



A new approach to supply chain performance assessment

Adem Erik*^{ORCID}, Yusuf Kuvvetli^{ORCID}

Department of Industrial Engineering, Cukurova University, Adana, 01330, Turkey

Highlights:

- Presentation of SCORcards for a supply chain by examining the SCOR model
- Two SCOR model proposal integrated with fuzzy Shannon entropy and Clustering methods
- Comparison of methods on a supply chain of 54 companies

Keywords:

- SCOR model
- Case study
- Supply chain performance measurement
- Fuzzy Shannon's entropy
- Clustering Analysis

Article Info:

Research Article
Received: 20.02.2020
Accepted: 29.04.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.691906

Correspondence:

Author: Adem Erik
e-mail:
admerk01@gmail.com
phone: +90 531 586 4581

Graphical/Tabular Abstract

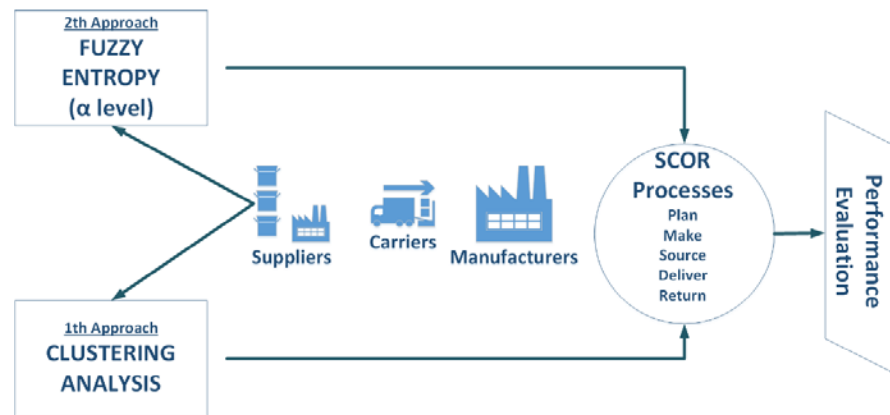


Figure A. The structure of new approach for performance evaluation with SCOR Model

Purpose: The overall objective of this paper is to propose two novel approaches that based on the Supply Chain Operations Reference Model (SCOR), which is seen as a common method for supply chain performance evaluation, and to improve the implementation of SCORcard used to assess supplier performance.

Theory and Methods:

Two new approaches (Clustering-SCORcard, Weighted-SCORcard) have been proposed apart from SCORcard application by using the studied SCORcard model with clustering and Fuzzy Shannon's Entropy based alpha level methods. For cluster analysis, the k-means method, which is based on the representation of each unit in a cluster and representing the cluster with a center point, was used. For the Fuzzy Entropy-SCORcard approach, five evaluation criteria used in the SCOR model were weighted by using Fuzzy Shannon's Entropy based alpha level and a more specific assessment was made for the supply chain.

Results:

The methods used in the study are applied to a supply chain includes 54 suppliers. As a result of the application, it is obtained that each approach presents a new perspective in performance evaluation. According to the findings, since the clear distinctions can be made in the clustering analysis, the parity, advantage and upper values used in the SCORcard application have created significant differences. When the Fuzzy Shannon's Entropy based alpha level approach is examined, it is seen that parity, advantage and higher values differ according to the criteria. This results show positive effects of weighting on performance evaluation.

Conclusion:

Supplier performance is measured not only by sectoral views but also by more specific clusters and weighted assessments of the supply chain through new approaches. This assessment gives an idea about the area in which suppliers should make progress. The clustering study shows which suppliers should be more important for the firm, and considering the characteristics of the clusters, which issues should be developed by suppliers. Similarly, Fuzzy Shannon's Entropy based alpha level approach provides a performance evaluation with considering the weights of criteria that determined by the firm.



Tedarik zinciri performans değerlendirilmesi için yeni bir yaklaşım

Adem Erik*^{ID}, Yusuf Kuvvetli^{ID}

Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Balcalı Kampüsü 01330 Sarıçam, Adana, Türkiye

Ö N E Ç İ K A N L A R

- SCOR modelinin incelenerek bir tedarik zinciri için SCORcardların hazırlanması.
- Bulanık Shannon entropi ve Kümeleme metotları ile entegre iki SCOR modeli önerisi
- 54 firmalık bir tedarik zinciri uygulaması üzerinde yöntemlerin kıyaslanması

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi
Geliş: 20.02.2020
Kabul: 29.04.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.691906

Anahtar Kelimeler:

SCOR modeli,
vaka analizi,
tedarik zincirlerinde
performans ölçümü,
bulanık shannon entropi,
kümeleme analizi

ÖZET

Tedarik zincirleri, hammaddeden bitmiş ürüne kadar geçirilen tüm sürecin ve bilginin yönetimini kapsamaktadır. Bu durum, tedarik zincirlerinin bütüncül olarak ele alınmasını ve performans ölçümünü oldukça önemli hale getirmektedir. Tedarik zincirlerinde performans ölçümü ile ilgili en yaygın kullanılan yaklaşımlardan birisi SCOR modelidir. Bu çalışmada, tedarik zincirlerinde performans ölçümü için SCOR modeli tabanlı iki farklı ölçüm sistemi önerilmiştir. İlk önerilen yaklaşıma göre, kümeleme analiziyle farklı kümeler oluşturularak işletmelerin benzer özelliklere sahip olan işletmelerin performans ölçümlerinin bir arada yapılması sağlanmıştır. Kümeleme analizinin uygulanmasında k-ortalamlar (k-means) yaklaşımı kullanılmıştır. İkinci yaklaşımda ise Alfa Düzeyine Bağlı Bulanık Shannon Entropi ile öznelikler ağırlıklandırılmış ve buna göre SCOR modeli için performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Önerilen yaklaşımların uygulanmasında, 54 farklı işletmeden 17 farklı özneliğe sahip veriler alınmış ve temel SCOR modeli ve önerilen iki yaklaşımın sonuçları irdelenmiştir.

