmiş ve cari performansı hakkında önemli bilgilere ulaşabilmektedir (Ege ve Yaman, 2018, s.76). Dolayısı ile yatırımcılar bu finansal bilgiler yardımı ile firmalar arasında kolay ve hızlı bir şekilde karşılaştırma yapabilmekte ve buna bağlı olarak yatırımlarına yön verebilmektedirler.

Minimum risk düzeyinde maksimum getirinin sağlanması diğer bir deyişle en iyi yatırım alternatifinin belirlenmesi konusunda birçok kriteri göz önünde bulundurmak durumunda olan yatırımcılar karar verme sürecinde çeşitli problemlerle karşılaşabilmektedirler. Örneğin, bir firma belirlenen bir kriter açısından yüksek performans, başka bir değerlendirme kriteri açısından ise düşük performans sergileyebilir. Dolayısıyla, en iyi yatırım alternatifinin belirlenmesi konusunda dikkate alınan kriterler birbiri ile çelişkili sonuçlar üretebilir. Bu durumda yatırımcılar karar verme sürecinin riskini azaltabilmek amacıyla çok kriterli karar verme (ÇKKV) tekniklerine başvurabilirler (Temizel ve Bayçelebi, 2016, s.160; Ege ve Yaman, 2018, s.76).

Firmaların performansının değerlendirilmesinde kullanılan finansal oranları göz önüne alarak verilen yatırım kararları ile bu kararların neticesinde ortaya çıkan getirilerin birbiri ile bağlantılı olup olmadığı diğer bir deyişle getiri düzeyi yüksek olan pay senetlerinin seçimi sürecinde finansal oranların önemli bir etkiye sahip olup olmadığı son zamanlarda finans literatürde oldukça ilgi çeken bir araştırma konusu olmaya devam etmektedir.

Bu çalışmada firmaların finansal oranlara dayalı performansıyla aynı firmalara ilişkin pay senedi getirileri arasında bir ilişki olup olmadığının araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla Borsa İstanbul'da işlem gören ve BIST-30 endeksinde dahil olan firmalar inceleme altına alınmıştır. BIST-30 endeksinde dahil olan firmaların performansı ile pay senedi getirileri arasındaki ilişkiyi inceleyen literatürde bir başka çalışmanın olmaması çalışmanın özgünlüğü açısından önemlidir. TOPSIS sıralama yönteminin kullanıldığı çalışmanın bulguları pay senedi yatırımcılarının yatırımlarını şekillendirirken finansal göstergelerden ziyade piyasaya gelen haberler doğrultusunda hareket etmekte olduklarına işaret etmektedir.

Çalışmamızda konuya genel bir giriş yapıldıktan sonra, konuya ilişkin benzer çalışmalara literatür araştırması kısmında yer verilmiştir. Ardından çalışmada kullanılan veri seti tanıtılmakta ve TOPSIS sıralama yöntemi açıklanmıştır. Çalışmanın uygulama kısmında TOPSIS sıralama yöntemi kullanılarak elde edilen performans ve pay senedi getirilerine ilişkin sıralamalar genel bir puana indirgenmiştir. Ayrıca iki sıralama arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığı korelasyon analizi ile incelenerek ulaşılan bulgular değerlendirilmiştir. Çalışma sonuç bölümü ile sonlandırılmaktadır.

1. Literatür incelemesi

Literatürde finansal performans ile pay senedi getirileri arasındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak yapılan birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan öne çıkan bazı çalışmalar aşağıda Tablo 1'de özetlenmektedir.