A new approach to supply chain performance assessment

H I G H L I G H T S

- Presentation of SCORcards for a supply chain by examining the SCOR model
- Two SCOR model proposal integrated with fuzzy Shannon entropy and Clustering methods
- Comparison of methods on a supply chain of 54 companies

Article Info

Research Article
Received: 20.02.2020
Accepted: 29.04.2020

DOI:

10.17341/gazimmfd.691906

Keywords:

SCOR Model,
case study,
supply chain performance
measurement,
fuzzy shannon's entropy,
clustering analysis

ABSTRACT

Supply chains contain the management of all processes and information from raw materials to finished products. Therefore, it is getting important to deal with holistic approach and performance measurement for supply chains. SCOR model is one of the most common approaches that used for measuring the performance of supply chains. In this study, two different performance measurement systems that base on SCOR model is proposed. According to the first proposed approach, different clusters are obtained by clustering analysis in order to evaluate the performance of the enterprises with similar characteristics. The k-means approach is used to implement the clustering analysis. In the second approach, the fuzzy entropy based alpha level is applied for weighting attributes and performance evaluation is performed for the SCOR model accordingly. In the case study, dataset with 17 different attributes are obtained from 54 different enterprises and the results of the fundamental SCOR model and the two proposed approaches are investigated.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İşletmeler, gün geçtikçe artan ve değişen rekabet ortamına ayak uydurmaya ve varlıklarını sürdürmeye çalışmaktadırlar. Gelişen üretim teknolojileri ve değişen iş modelleri, işletmeleri iş birliği yaparak tedarik zinciri olarak hareket etmeye zorlamıştır. Bu süreç, yönetim ve entegrasyon kavramlarını üretim kadar önemli bir konuma getirmiştir. Buna ek olarak, tedarik zincirinde veri akışının şeffaf ve ölçülebilir olması, yapılan uygulamaları doğrudan etkilemektedir. Bir işletmenin rekabet ortamında başarılı olması; oluşturduğu tedarik zincirinin performansına, dolayısıyla tedarik zincirinde bulunan her bir üyenin performansına bağlıdır. Bundan dolayı, rekabet edilebilir bir tedarik zinciri ağına sahip olmak için performans ölçümü oldukça önemlidir. Maestrini vd. [1] çalışmasında, bir faaliyetin ne kadar etkin olarak yapıldığının nicel karşılığı olan performansın, geçmişten günümüze kadar çeşitli şekillerde ölçüldüğünü ancak ortak bir performans ölçümü sistemi geliştirilemediğini belirtmiştir.

İşletmelerin performansı, finansal ve finansal olmayan ölçütlere göre belirlenir. İç vd. [2] çalışmasında işletmelerin finansal olarak karşılaştırılmasında genellikle likidite oranları, faaliyet oranları, karlılık oranları ve finansal yapı oranları gibi finansal performans ölçütleri kullanıldığı belirtilmiştir. Finansal ve finansal olmayan ölçütlerin kapsamı oldukça geniş olmakla birlikte, ölçülmesi bir hayli zordur. Ghalayini ve Noble'a [3] göre dinamik rekabet koşulları için daha önce kullanılan finansal performans ölçütleri ile hareket eden geleneksel performans ölçümü yetersiz kalmaktadır. Çalık [4], bu durum için performans ölçümünü birden çok ölçütün göz önüne alındığı bir problem haline getirdiğini belirtmiştir. Göz önüne alınan ölçüt sayısı, yapılan çalışmalarda farklılık göstermekte ve performans ölçümüne doğrudan etki etmektedir. Ayrıca, Yıldız vd. [5] çalışmasında, performans değerlendirmesinin başarılı olmasını, işletme yapısına ve kültürüne uygun bir değerlendirme sürecinin planlanmasına bağlanmıştır.

Bourne vd. [6] çalışmasında performans ölçüm sistemleri; sistemin tasarımı, ölçütlerin uygulanması ve ölçütlerin kullanımı olmak üzere üç aşamada değerlendirilmiştir. Tasarım aşaması, amaçların belirlenmesi ve buna göre ölçüt tasarımı yapılmasını içerir. Ölçütlerin uygulanması aşaması, verinin toplanması ve toplanan verinin işlenmesi için sistemlerin uygulamaya geçirilmesidir. Ölçütlerin kullanımı aşaması ise uygulamaların işlevi ve stratejilerin başarısının gözden geçirildiği aşamadır [6]. Lebas [7] çalışmasında performans ölçümünün başında performans ölçümünün amaçlarının doğru şekilde belirlenmesi gerektiğini ve ölçüm yapılmasına gereksinim duyulması için beş neden belirtmiştir. Bunlar;

- Geçmiş durumun bilinmesini sağlamak,
- Mevcut durum analizini yapabilmek,
- Doğru amaç ve faaliyetlerin belirlenmesine olanak sağlamak,

- Tasarlanan amaç, faaliyet ve hedeflere ulaşmadaki yol haritasını ortaya koymak ve
- Hedeflere ulaşılıp ulaşılmadığını saptamaktır.

Tedarik zincirlerinde performans ölçüm ve değerlendirilmesinde birçok farklı yöntem yer almakta olup, özellikle standart karşılaştırma tanımlamaları oluşturan bir yöntem olan *Tedarik Zinciri Operasyonları Referans Modeli* (SCOR) oldukça yaygın kullanılan bir yöntem olmuştur. Lockamy III ve McCormack [8] çalışmasında SCOR modelinin başlangıçta 69 firma tarafından desteklenen *Tedarik Zinciri Konseyi* (SCC) tarafından ortaya atılan bir yaklaşım olduğunu belirtmiştir. Kocaoğlu [9] çalışmasına göre tedarik zinciri konseyi dünyanın en büyük üreticilerin %70'ini barındırmaktadır. SCOR modelinin farklı versiyonları vardır, ancak metodolojileri benzerdir. Bu kapsamda, SCOR modeli şunları içerir:

- Yönetim süreçlerinin ortaya konulması,
- Standart süreçleri belirleyerek bu süreçler arasındaki ilişkinin ortaya konulması,
- Süreçlerin performansını belirlemek için standart ölçütlerin tanımlanması,
- Performansı iyileştirecek yönetim uygulamaları ile güncel teknoloji standartlarının (bilgisayar donanım ve yazılım geleceği, üretim teknolojileri) düzenlenmesidir [9].

Bu çalışmada, tedarik zinciri içerisinde oldukça önemli bir yere sahip olan performans ölçümü ve izlenmesi ile ilgili farklı yaklaşımlar incelenmiş ve SCOR tabanlı iki farklı yaklaşım önerilmiş ve bir tedarik zinciri üzerinde uygulama yapılmıştır. Önceki çalışmalardan farklı olarak, SCOR modeli belirlenen alt kriterlerle Ağırlıklandırılmış-SCOR ve Kümeleme-SCOR adı verilen iki yeni yaklaşımla sırasıyla alfa düzeyine bağlı bulanık Shannon entropi ve kümeleme analizi tabanlı iyileştirilmiştir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR (LITERATURE REVIEW)