Tablo 1. Literatür Özeti

Yazar/lar	Karar Noktaları/ Kriterler	Kullanılan Metodoloji	Elde Edilen Sonuçlar
Uygurtürk ve Korkmaz (2012)	13 ana metal sanayi firması/8 adet finansal oran	TOPSIS yöntemi	Analizin ilk aşamasında 2006-2010 dönemi için her bir firmaya ait performans sırası belirlenmiştir. Daha sonra TOPSIS performans puanı 1-6 ve 7-13 arasında olan firmalardan iki farklı portföy oluşturulmuştur. TOPSIS performans sıralaması yüksek olan firmaların dahil edildiği portföyün, TOPSIS performans sıralaması düşük firmalardan olan portföye kıyasla daha yüksek getiri sağladığı tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışmada yıl bazında oluşturulan TOPSIS performans sıralamaları arasında bir bağlantı olup olmadığı da incelenmiştir. Bulgular performans sıralamaları arasında pozitif yönde bir ilişkinin olduğuna işaret etmektedir.
Sakarya ve Aytekin (2013)	BİST'e kote 12 ticari banka/10 adet finansal oran	PROMETHEE yöntemi	2007-2011 dönemini kapsayan araştırma neticesinde bankaların PROMETHEE yöntemine göre hesaplanan performans değerleri ile pay senedi getirileri arasında hem yıl bazında hem de banka bazında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.
Ozen yesildag ve Soba (2015)	Borsa İstanbul gıda endeksindeki 4 firma/20 adet finansal oran	TOPSIS yöntemi	2000:4-2014:3 arasındaki dönemi kapsayan çalışmada TOPSIS'e dayalı olarak hesaplanan firma performans skorları ile firmalara ilişkin pay senedi getirileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.
Sakarya ve Yıldırım (2016)	BİST'e kayıtlı 14 enerji firması/10 adet finansal değişken	TOPSIS yöntemi ve Panel Veri Analizi	Çalışmada 2010-2014 döneminde enerji firmalarının TOPSIS sıralaması ile yıllık ortalama getirileri arasındaki olası bir ilişkinin varlığı panel veri analiz yöntemi aracılığıyla araştırılmıştır. Bulgular firmaların TOPSIS puanları ile pay senedi getirileri arasında kısa dönemli bir etkileşim olduğunu, ancak bu iki değişken arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisinin olmadığını ortaya koymaktadır.
Temizel ve Bayçelebi (2016)	BİST'e kayıtlı 15 tekstil firması/8 adet finansal oran	TOPSIS yöntemi	2011-2014 dönemini kapsayan çalışmada öncelikle TOPSIS tekniği kullanılarak firmaların finansal başarı sıralaması yapılmıştır. Ardından yıllık pay senedi getirilerine dayalı olarak ilgili firmalar için getiri sıralaması oluşturulmuştur. Son olarak çalışmada Korelasyon analiziyle bu iki sıralama arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmış olup ulaşılan sonuca bağlı olarak firmaların başarı sıralamaları ile pay senedi getirileri arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı rapor edilmiştir.
Öztürk (2017)	Borsa İstanbul 50 Endeksinde işlem gören 35 şirket/10 adet finansal oran	PROMETHEE yöntemi	Analizde 2013-2015 arasındaki yıllara ilişkin firmalara ilişkin performans skorları tespit edilmiştir. Daha sonra her bir yıla ilişkin performans skorları ile pay senetlerinin sonraki dönem piyasa değeri arasındaki ilişki incelenmiştir. Korelasyon analizi sonuçlarına göre, bilançodan ziyade gelir tablosu verilerine göre sıralanan 2015 yılı performans skorları ile 2016 yılı pay senetlerinin piyasa değeri arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir.
Soysal	BİST'te yer alan 17	TOPSIS	Çalışmada firmaların başarı sırası TOPSIS tekniği ile

Kayalı ve Aktaş (2017)	çimento firması/15 adet finansal oran	yöntemi	belirlendikten sonra, 2010-2016 yıllarını kapsayan 7 yıllık dönemde Ünye Çimento firmasının finansal performans açısından dört kez ilk sırada iki kez ikinci sırada ve bir kez de üçüncü sırada yer aldığı rapor edilmiştir.
Orçun ve Eren (2017)	BİST'te kayıtlı 13 teknoloji firması/9 adet finansal oran	TOPSIS yöntemi	Çalışmada firmaların 2010-2015 dönemine ilişkin finansal performansları TOPSIS yönteminden faydalanılarak sıralandıktan sonra bu sıralama ile borsa getirileri sıralamaları arasındaki bağlantı incelenmiş ve bu iki değişken arasında herhangi anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.
Ünal ve Yüksel (2017)	BİST Sürdürülebilirlik Endeksinde işlem gören 7 banka/10 adet finansal gösterge	PROMETHEE yöntemi	Analiz sonuçları Akbank'ın 2015, 2016 ve 2017 yıllarında performans açısından ilk sırada yer aldığını göstermektedir. Ayrıca bulgular 2016 yılının haricinde diğer yıllarda Akbank'ın göstermiş olduğu görece yüksek performansın pay senedi getirilerine yansımadağına işaret etmektedir.
Kayalı ve Aktaş (2018)	BİST'te işlem gören 7 otomotiv şirketinin//10 adet finansal gösterge	TOPSIS yöntemi	2010-2015 yılları arasındaki dönemi kapsayan araştırmada TOPSIS yöntemi ile firmaların finansal oranları tek bir puana çevrilerek firmaların başarı sıralamasında kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları bazı firmaların performans sıralamasını istikrarlı bir şekilde koruduğuna işaret etmektedir.
Saygılı ve Şahin (2018)	BİST'e kayıtlı taşta toprağa dayalı sektörde faaliyette bulunan 21 firma/10 adet finansal oran	TOPSIS yöntemi	2009-2016 dönemi için yapılan çalışmanın sonucunda, firmaların başarı performansı ile pay senedi fiyatları arasında anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür.
Tütüncü ve Uysal (2018)	BİST'e kayıtlı 14 teknoloji firması/8 adet finansal oran	TOPSIS yöntemi	2012-2016 arasındaki yılları kapsayan araştırmada TOPSIS'e dayalı performans sıralaması elde edildikten sonra pay senetlerine ilişkin getirisi sıralaması belirlenmiştir. Gerçekleştirilen Spearman sıra korelasyon analizi ile iki farklı sıralama arasında anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir.
Güleç ve Özkan (2018)	BİST'te faaliyet gösteren 16 çimento firması/17 adet finansal oran	Gri İlişkisel Analiz	2005-2016 yıllarını kapsayan çalışmada firmaların gri ilişkisel analiz sıralaması ile pay senedi getiri sıralaması arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.
Ege ve Yaman (2018)	BİST'e kote 16 çimento ve beton sanayi firması/10 adet finansal oran	TOPSIS, MOORA ve Panel Veri Analiz Yöntemleri	2010-2016 dönemine ait finansal verileri kapsayan araştırmada ilk olarak firma performans düzeyini temsil eden TOPSIS ve MOORA puanları oluşturulmuştur. Ardından pay senedi getirileri ile hesaplanan TOPSIS ve MOORA skorları arasında bir ilişki olup olmadığı panel veri analiz tekniği ile incelenmiştir. Pay senedi getirilerinin bağımlı, TOPSIS ve MOORA puanlarından oluşan serilerin bağımsız değişken olarak modellendiği çalışmanın panel veri analiz sonuçlarına göre, TOPSIS performans skorlarının artması getiriler üzerinde pozitif yönde bir etki yaratmaktadır.