Tedarik zinciri performans ölçümünde SCOR modeli önceki çalışmalarda oldukça geniş uygulama alanı bulmuş popüler bir konudur. Önceki çalışmalarda [7, 8, 11-13] SCOR modeli ile farklı tedarik zincirlerinin performansının ölçümü sağlanmıştır [15-20]. Huang vd. [10] örnek uygulamalar kullanılarak SCOR modelinin faydalarının özetledikleri çalışmada, tedarik zincirinin dişli yapısını açıklamak için bilgisayar destekli bir araç oluşturulmuştur. SCOR modelinin ortak bir çerçeve oluşturmuş olması, standart terminoloji ve ölçütlerle en iyi uygulamaları sunduğu ortaya konmuş ve üst yönetim için stratejik bir araç olduğu görülmüştür [10]. Puffal ve Kuhn [11] çalışmasında, entegre bir tedarik zinciri modeli oluşturmak için strateji ve kullanılan süreçlerin yapısının tanımlanmasında SCOR modelinin katkıları analiz edilmiştir. Bu bağlamda, analiz ve entegre modele katkı için SCOR modeli referans olarak kullanılmıştır [11]. Ren vd. [12] çalışmasında performans yönetimi için performans önlemleri tasarlamaya odaklanılarak sadece tedarik zincirinin süreçlerinin standart

bir tanımı değil aynı zamanda sektörler arası standart olarak görülen SCOR modeli tabanlı bir yönetim sisteminin ana çerçevesi tanımlanmıştır. Ntobe vd. [13] çalışmasında dünyanın iklim değişimlerinden etkilenmesi işletmelerin rekabetinde çevresel uygulamaların önemli bir ölçüt haline geldiği belirtilmiştir ve çalışmada SCOR modelinin çevresel boyutta rekabet etmedeki kararlar için destek aracı olduğu ortaya konmuştur.

SCOR modelinin farklı amaçlarla farklı metotlarla birleştirildiği çalışmalar da yapılmıştır. Akkawuttiwanich ve Yenradee [14] çalışmasında SCOR modelinde kritik parametre göstergelerinin (KPI) belirlenmesi ve önceliklendirilmesi için bulanık bir Kalite Fonksiyon Göçerimi (QFD) yaklaşımı önerilmiş ve şişelenmiş su üretimine yönelik bir vaka üzerinde uygulanmıştır. Rios vd. [15] çalışmasında ise tedarik zinciri için genel bir risk değerlendirmesi metodolojisi önerilmiş, lojistik faaliyetlerin standart KPI'ları ile SCOR modelinin önerdiği süreçleri ilişkilendirilmiş ve risk faktörlerinin etki düzeyleri tanımlanarak önceliklendirilmiştir. Metodoloji, tedarik zincirinde en etkili risk faktörlerini belirleyerek risk öncelikleri ve etki düzeylerini ölçmektedir [15]. Tedarik zinciri performansı için tedarikçilerin önemi oldukça büyüktür. Bundan dolayı tedarikçi performansının doğru olarak değerlendirilip geliştirilmesine yardımcı olunmalıdır. Değerlendirme sürecinde her işletmenin benzer ölçütleri olmasına rağmen uyum eksikliği görülebilmektedir. Bu durum, farklı ölçütlerin bir arada düşünülmesine ihtiyaç duyulmasına zorlar. Lima-Junior ve Carpinetti [16] çok ölçütlü karar verme yaklaşımları ile ilgili yaptıkları çalışmada, sınıflandırma için iki bulanık TOPSIS modeli birleştirilmiş ve böylece tedarik zincirlerinin performans değerlendirme süreçlerinin entegrasyonu kolaylaştırılmıştır. SCOR modelinin ana süreçleri genişletilerek dokuz ana süreç tanımlanmış ve teslimat karar alanı için kriterlerin önemi irdelenmiştir [8]. Buna göre süreç önlemleri, süreç güvenilirliği, süreç entegrasyonu ve bilgi teknolojileri; teslimat karar alanının en önemli kriterleri olarak bulunmuştur [8]. Gelişen ülkelere büyük katkıda bulunan yardımlaşma kurumlarına sağlanan finansmanın %30 civarında israf edildiğini belirten Edwards [17] çalışmasında, SCOR modelinin özel kuruluşlarda teorikte farklı olan bu kurumların yönetim süreçlerine uygulanıp uygulanamayacağı araştırılmıştır. Ele alınan 3 kuruluş üzerinde yapılan çalışmalar, SCOR modelinin 6 ana yönetim sürecinin yardım kuruluşlarında uygulanabileceği ve israfların azaltılabileceği sonucuna ulaşılmıştır [17]. Lima-Junior ve Carpinetti [18] çalışmasında, tedarik zinciri performansının tahmini için kullanılan SCOR modelinin uygulama alanına uyarlanması ve kullanılan parametrelerin güncellenme zorluğu ortaya konulmuş, SCOR metriklerinin temel alan bir yapay sinir ağı önerilmiştir.

Dissanayake ve Cross [19] çalışmasında SCOR modeli, bir işletme için tedarik zinciri performans yönetiminden elde edilen sonuçlar AHP ile analiz edilerek tedarik zinciri planlamasındaki yönetsel girdi ile karşılaştırılarak sonuçların doğrulanması için kullanılmıştır. AHP ile yapılan

bir diğer çalışmada ise Huan, Sheoran ve Wang [20] stratejik kararların verilmesinde SCOR modelinin nasıl kullanılabileceğini belirlemek için modelin güçlü ve zayıf yönlerini SCOR modelinin ortak tedarik zinciri iskeleti, standart ölçütler, standart terminoloji ve karşılaştırma için iyi örneklerle sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Sellitto vd. [21] çalışmasında önerilen modelde bir yandan kaynak, üretim, teslimat ve iade ele alınırken bir yandan da maliyet, kalite, teslimat ve esneklik ölçütleri alınarak AHP ile değerlendirilmeler yapılmıştır. Literatürde, performans ölçümü sistemlerine olan en büyük kaygı güvenilirlik problemi. SCOR modeli bu kaygılara kapsamlılığı ve güvenilirliği ile cevap olabilmektedir. Rezai, Shirazi ve Karimi [22] çalışmasında, SCOR modeli ile AHP, matematiksel model, TOPSIS gibi tekniklerin bir arada kullanıldığı ve olumlu sonuçlar elde edildiği gösterilmiştir. Bir işletmeye yönelik oluşturulmak istenen tedarik zinciri ölçüm modeli için kuruluştan elde edilen verileri kullanarak genel tedarik zinciri performansı ve işletmeye yönelik olan tedarik zinciri performans modeli alanı arasında bir ilişki oluşturmak için sistematik bir mekanizma önerilmiştir [22]. Liu, Xu ve Xu [23] çalışmasında yeşil inşaat tedarik zinciri performansını değerlendirmek için SCORcard ve SCOR modeli ile değerlendirme sistemi oluşturulmuştur. Çalışmada değerlendirmenin belirsizliği ve karmaşıklığından dolayı G1 ve Entropi metodu kullanılmıştır. Bu yöntemler ile göstergelerin kapsamlı ağırlıkları belirlenmiş ve yeşil inşaat tedarik zinciri değerlendirme modeline katkıda bulunulmuştur [23].

Zhou vd. [24] çalışmasında deneysel olarak SCOR modelinin test edilmesi için 125 Kuzey Amerika firmasından elde edilen veriler kullanılmış ve sonuçta tedarik zinciri süreçlerinin SCOR modeli tarafından genel olarak desteklendiği görülmüştür. Buna ek olarak planlama sürecinin kaynak, üretim ve teslimat üzerinde önemli bir olumlu etkisi bulunmuş, kaynak sürecinin üretim, üretimin ise teslimat üzerinde önemli olumlu etkileri bulunduğu gözlenmiştir [24]. Wang vd. [25] çalışmasında, bir şirketin performansının ölçülmesi için temel bileşen ve k-en yakın komşu sınıflandırıcısı yöntemleri uygulanarak yeni bir yöntem sunulmuştur. Yöntemin güvenilir ve etkili olduğu bir uygulamada kanıtlanmış ve analiz sonucu referans için ana temellerden biri olarak kabul edilebileceği ortaya konulmuştur [25]. Önceki çalışmalar incelendiğinde, SCOR modeli ile yapılan çalışmalarda bir çok farklı yaklaşımın entegre edildiği görülmüştür. Bu çalışmada, mevcut çalışmalardan farklı olarak SCOR modeli temelli çok tedarikçiye sahip işletmeler için özgün bir tedarikçi performans ölçüm yaklaşımı önerilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ilk yaklaşımda, kümeleme analizi ile benzer özniteliklere sahip firmaların bir arada değerlendirilmesi sağlanmış ve SCOR modeli her bir küme için uygulanmıştır. Böylelikle benzer özniteliklere sahip firmalar kendilerine yakın firmalarla değerlendirilerek daha gerçekçi bir performans değerlemesi sağlanmıştır. İkinci yaklaşımda ise Bulanık Shannon Entropi yöntemi ile SCOR modeline temel olan ölçütler ağırlıklandırılmış ve değerlendirme bu ağırlıklara göre yapılmıştır. Ölçütlerin ağırlıklandırılması, önem

derecesine göre SCOR performanslarının değerlendirilmesini sağlayacağından; firmalar için önemli olarak belirlenen ölçütlerin SCOR yaklaşımına göre hesaplamalarda daha önemli olması sağlanmıştır. Bu çalışmanın yenilikçi yönleri, tedarikçi performans ölçümü için SCOR ölçütlerini temel alan ve bu çalışmada önerilen alt kriterler doğrultusunda Bulanık Shannon Entropi yaklaşımı tabanlı bir ağırlıklı değerlendirme yaklaşımı önermiş olmak ve benzer özniteliklere sahip firmaların kümelenmesiyle kümeler için değerlendirme yaparak daha etkin bir değerlendirme ortaya koymaktır. Böylelikle çok ve farklı özniteliklere sahip tedarikçiler için kullanılacak iki alternatif performans ölçüm yaklaşımı önerilmiştir.

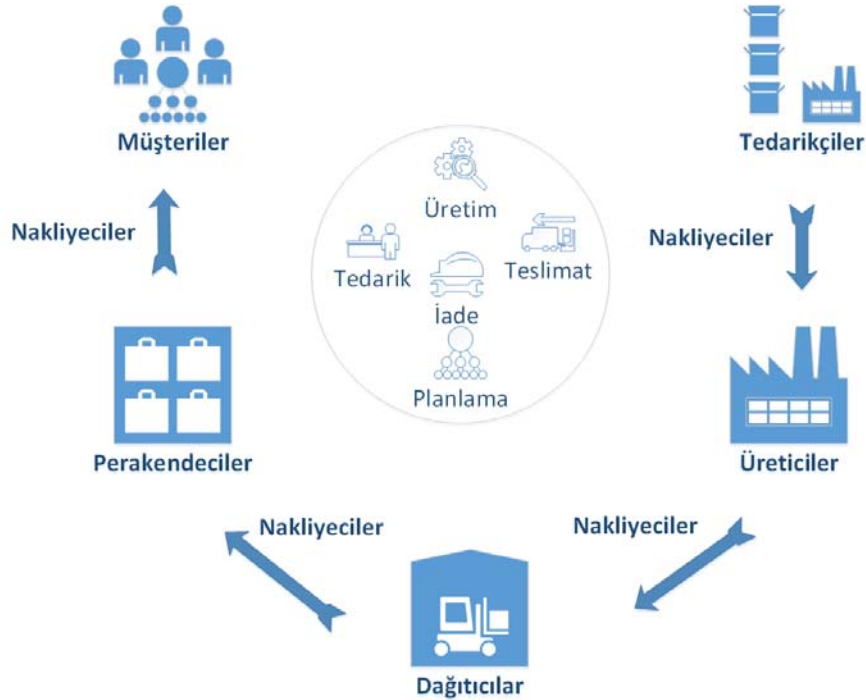
3. METOT (METHOD)

3.1. SCOR Modeli (SCOR Model)

Sundarakani vd. [26] çalışmasında, entegre bir tedarik zinciri yönetimi sağlamak amacıyla 650 kuruluşun fazla destekçisi olan Tedarik Zinciri Konseyi (SCC) tarafından oluşturulan *Tedarik Zinciri Operasyonları Referans (SCOR)* modelinin yeni nesil tedarik zincirlerine uygun yönetim sağlayabilen standart bir endüstri modeli olması amaçlandığı belirtilmiştir. SCOR modeli, performans ölçümünü sağlamak için standart performans ölçütlerine sahiptir. Bu ölçütler, iki kategoride incelenir. Bunlardan ilki güvenilirlik, yanıt verilebilirlik ve esnekliği barındıran müşteriye yönelik ölçütler olurken diğeri ise maliyet ve varlıkları içeren dahili ölçütlerdir. Ağar [27] çalışmasında SCOR modelinde dört temel seviye bulunduğu ve bu seviyeler arasında ilişkinin hiyerarşik bir yapıda olduğu belirtilmiştir. En üstte bulunan

birinci seviyede süreç tipleri ve işletme hedefleri belirlenir. Belirlenen süreç tipleri ve hedefler ikinci seviyede detaylandırılır ve karşılaştırma için performans kriterleri belirlenir. Üçüncü seviyede süreçler daha alt parçalar olan elemanlara ayrılır ve olası iyileştirmeler belirlenir. Son olarak dördüncü seviye, uygulama seviyesi olarak bilinir [27]. SCOR modeli organizasyonel olarak incelendiğinde ise 5 temel süreci barındırmaktadır. Bunlar sırasıyla plan, tedarik, üretim, teslimat ve iadedir. Bu süreçlerin genel olarak tanımlandığı ve içeriğinin belirlendiği yer, birinci seviyedir. Bu seviye, özellikle işletmenin yapısını şekillendirdiği ve işletme için çok önemli olan süreçlerin tanımları yapıldığı için oldukça önemli bir seviyedir [9]. SCOR modeli beş temel sürece ek olarak etkinleştirme adı verilen bir başka süreci de içerebilir [26]. Şekil 1’de tedarik zinciri boyunca SCOR modelinin nasıl değerlendirme yaptığı görülmektedir.