2. Veri ve Metodoloji

Bu başlık altında çalışmanın örneklemini oluşturan firmalara ilişkin finansal göstergeler ve çalışmada izlenen yöntem özetlenmektedir.

2.1. Çalışmanın Veri Seti

Bu çalışmada 2014-2017 dönemi için BİST-30 endeksinde yer alan firmaların finansal performansı ile pay senedi getirileri arasında bir ilişki olup olmadığının analiz edilmesi amaçlanmıştır. 2017 yılı sonu itibariyle BİST-30'da yer alan firmalardan 12 tanesi mali kuruluş (6 banka, 5 holding ve 1 yatırım ortaklığı) niteliği taşımaktadır. Söz konusu 12 firma ve pay senedi verilerine sağlıklı bir şekilde ulaşılamayan 3 firma veri setine dahil edilmemiştir. Veri setine dahil edilen kalan 15 firmanın finansal oranları ve pay senedi getirileri FINNET veri tabanından elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan mali oranlar Tablo 2'de sunulmaktadır. Tablo 2'nin 3. sütununda finansal değişkenler açısından firma yönetimi ve yatırımcılar tarafından ulaşılmak istenen hedefler belirlenmiştir. Şöyle ki kaldıraç oranlarının minimum olması performansı pozitif yönde etkileyebilir. Dolayısıyla, bu oranların düşük olması karar vericiler açısından olumlu yönde karşılanabilir. Bunun tersine, likidite, faaliyet ve karlılık oranları gibi oranların ise maksimum olması performansa pozitif yönde katkı sağlaması beklenebilir. Dolayısıyla, bu oranların yüksek olması karar vericiler açısından olumlu karşılanabilir. Sonuç olarak TOPSIS yönteminin uygulama aşamasında ideal çözümler oluşturulurken karar vericiler açısından ilgili oranların performansa katkısı noktasında hangi açıdan (fayda unsuru/maliyet unsuru) önemli olduğu dikkate alınmıştır. Ayrıca, TOPSIS yönteminin uygulama aşamasında yıllar itibariyle her bir kriter için önem ağırlıkları Entropi yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Finansal Değişkenler, Hesaplama Biçimleri, Hedefler ve Ağırlıklar

Kriterler	Hesaplama Biçimi	Hedef	Sembol
Faaliyet oranları	Net satışlar/dönen varlıklar	Maks.	İSDH
	Net satışlar/toplam varlıklar	Maks.	ADH
Kaldıraç oranları	Toplam borç/toplam varlıklar	Min.	TB
	Kısa vadeli borç/toplam varlıklar	Min.	KVB
Karlılık oranları	Net kar/net satışlar	Maks.	NKM
	Net kar/toplam varlıklar	Maks.	VK
Likidite oranları	Dönen varlıklar/kısa vadeli borç	Maks.	CO
	Dönen varlıklar-stoklar/kısa vadeli borçlar	Maks.	ATO

2.2. Entropi Ağırlık Yöntemi

Literatürde ÇKKV tekniklerinin uygulandığı çalışmalarda kriterlere ilişkin ağırlıkların hesaplanmasında diğer bir deyişle önem düzeyinin belirlenmesinde genel olarak objektif ya da sübjektif ağırlıklandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Sübjektif yöntemler kullanılarak yapılan ağırlıklandırma işleminde karar vericilerin tercihleri ya da kararları ön plana çıkarken, objektif yöntemleri dikkate alan ağırlıklandırma sürecinde ise karar vericilerin tercihleri dikkate alınmaksızın Entropi yöntemi veya çoklu objektif programlama gibi matematiksel modeller kullanılmaktadır (Deng vd., 2000, s.965-966; Wang ve Lee, 2009, s.8981; Shemshadi vd., 2011, s.12161).

Entropi, olasılık teorisi kullanılarak formüle edilen bilgilerdeki belirsizliğin bir ölçüsüdür. Entropi yönteminde kriterlere ilişkin objektif ağırlıkların hesaplanmasında doğrudan veriler üzerinden hareket edilmekte ve sadece karar matrisine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla bu ağırlıklandırma yönteminde karar vericilerin kişisel yargı ve düşüncelerinin göz ardı edilmesi yöntemin güçlü yönünü ortaya koymaktadır. Entropi ölçüsü ile kriterlere ilişkin objektif ağırlıkların belirlenmesinde izlenen aşamalar sırasıyla aşağıda açıklanmıştır (Deng vd., 2000, s.966-967; Meyliana vd., 2015, s.1684-1685; Bakır ve Atalık, 2018, s.621-623; Ayçin, 2018, s.601-603).