Li, Su ve Chen [28] çalışmasında uygulamalarda genelde üretim şirketleri tarafından performans ölçümlerini tanımlamak ve performansını belirlemek için kullanılan performans ölçütlerinin aynı zamanda sektörel bazda firma karşılaştırmasını içeren SCORcard adı verilen bir kart ile kullanılarak değerlendirmelere imkan verildiği belirtilmiştir. Böylece SCOR modeli, finansal ve finansal olmayan birtakım ölçütler kullanarak performans ölçüm ve karşılaştırmasına imkân verir [28]. SCORcard’ın oluşturulma adımları Şekil 2’de verilmektedir. Parite değeri toplanan verilerin ilgili ölçüt değerlerinin ortanca değeri, avantaj değeri ilgili ölçüt değerlerinin %70’inci değeri ve son olarak üst değeri ölçüt değerlerinin %90’ıncı değerini ifade etmektedir [27].



Şekil 1. Tedarik Zincirinde SCOR Modeli (SCOR Model in Supply Chain)

3.2. Kümeleme - SCOR Modeli (Clustering - SCOR Model)

Çelik ve Kırıl [29] çalışmasına göre kümeleme, incelenen öznelilikler arasındaki benzerliklere göre birimlerin belirli gruplara ayrılmasıyla oluşan sınıflandırmaya verilen addır. Bu işlem, oluşan kümelerin özellikleri ile ilgili fikir sahibi olunmasını sağlar [29]. Wagstaff vd. [30] çalışmasında en bilinen kümeleme algoritmalarından birisi olan K-ortalama (K-means) algoritması J. B. MacQueen tarafından 1967 yılında geliştirilen ve her birimin ancak bir kümede bulunabileceğini ve kümeyi merkez nokta ile temsil etmeye dayalı bir yöntem olduğu belirtilmiştir. K-ortalama algoritması farklı algoritmalarla entegre edilerek kümeleme performansını artırmak için de kullanılmıştır [31].

Işık ve Çamurcu [32] çalışmasında Eş. 1’de her bir noktanın küme merkezlerine olan Öklid uzaklıklarının hesaplanarak k tane kümenin yoğun ve birbirinden farklı şekilde oluşmasının hedeflendiğini belirtmiştir. Burada, d_{ik} i. örneğin k. kümeye uzaklık değerini, x_{ij} i. örneğin j. öznelilik değerini, u_{kj} ise k. kümenin j. öznelilik için merkez değerini simgeler. Uzaklık hesaplaması, kümeleme analizinde kullanıcı tarafından verilen k parametresi ile n tane verinin k tane kümeye bölünmesi ile sağlanır. Küme benzerliği kümedeki ortalama ile ölçülür ve u da kümenin ağırlık merkezi olur [32].

$$d_{ik} = \sqrt{\sum_j^m (x_{ij} - u_{kj})^2} \quad i = 1 \dots n \quad (1)$$

SCOR modeli tüm kriterler için tüm tedarik zinciri üyelerinin performansının ölçülmesi için temel bir çerçeve oluşturmuştur. Ancak SCOR modelinde

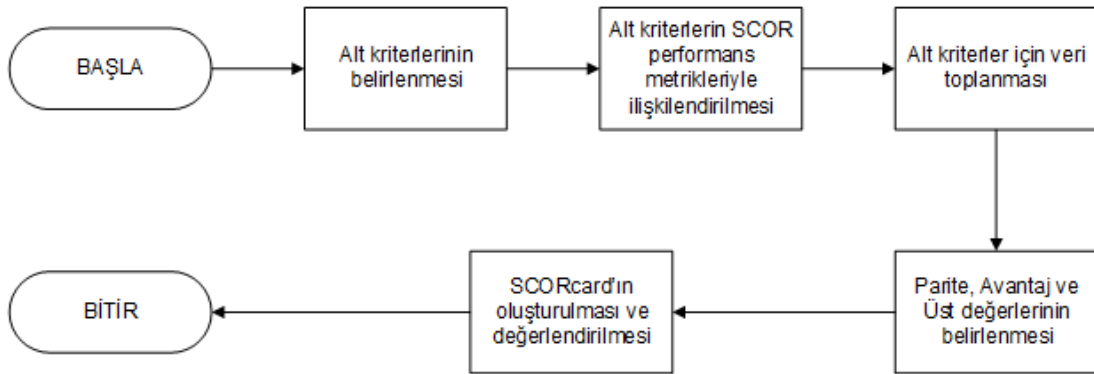
belirlenecek parite, avantaj ve üst değerler tüm firmalar için ortak olarak ele alındığında, farklı işletmelerde farklı değerlendirme kriterleri ile parite, avantaj ve üst değerlerin belirlenmesine ihtiyaç duyulmuştur. Buna göre, sadece SCOR yöntemi kullanıldığı zaman diğer tedarikçilere göre iyi olan bir tedarikçi kendi kümesindeki değerlendirme ile daha rekabetçi bir değerlendirmeye tabi tutulabilir. Bu amaçla, kümeleme analizi ile öncelikle firmaların kümelenebilirliği sağlanarak benzer özneliliklere sahip işletmelerin değerlendirilmesi mümkün olacaktır. Şekil 3’te kümeleme-SCOR yaklaşımının adımları görülmektedir.

3.3. Alfa Düzeyine Bağlı Bulanık Entropi - SCOR Modeli (Fuzzy Entropy based Alpha Level - SCOR Model)

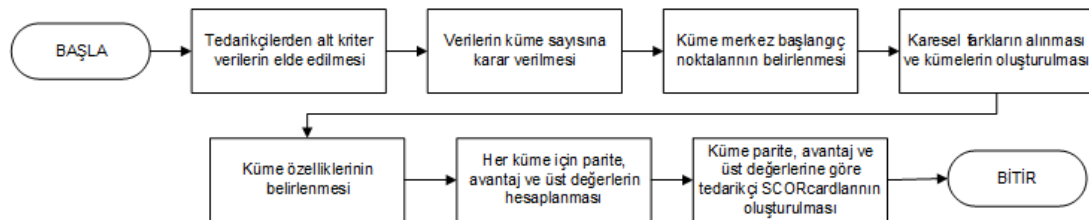
Alfa düzeyine bağlı bulanık entropinin SCOR modeline uygulanmasında öncelikle ana ölçütler seçilir ve bu ölçütlere bağlı olan alt kriterler belirlenir. Şekil 4’te SCORcardlar için kullanılan ölçütler gösterilmiştir.

Lotfi ve Fallahnejad [33], orijinal Shannon entropi yöntemini α seviye kümeleri gibi aralıklı veri durumlarını dikkate alarak Shannon entropisini genişleten yeni bir yaklaşım önermiştir. Bulanık Shannon’ın entropisinin α seviye setlerine dayanan adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir. Bulanık verilerin α seviye kümeleri kullanarak aralık değerlere dönüştürülmesi: Eş. 2 olarak gösterilen karar matrisini içeren bulanık veriler \tilde{x}_{ij} farklı α -seviye kümelerine göre aralık verilerine dönüştürülür.

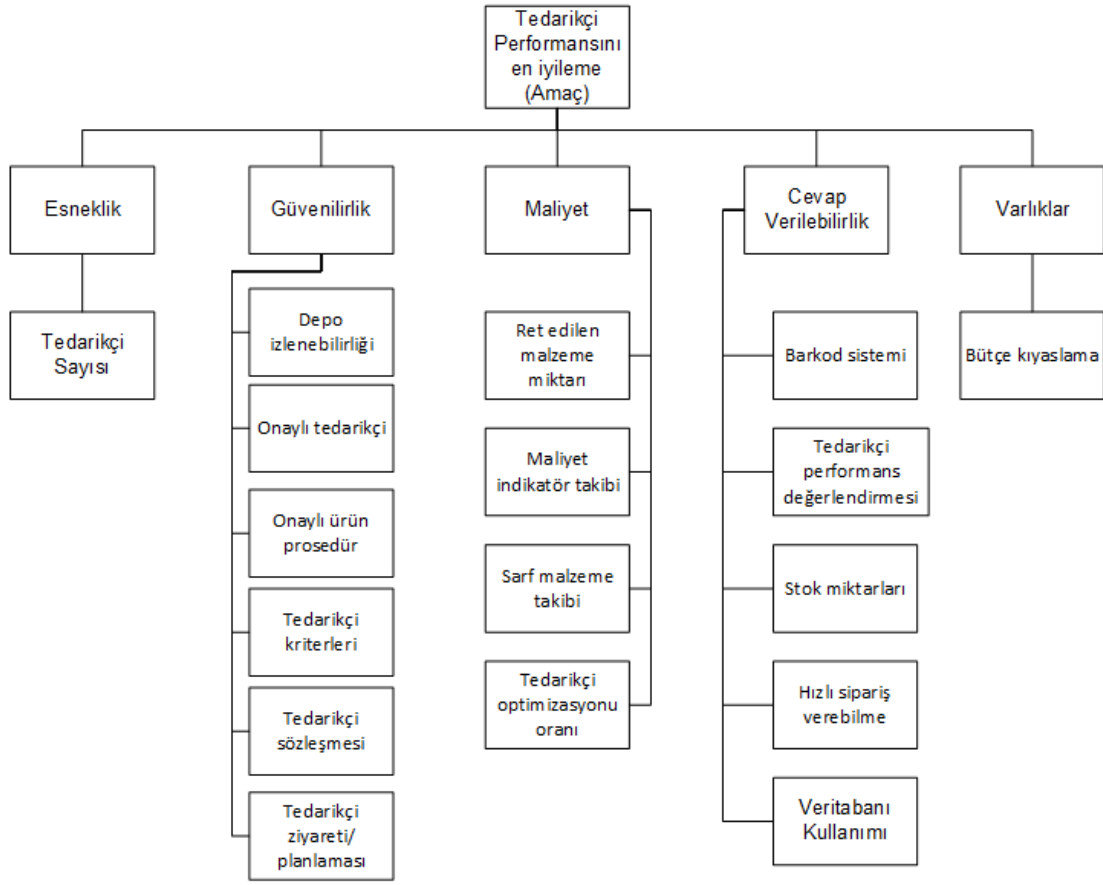
$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (2)$$



Şekil 2. SCOR uygulaması ve SCORcard Oluşturma Adımları (SCOR application and SCORcard Creation Steps)



Şekil 3. Kümeleme SCOR Modeli Adımları (Clustering - SCOR Model Steps)



Şekil 4. Kriterler ve Hiyerarşik Yapı (Criteria and Hierarchical Structure)

\tilde{x}_{ij} bulanık değişkenin α - seviye seti Eş. 3'teki aralık formülü ile ifade edilebilir.

$$\begin{aligned} (\tilde{x}_{ij})_{\alpha}^L &= \min x_{ij} \{x_{ij} \in R | \mu_{\tilde{x}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\} \\ (\tilde{x}_{ij})_{\alpha}^R &= \max x_{ij} \{x_{ij} \in R | \mu_{\tilde{x}_{ij}}(x_{ij}) \geq \alpha\} \quad 0 < \alpha \leq 1 \end{aligned} \quad (3)$$

Bulanık veriler, farklı güven düzeyleri ayarlanarak farklı α düzeyi kümelerine dönüştürülür. Daha sonra aralık verilerinden oluşan matris Eş. 4'teki gibi elde edilir.

$$B = \begin{bmatrix} [x_{11}^L x_{11}^R] & [x_{12}^L x_{12}^R] & \dots & [x_{1n}^L x_{1n}^R] \\ [x_{21}^L x_{21}^R] & [x_{22}^L x_{22}^R] & \dots & [x_{2n}^L x_{2n}^R] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ [x_{m1}^L x_{m1}^R] & [x_{m2}^L x_{m2}^R] & \dots & [x_{mn}^L x_{mn}^R] \end{bmatrix} \quad (4)$$

Normalleştirilmiş değerler elde edilir: p_{ij}^L ve p_{ij}^R normalleştirilmiş değerleri sırasıyla Eş. 5 ve Eş. 6'da gösterildiği gibi hesaplanır.

$$p_{ij}^L = \frac{x_{ij}^L}{\sum_{j=1}^m x_{ij}^L} \quad j = 1, 2, \dots, m, i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

$$p_{ij}^R = \frac{x_{ij}^R}{\sum_{j=1}^m x_{ij}^R} \quad j = 1, 2, \dots, m, i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

Entropinin aralıklarının alt ve üst sınırı hesaplanır: Entropinin aralıklarının alt sınır (e_i^L) ve üst sınır (e_i^R)

değerleri $i = 1, 2, \dots, n$ için Eş. 7 ve Eş. 8'deki gibi hesaplanır.

$$e_i^L = \min \{-e_0 \sum_{j=1}^m p_{ij}^L \ln p_{ij}^L, -e_0 \sum_{j=1}^m p_{ij}^R \ln p_{ij}^R\} \quad (7)$$

$$e_i^R = \max \{-e_0 \sum_{j=1}^m p_{ij}^L \ln p_{ij}^L, -e_0 \sum_{j=1}^m p_{ij}^R \ln p_{ij}^R\} \quad (8)$$

Burada; $e_0 = (lnm)^{-1}$, eğer $p_{ij}^L = 0$ ve $p_{ij}^R = 0$ ise $p_{ij}^L, \ln p_{ij}^L$ veya $p_{ij}^R, \ln p_{ij}^R$ değerleri 0'a eşittir.