Aşama 1: Karar matrisinin düzenlenmesi

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Yukarıdaki matriste x_{ij} : i . alternatifin j . kritere göre başarı değerini ifade etmektedir. $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ve $j = 1, 2, 3, \dots, n$ şeklindedir.

Aşama 2: Kriterlerin standardizasyonu

Bu aşamada kriter skorlarının ortak birimlere dönüştürülmesi için kriterlerin “fayda” veya “maliyet” özellikleri dikkate alınarak standardize işlemi yapılır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_{ij}}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2)$$

$$r_{ij} = \frac{\min_{ij}}{x_{ij}}, \quad \min_{ij} \neq 0 \text{ ve } i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

Aşama 3: Kriterlere ait Entropi değerlerinin hesaplanması

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n r_{ij} * \ln(r_{ij}), \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (4)$$

Yukarıdaki denklemde e_j Entropi katsayısı, $k = 1/\ln(m)$ şeklinde ifade edilen bir sabiti ve r_{ij} normalize edilmiş değerleri gösterir.

Aşama 4: Kriterlerin Entropi ağırlıklarının hesaplanması

Bu aşamada her bir kriterin objektif ağırlıkları aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanır.

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{i=1}^n (1 - e_j)}, \quad \sum_{j=1}^n w_j = 1 \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

2.3. TOPSIS Değerlendirme Tekniği

Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen bu yönteme göre, negatif ideal çözüme en uzak ve pozitif ideal çözüme en yakın olan alternatif (karar noktası) seçilen en iyi alternatiftir. Pozitif ideal çözüm, fayda kriterlerini en üst düzeye çıkaran ve maliyet kriterlerini en aza indiren çözümdür. Diğer taraftan, negatif ideal çözüm ise maliyet kriterlerini en üst düzeye çıkaran ve fayda kriterlerini en aza indiren çözümdür. TOPSIS yönteminin algoritması temel olarak

aşağıdaki altı aşamadan oluşur: (Hwang ve Yoon, 1981, s.128; Wang ve Elhag, 2006, s.310; Ertugrul ve Karakasoglu, 2009, s.707-708; Zhu vd., 2012, s.1258-1259; Behzadian vd., 2012, s.13052; Barros ve Wanke, 2015, s.94).

Aşama 1: Satırlarda performansı karşılaştırılmak istenen “karar noktaları/karar birimi/alternatifleri” sütunlarda ise karar vermede kullanılacak “karar kriteri/değerlendirme faktörleri” olmak üzere $m * n$ boyutlu bir “karar/değerlendirme matrisi” hazırlanır.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (6)$$

Aşama 2: Karar matrisi aşağıdaki denklem kullanılarak normalize edilir:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (7)$$

Aşama 3: Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur. Ağırlıklı normalize değerler v_{ij} denklem 8 yardımı ile hesaplanır:

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (9)$$

Yukarıdaki denklemde, $w_j, \sum_{i=1}^n w_j = 1$ olmak üzere, i . kriterin ağırlığını ifade etmektedir.

Aşama 4: pozitif ideal çözümler ve negatif ideal çözümler aşağıdaki denklem 9 ve 10 yardımı ile hesaplanır:

$$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_j^+, \dots, v_n^+\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J_1 \right), \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J_2, i = 1, 2, \dots, m \right) \right\} \quad (9)$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid j \in J_1 \right), \left(\max_i v_{ij} \mid j \in J_2, i = 1, 2, \dots, m \right) \right\} \quad (10)$$

Burada j_1 fayda kriteri seti iken, j_2 kayıp (maliyet) kriteri setidir.

Aşama 5: Euclidean uzaklık yaklaşımından hareketle her bir alternatifin pozitif ideal (D_i^+) ve negatif ideal (D_i^-) çözüm noktalarına uzaklıkları aşağıdaki denklemler yardımı ile hesaplanır:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, i = 1,2,3,\dots,m \quad (11)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1,2,3,\dots,m \quad (12)$$

Aşama 6: Her bir alternatifin ideal çözüme göreli yakınlık katsayısı C_i aşağıdaki denklem ile hesaplanır:

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+}, i = 1,2,3,\dots,m \quad (13)$$

Yukarıdaki denklemde $0 \leq C_i \leq 1$ olmak üzere C_i katsayısının 1 değerini alması ilgili alternatifin pozitif ideal çözüm noktasında olduğunu, bununla beraber 0 değerini alması ise ilgili alternatifin negatif ideal çözüm noktasında olduğunu gösterir. Bu aşamada C_i değerleri birbirleri ile karşılaştırılarak alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanır. Burada en yüksek C_i değerine sahip alternatif diğer alternatiflere kıyasla performansı (başarısı) en yüksek alternatif olarak değerlendirilir.

3. Uygulama

Entropi ağırlıklandırma yönteminin aşamaları sırasıyla uygulanarak her bir yıl için kriterlerin Entropi katsayıları ve önem ağırlıkları hesaplanmış ve bu hesaplamalara ilişkin sonuçlar Tablo 3'te özetlenmiştir. Tablo 3'teki önem ağırlıkları dikkate alındığında 2014, 2015 ve 2016 yıllarında ATO değişkeninin 2017 yılında ise NKM değişkeninin karar verme açısından en önemli performans kriteri olduğu ifade edilebilir. Sekiz kritere ilişkin hesaplanan önem ağırlıkları TOPSİS yöntemi uygulamasında kullanılacaktır.