Farklılaşma değerlerinin alt ve üst sınırı hesaplanır: Farklılaşma değerlerinin alt sınırı (d_i^L) ve üst sınırı (d_i^R) Eş. 9 ve Eş. 10'daki gibi hesaplanır.

$$d_i^L = 1 - e_i^R \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

$$d_i^R = 1 - e_i^L \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

Kriterlerin aralık ağırlığının alt ve üst sınırı hesaplanır: Kriter i 'nin aralık ağırlıklarının alt sınırı (w_i^L) ve üst sınırı (w_i^R) Eş. 11 ve Eş. 12'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$w_i^L = \frac{d_i^L}{\sum_{s=1}^n d_s^L} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

$$w_i^R = \frac{d_i^R}{\sum_{s=1}^n d_s^R} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

Aytekin, Karmaşa ve Erbaş [34], çalışmasında kriterlerin nihai ağırlıkları Eş. 13'te gösterildiği gibi kriter ağırlıklarının alt sınırı (w_i^L) ve üst sınırlarının (w_i^R) ortalaması ile hesaplanmıştır.

$$w_i^c = \frac{w_i^L + w_i^R}{2} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

Ağırlıkların toplamının 1 olmaması durumu oluşabileceğinden, Eş. 14'te yer alan normalizasyon ile toplam ağırlıkların 1 olması sağlanmıştır.

$$w_i = \frac{w_i^c}{\sum_{i=1}^n w_i^c} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

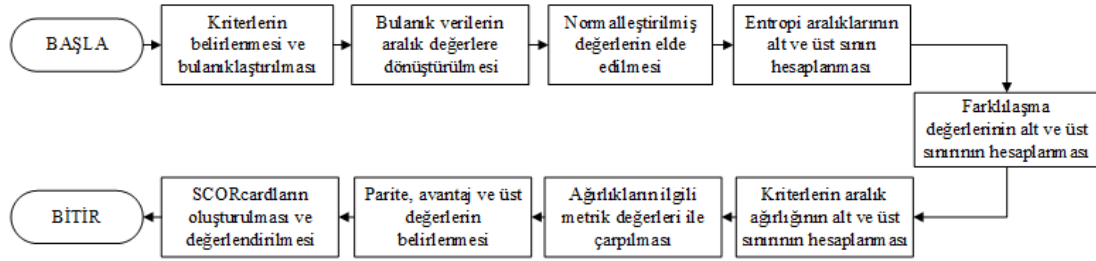
Kriterler için hesaplanan ağırlıklar tedarikçilerden toplanan verilerle çarpılarak ağırlıklı performans kriterleri elde edilir. Elde edilen bu yeni değerler için parite, avantaj ve üst değerler hesaplanır. Bu hesaplamalardan sonra her tedarikçi

için ağırlıklandırılmış SCORcardlar oluşturulur. Şekil 5'de Alfa Düzeyine Bağlı Bulanık Entropi - SCOR modeli adımları gösterilmiştir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR (RESULTS AND DISCUSSIONS)

Önerilen yaklaşımların uygulanmasında Adana bölgesinde faaliyet gösteren bir işletmenin tedarik zincirindeki 54 tedarikçisi için performans ölçümü gerçekleştirilmiştir. İşletme, tedarikçilerine yapılan yüz yüze mülakatlarla 17 temel kriter incelenmiş ve likert ölçeğiyle sorular sorulmuştur.

Belirlenen değerlendirme ölçütleri SCOR modelinin ilgili ölçütlerle ilişkilendirilerek işletme için sonuçların ifade edeceği SCOR ölçütleri belirlenmiştir. SCOR modelinin performans ölçütlerine göre incelenen her bir parametrenin dağılımı Tablo 1'de görülmektedir.



Şekil 5. Alfa Düzeyine Bağlı Bulanık Entropi - SCOR Modeli Adımları (Fuzzy Entropy based Alpha Level - SCOR Model Steps)

Tablo 1. Performans Kriterleri ve Ölçütleri (Performance Criteria and Metrics)

NO	Kriterler	Güvenilirlik	Cevap verilebilirlik	Esneklik	Maliyet	Varlıklar
S1	Depo izlenebilirliği	X				
S2	Alt tedarikçi sayısı			X		
S3	Barkod sistemi		X			
S4	Ret edilen malzeme oranı				X	
S5	Mevcut tedarikçi performans değerlendirmesi etkinliği		X			
S6	Stok miktarları		X			
S7	Bütçe Planlama					X
S8	Maliyet takibi				X	
S9	Onaylı tedarikçi prosedürü	X				
S10	Onaylı ürün prosedürü	X				
S11	Hızlı sipariş		X			
S12	Sarf malzeme takibi				X	
S13	Bilgi sistemlerinin kullanımı		X			
S14	Tedarikçi seçim kriterleri	X				
S15	Tedarikçi optimizasyonu				X	
S16	Tedarikçi sözleşmesi	X				
S17	Tedarikçi ziyareti/planlaması	X				

4.1. SCORcard Sonuçları (SCORcard Results)

Oluşturulan SCORcard tablosunda hesaplanan parite, avantaj ve üst değerleri ile tedarikçilerin performans ölçütlerinde ne durumda oldukları ve rekabet edilebilirliği ölçülmektedir. Böylece tedarikçilerin hangi derecede olması şirket için avantaj olacağı belirlenmekte ve buna göre çeşitli alanlarda ne gibi çalışmaların yapılacağı tespit edilebilmektedir. Tablo 2’de 54 tedarikçinin ölçüt değerleri ile oluşturulan parite, avantaj ve üst değerlerinin verildiği ve bu tedarikçilerden biri için oluşturulan SCORcard gösterilmiştir. Tüm tedarikçiler için SCORcard yalnızca gerçek değerler değiştirilerek benzer şekilde oluşturulmuştur. SCORcard incelendiğinde firmanın çeşitli performans kriterlerinde parite, avantaj veya üst değerlerinin gerisinde kaldığı görülmektedir. Bu sonuçlar, tedarikçinin diğer tedarikçilerle rekabet etmesinde sorun oluşturacağından, bu ölçütleri iyileştirmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu aşamadan sonra, tedarikçinin çeşitli analiz ve uygulamalarla avantaj değerine ulaşarak rekabeti sürdürmesi gerekmektedir.