Tablo 3. Yıllar Bazında Kriterler İçin Hesaplanan Entropi Katsayıları (e_j) ve Önem Ağırlıkları (w_j)

Kriterler	2014	2014	2015	2015	2016	2016	2017	2017
	e_j	w_j	e_j	w_j	e_j	w_j	e_j	w_j
İSDH	0.9006	0.0900	0.9037	0.0986	0.8995	0.0903	0.9093	0.0895
ADH	0.8941	0.0959	0.8852	0.1175	0.8746	0.1128	0.9002	0.0985
TB	0.8674	0.1200	0.8637	0.1396	0.8860	0.1025	0.8626	0.1356
KVB	0.8676	0.1199	0.8855	0.1173	0.8986	0.0911	0.9047	0.0940
NKM	0.8519	0.1341	0.9047	0.0976	0.8105	0.1704	0.8010	0.1964
VK	0.9311	0.0624	0.9285	0.0732	0.8938	0.0954	0.9388	0.0604
CO	0.8022	0.1791	0.8355	0.1685	0.8304	0.1525	0.8498	0.1483
ATO	0.7805	0.1987	0.8167	0.1878	0.7942	0.1850	0.8204	0.1773

TOPSİS değerlendirme tekniğinin aşamaları sırasıyla uygulanarak her bir alternatif için ideal çözüme göreli yakınlık katsayıları (İÇGYK) hesaplanmış ve bu hesaplamalar doğrultusunda alternatiflerin performans sıralamaları Tablo 4'te özetlenmiştir. Tablo 4'te görüldüğü üzere 2014-2017 yıllarını kapsayan dönemde Koza Altın, Koza Madencilik ve Bim Mağazaları firmaları istikrarlı bir şekilde ilk üç sırayı almıştır. Ayrıca, Tablo 4'te rapor edilen sonuçlara göre diğer firmaların performans sıralamasındaki yerleri yıllar itibarıyla değişkenlik göstermektedir.

Tablo 4. İdeal Çözümüne Göreli Yakınlık Katsayıları ve Performans Sıralamaları

Firma	2014 İÇGYK	2014 Sıra	2015 İÇGYK	2015 Sıra	2016 İÇGYK	2016 Sıra	2017 İÇGYK	2017 Sıra
Arçelik	0.012996	12	0.019388	12	0.019485	13	0.013079	12
Aselsan	0.012812	13	0.020823	10	0.027736	8	0.012747	13
Bim Mağazaları	0.139962	3	0.225198	3	0.239012	3	0.160086	3
Ereğli	0.017776	8	0.042459	6	0.033849	5	0.018027	8
Kardemir (D)	0.011976	14	0.016197	13	0.014856	15	0.012291	14
Koza Altın	0.860286	1	0.775194	1	0.761155	1	0.840193	1
Koza Madencilik	0.235781	2	0.317784	2	0.568856	2	0.23473	2
Pegasus	0.016435	9	0.026051	8	0.031056	6	0.016835	10
Petkim	0.01604	10	0.022291	9	0.020916	12	0.017584	9
Soda Sanayii	0.043398	5	0.083963	4	0.085181	4	0.043616	5
Tofaş Oto. Fab.	0.009926	15	0.01573	14	0.026665	9	0.010941	15
Turkcell	0.028579	6	0.019505	11	0.024821	10	0.029069	7
Tüpraş	0.06397	4	0.062155	5	0.030505	7	0.073204	4
Türk Hava Yolları	0.027935	7	0.034749	7	0.024753	11	0.031546	6
Türk Telekom	0.014735	11	0.013139	15	0.016395	14	0.015137	11

Tablo 4’te gösterildiği gibi İÇGYK değerlerinden hareketle firmalara ilişkin performans sıralamaları belirlendikten sonra, “genel bir performans sıralaması” elde edebilmek için her bir firmanın yıllara göre performans sıralanmasının geometrik ortalaması alınmıştır. Geometrik ortalamaya ilişkin bulgular Tablo 5’te sunulmaktadır.

Tablo 5. Yıllık TOPSIS Ortalamaları Sıralaması

Firma	Ort. Puanı	Sıra
Koza Altın	1.00	1
Koza Madencilik	2.00	2
Bim Mağazalar	3.00	3
Soda Sanayii	4.47	4
Tüpraş	4.86	5
Ereğli Demir Celik	6.62	6
Türk Hava Yolları	7.541105	7
Pegasus	8.107201	8
Turkcell	8.244427	9
Petkim	9.929253	10
Aselsan	10.78311	11
Arçelik	12.24255	12
Türk Telekom	12.62558	13
Tofaş Oto. Fab.	12.97592	14
Kardemir (D)	13.98211	15

Tablo 5’te görüldüğü üzere 4 farklı yıla dayalı TOPSIS performans sıralamasına göre Koza Altın ilk sırada yer alırken Kardemir (D) ise kendine son sırada yer bulmuştur. Bu aşamadan sonra FINNET veri tabanından elde edilen firmaların yıllık yüzde getirileri Tablo 6’da sunulmuştur. Tablo 6’da her bir firmaya ait yıllık yüzde getiriler serileri incelendiğinde; Aselsan, Petkim, Soda Sanayii, Tofaş Oto. Fab. ve Tüpraş dışında diğer firmalar için hesaplanan getiriler negatif değerler aldığı gözlemlenmiştir. Burada hesaplamalar açısından kolaylık sağlanması için getiri

serilerine bir ilave edilerek negatif değerler pozitif değerlere dönüştürülmüştür. Ardından her bir firmanın 4 yıllık pozitif yıllık yüzde getirileri üzerinden hesaplanan geometrik ortalamalar ve bu ortalamalara ilişkin sıralamalar Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Firmalara ilişkin Yıl Bazında Yüzde Getiriler

Firma	2014 %Getiri	2015 %Getiri	2016 %Getiri	2017 %Getiri
Arçelik	0.282706	-0.034961	0.548881	0.044074
Aselsan	0.396316	0.418481	0.513103	1.509110
Bim Mağazaları	0.172001	0.044305	-0.025619	0.628551
Ereğli	0.865707	-0.256561	0.814506	1.092653
Kardemir (D)	1.089779	-0.432309	0.055046	1.791304
Koza Altın	-0.230726	-0.183969	0.330619	1.337821
Koza Madencilik	-0.314050	-0.271084	0.768595	2.009346
Pegasus	-0.086777	-0.470287	-0.194191	1.388693
Petkim	0.469308	0.162025	0.315098	1.281425
Soda Sanayii	0.864417	0.322793	0.533313	0.193406
Tofaş Oto. Fab.	0.254612	0.261915	0.344890	0.375470
Turkcell	0.259912	-0.202268	-0.015152	0.761916
Tüpraş	0.335991	0.258590	0.107912	0.845919
Türk Hava Yolları	0.495342	-0.232606	-0.322057	2.131737
Türk Telekom	0.273141	-0.193050	0.006345	0.219697

Bu aşamanın ardından her bir firmaya ilişkin 4 farklı yıldaki yıllık yüzde getirilerin geometrik ortalamaları ile “genel bir ortalama puanı” oluşturulmuş ve ulaşılan sonuçlar Tablo 7’de sunulmuştur. Ortalama puanlar sıralandığında getirisi en yüksek olan firmanın Aselsan, getirisi en düşük olan firmanın ise Pegasus olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 7. Yüzde Getirilerin Geometrik Ortalamaları ve Sıralamaları

Firma	Geometrik Ortalama	Sıra
Aselsan	1.655956215	1
Ereğli	1.51490725	2
Petkim	1.504434203	3
Soda Sanayii	1.457516653	4
Kaedemir (D)	1.367170628	5
Tüpraş	1.361762359	6
Tofaş Oto. Fab.	1.308185491	7
Koza Madencilik	1.277225631	8
Türk Hava Yolları	1.249350426	9
Arçelik	1.189474853	10
Koza Altın	1.182124394	11
Bim Mağazalar	1.180514421	12
Turkcell	1.149179588	13
Türk Telekom	1.059694255	14
Pegasus	0.982318942	15

8 farklı kriter (finansal oran) kullanılarak hesaplanan firmaların TOPSIS performans sıralaması ve firmalara ilişkin yıllık yüzde getirilerin geometrik ortalamaları alınması suretiyle oluşturulan getiri sıralamaları Tablo 8’de sunulmaktadır.

Tablo 8. Firmalara İlişkin TOPSIS Performans Sıralamaları ve Ortalama Getiri Sıralamaları

Firma	Performans sıralamaları	Getiri sıralamaları
Arçelik	12	10
Aselsan	11	1
Bim Mağazaları	3	12
Ereğli	6	2
Kardemir (D)	15	5
Koza Altın	1	11
Koza Madencilik	2	8
Pegasus	8	15
Petkim	10	3
Soda Sanayii	4	4
Tofaş Oto. Fab.	14	7
Turkcell	9	13
Tüpraş	5	6
Türk Hava Yolları	7	9
Türk Telekom	13	14

Tablo 8’deki iki farklı sıralamadan oluşan seriler arasında anlamlı bir ilişki olup olmadığını araştırmak için Spearman sıra korelasyon analizi uygulanmıştır. Spearman sıra korelasyon katsayısı r_s denklem 14 kullanılarak hesaplanmıştır:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum D^2}{N(N^2 - 1)} \quad (14)$$

Burada D^2 İki sıra sayısı arasındaki farkın karesi iken N gözlem sayısıdır. Analizi sonucunda $r_s = -0,0821$ olarak hesaplanmıştır. Ancak hesaplanan katsayı herhangi bir önem düzeyinde anlamlı bulunamamıştır (olasılık değeri =0,7710). Literatürdeki bazı çalışmaların (örn: Sakarya ve Aytakin, 2013; Ozen vd., 2015; Temizel ve Bayçelebi, 2016; Ünal ve Yüksel, 2017; Orçun ve Eren, 2017; tütüncü ve Uysal, 2018; Saygılı ve Şahin, 2018; Güleç ve Özkan, 2018) bulgularını destekleyen bu sonuç göstermektedir ki firmaların mali oranlarına dayalı TOPSIS performans sıralamaları ile ortalama pay senedi getirileri sıralamaları arasında negatif bir ilişki bulunmaktadır ancak bu ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildir.

SONUÇ

Borsa endeksleri ekonomik birimlerin geleceğe dönük beklentilerini yansıttığından bu endekslerde yer alan firmaların göstermiş oldukları performans mikro düzeyde firma ile ilgili taraflar açısından makro düzeyde ise ülkenin ekonomisi açısından büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada 2014-2017 yıllarının kapsayan dört yıllık dönemde BIST-30 kapsamında bulunan 15 firmanın finansal oranlarına dayalı başarı sıralamaları Entropi ağırlandırma yöntemi ve TOPSIS sıralama yöntemi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca, çalışmada firmalara ait yıllık pay senedi getirileri de sıralamaya tabi tutulmuştur. Ardından, oluşturulan iki sıra serisi arasındaki ilişki incelenerek “çalışmada izlenen yöntemin” getiri düzeyi yüksek olan pay senetlerinin seçiminde kullanılabilirliği analiz edilmiştir.

Çalışmanın ampirik bulgularına göre; (i) finansal oranlar kullanılarak gerçekleştirilen TOPSIS yöntemi başarı sıralamasında Koza Altın, Koza Madencilik ve Bim Mağazaları gibi firmalar genel performansı en yüksek olan firmalar olarak ilk üç sırada yer alırken, Türk Telekom, Tofaş Oto. Fab. ve Kardemir (D) gibi firmalar ise genel performansı en düşük olan firmalar olarak sıralamada son üç sırada yer almıştır. (ii) çalışmanın örneklemini oluşturan firmaların yıllık yüzde getirilerinin genel sıralamaları dikkate alındığında, Arçelik, Aselsan ve Bim Mağazaları gibi firmalar sıralamada kendilerine ilk üç sırada yer bulurken, Tüpraş, Türk Hava Yolları ve Türk Telekom gibi firmalar

ise sıralamanın son üç sırasında kendilerine yer bulabilmişlerdir. (iii) firmaların hem başarı sıralamaları hem de getiri sıralamaları göz önüne alındığında bu iki farklı sıralama arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Sonuç olarak çalışmada getiri düzeyi yüksek olan pay senetlerinin seçimi sürecinde finansal tablolardan hesaplanan çeşitli oranların önemli bir etkiye sahip olmadığını ortaya koymaktadır. Diğer bir ifade ile Entropi ağırlandırma yöntemi ve TOPSIS sıralama yöntemi kullanılarak ulaşılan bulgular negatif ideal çözüme en uzak ve ideal çözüme en yakın mesafede olan alternatiflerin (firmaların) en yüksek getiriyi sağlayamadığına işaret etmektedir. Korelasyon analizi neticesinde ulaşılan bu bulgu yatırımcıların yatırımlarına yön verirken firma performansından ziyade firmalara ilişkin haberleri dikkate almaları ile açıklanabilir.

Bu çalışmada ulaşılan sonuçların performans analizi için seçilen finansal göstergelerle (kaldıraç, likidite, faaliyet ve karlılık oranları) ilişkili olduğu unutulmamalıdır. Bununla beraber bulgular sadece BİST-30 kapsamında yer alan firmalar açısından değerlendirilmelidir. Ayrıca çalışmanın 2014-2017 dönemini kapsamı da önemli bir sınırlılık olarak değerlendirilebilir. Gelecek çalışmalarda BIST kapsamındaki diğer endekslerde yer alan firmalar ya da BİST'e dâhil sektörlerde bulunan firmalar için benzer uygulamalar yapılarak çalışmanın kapsamı genişletilebilir. Ayrıca, gelecek çalışmalarda farklı finansal oranlar ve diğer çok kriterli karar verme teknikleri (örn: PROMETHEE, ELECTRE, MOORA, VIKOR, ARAS ve Gri İlişkisel Analiz) kullanılarak analiz tekrarlanabilir ve elde edilen bulgular bu çalışmanın bulgularıyla karşılaştırılabilir.

KAYNAKÇA:

Afşar, M., & Afşar, A. (2010). Finansal Ekonomi. 1. Baskı, Ankara: Detay Yayıncılık.

Ayçin, E. (2018). BIST Menkul Kıymet Yatırım Ortaklıkları Endeksinde (XYORT) Yer Alan İşletmelerin Finansal Performanslarının Entropi ve Gri İlişkisel Analiz Bütünleşik Yaklaşımı İle Değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(2), 595-622.

Bakır, M., & Atalık, Ö. (2018). Entropi ve Aras Yöntemleriyle Havayolu İşletmelerinde Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(1), 617-638.

Barros, C. P., & Wanke, P. (2015). An Analysis of African Airlines Efficiency With Two-Stage TOPSIS and Neural Networks. *Journal of Air Transport Management*, 44-45, 90-102

Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). A state-of the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051-13069.

Deng, H., Yeh, C. H., & Willis, R. J. (2000). Inter-company comparison using modified TOPSIS with objective weights. *Computers & Operations Research*, 27(10), 963-973.

Ege, İ., & Yaman, S. (2018). TOPSIS ve MOORA Yöntemleri İle Ölçülen Finansal Performansın Pay Getirilerine Etkisi: Bist Çimento-Beton İşletmeleri Üzerine Bir Panel Veri Uygulaması, *Al-Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), 75-96.

Ertuğrul, İ., Karakaşoğlu, N. (2009) Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 36, 702-715.

Güleç Ö.F. ve Özkan A. (2018). Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ile Finansal Performansın Değerlendirilmesi: BİST Çimento Şirketleri Üzerine Bir Araştırma. *Muhasebe ve Denetime Bakış*, 18(54), 77-96.

Gürsoy, C.T. (2007). Finansal Yönetim İlkeleri, İstanbul: Doğu Üniversitesi Yayınları.

Hwang C. L. & Yoon, K. (1981). Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications, Berlin: Springer.

Kayalı ve Aktaş (2018). BİST'te Hisse Senetleri İşlem Gören Otomotiv Sektöründeki Firmaların TOPSIS Yöntemine Göre Performans Değerlemesi ve Analizi, *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 43-59.

- Meyliana, M., Hidayanto, A. N., & Budiardjo, E. K. (2015). Evaluation of social media channel preference for student engagement improvement in universities using entropy and TOPSIS method. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(5), 1676-1697.
- Orçun, Ç., & Eren, B. S. (2017). TOPSIS Yöntemi ile Finansal Performans Değerlendirmesi: XUTEK Üzerinde Bir Uygulama. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 75,139-154.
- Ozen, E., Yesildag, E., & Soba, M. (2015). TOPSIS Performance Evaluation Measures and Relation Between Financial Ratios And Stock Returns. *Journal of Economics, Finance and Accounting*, 2(4), 482-500.
- Öztürk, E. (2017). Farklı Finansal Raporlardan Elde Edilen Performans Ölçütleri İle Cari Piyasa Değerleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi: BIST 50 Şirketleri Üzerine Bir Araştırma. *Mali Çözüm Dergisi*, 142, 45-62.
- Ping-fu, L., & Kwai-ye, C. (2016). Relationships Between Stock Returns and Corporate Financial Ratios Based on a Statistical Analysis of Corporate Data from the Hong Kong Stock Market. *Public Finance Quarterly*, 61(1), 110-123.
- Sakarya, Ş., & Aytekin, S. (2013). İMKB'de İşlem Gören Mevduat Bankalarının Performansları ile Hisse Senedi Getirileri Arasındaki İlişkinin Ölçülmesi: PROMETHEE Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Bir Uygulama. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 5(2), 99-109.
- Sakarya, Ş., & Yıldırım, H.H. (2016). Borsa İstanbul'da İşlem Gören Enerji Şirketlerinin Finansal Performansları İle Hisse Senedi Getirileri Arasındaki İlişkinin Panel Veri Analizi İle Belirlenmesi. *Journal of Economics, Finance and Accounting*, 3(1), 71-87.
- Saygılı, E. E., & Şahin, Y. (2018) Finansal Performans İle Hisse Senedi Yatırımcı Kararları Arasındaki İlişki: Bist Çimento Sektöründe TOPSIS Uygulaması. *Izmir Democracy University Social Sciences Journal*, 1(1), 16-45.
- Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M., & Tarokh, M. J. (2011). A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12160-12167.
- Soysal, M., Kayalı, C.A., & Aktaş, İ. (2017). BİST'te Hisse Senetleri İşlem Gören Çimento Sanayii Sektöründeki Firmaların TOPSIS Yöntemine Göre Performans Değerlemesi ve Analizi. *Journal of Current Researches on Business and Economics*, 7(2), 437-452.
- Temizel, F., & Bayçelebi, B. E. (2016). Finansal oranların TOPSIS sıralaması ile yıllık getiriler arasındaki ilişki: tekstil imalatı sektörü üzerine bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(2), 159-170.
- Tütüncü, L., & Uysal, Z. (2018). Testing a Simple Financial Alternative to TOPSIS for Financial Performance Measurement. *Muhasebe ve Finansman Dergisi*, 78, 249-264.
- Uygurtürk, H., & Korkmaz, T. (2012). Finansal Performansın TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi İle Belirlenmesi: Ana Metal Sanayi Üzerinde Bir Uygulama. *Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 7(2), 95-115.
- Ünal, S., & Yüksel, R. (2017). Finansal Performans Ve Hisse Senedi Getirisi İlişkisi: BİST Sürdürülebilirlik Endeksindeki Bankalar Üzerine Bir İnceleme. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 13(5), 264-270.
- Wang, T. C., & Lee, H. D. (2009). Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. *Expert systems with applications*, 36(5), 8980-8985.
- Wang, Y. M., & Elhag, T. M. (2006). Fuzzy TOPSIS method based on alpha level sets with an application to bridge risk assessment. *Expert Systems with Applications*, 31(2), 309-319.

Yalcin, N., Bayrakdaroglu, A., & Kahraman, C. (2012). Application of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methods for Financial Performance Evaluation of Turkish Manufacturing Industries. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 350-364.

Zhu, X., Wang, F., Liang, C., Li, J., & Sun, X. (2012). Quality Credit Evaluation Based on TOPSIS: Evidence From Air-Conditioning Market In China. *Procedia Computer Science*, 9, 1256-1262.