Tablo 2. Örnek bir firmaya ait SCORcard (SCORcard of a sample company)

Kriterler	Gerçek Değer	Parite	Avantaj	Üst
S1	4	4	5	5
S2	5	4	5	5
S3	4	4	5	5
S4	4	4	5	5
S5	4	4	5	5
S6	4	4	5	5
S7	4	4	5	5
S8	1	2	3,1	5
S9	4	3	4	5
S10	4	4	5	5
S11	4	4	5	5
S12	5	4,5	5	5
S13	4	4	5	5
S14	4	4	5	5
S15	4	4	4,1	5
S16	4	3	4,1	5
S17	4	4	5	5

4.2. Kümeleme ve SCORcard Sonuçları (Clustering and SCORcard Results)

SCORcard oluşturmak için benzer özneliklere sahip firmaların kümelenecek kendi kümelerine göre değerlendirilmesi için kümeleme çalışması yapılmıştır. 54 tedarikçi firma temel alındığı için K-ortalama algoritması ile kümeleme analizi bu firmalar için gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, küme sayısı 4 olarak seçilmiş ve öznitelik olarak seçilen 17 kriter için her bir küme merkezlerine ait başlangıç değerleri [1-5] aralığında rastgele seçilmiştir. Buna göre, Eş. 1’e göre uzaklıklar hesaplanmış ve iterasyonlar boyunca küme merkezlerinde değişim olmayana kadar küme merkezleri güncellenmiştir. Buna göre elde edilen nihai küme merkezleri Tablo 3’te sunulmuştur. Bu adım sonrasında ise her kümeye özgü SCORcard’lar oluşturularak performans ölçümünün kümelere özgü yapılması sağlanmıştır.

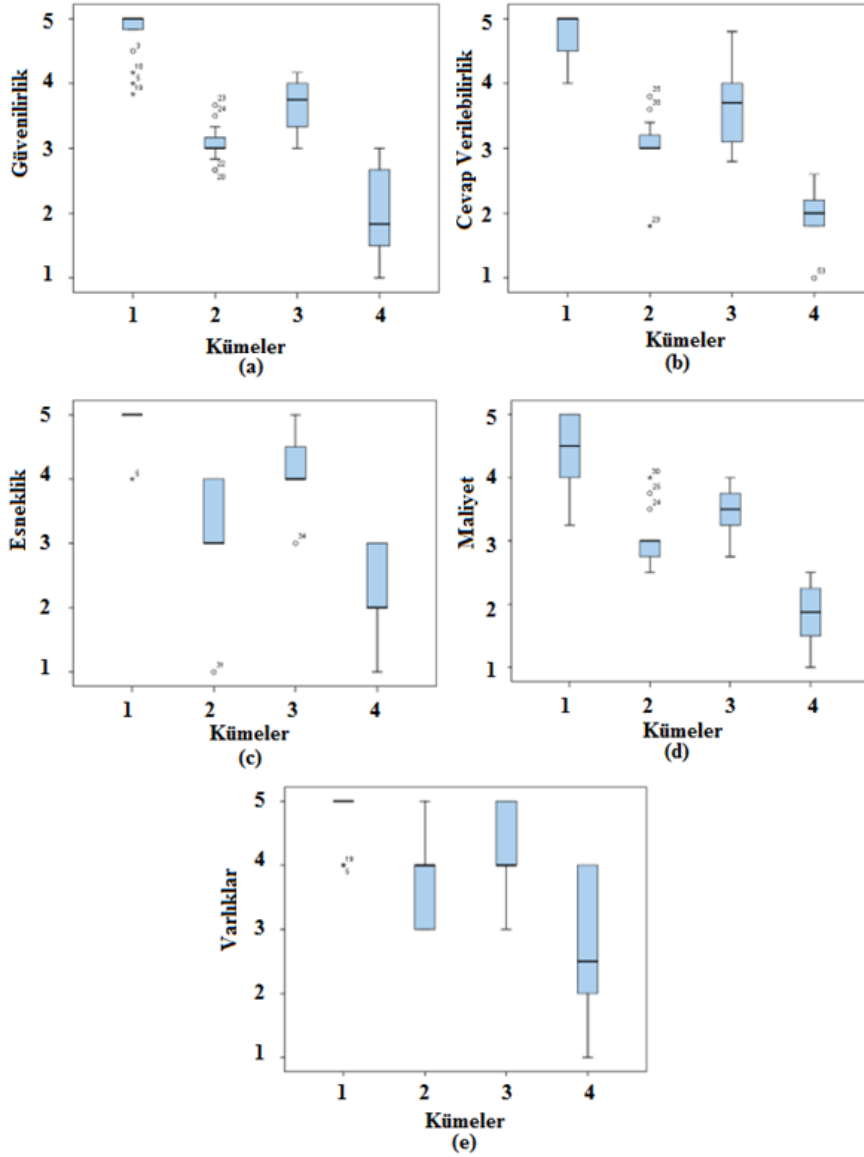
Oluşan kümelerde sırasıyla birinci kümede 19, ikinci kümede 13, üçüncü kümede 16 ve son olarak dördüncü kümede 6 tedarikçi bulunmaktadır. Elde edilen kümeleme sonuçları Şekil 6’da sunulmuştur. Kümeler incelendiğinde, farklı üstünlüklere sahip kümelerin oluştuğu görülmektedir. Birinci küme belirlenen beş performans metriğinde oldukça başarılı tedarikçilerin olduğu bir küme olurken, ikinci küme özellikle cevap verilebilirlik ve maliyet açısından problemleri olan tedarikçileri bünyesinde barındırmaktadır. Üçüncü kümeye bakıldığında esneklik ve varlıkların yönetiminin başarılı olduğu tedarikçilere sahipken, dördüncü kümedeki 6 tedarikçinin ise performans ölçütlerinin tamamında problem yaşadığı söylenebilir.

Bu yöntemde temel amaç, tüm tedarikçilerin kendi kümelerindeki tedarikçilerle kıyaslanmasının daha yararlı olabileceği düşüncesidir. Yapılan çalışmada, her küme için SCORcard yapılması küme olarak tedarikçi performans ölçümü yapılacağından tedarikçilerin öncelikle kendi kümelerinde belirlenen eksiklikleri tamamlama ve daha iyi performansla sahip bir kümeye geçebilme amacıyla tedarik zincirinin bütünü iyileştirilmesi için oldukça etkili olabilecek bir yöntemdir.

Tablo 4’de örnek bir firmaya ait kümeleme sonucu oluşan SCORcard görülmektedir. Kümelerde oluşturulan SCORcard uygulamaları her tedarikçinin kendi gelişim alanını görmesinin yanında kümenin eksikliklerine daha

Tablo 3. Tedarikçi Kümeleri ve Puanlamaları (Supplier Clusters and Ratings)

Kriter\Küme	1	2	3	4	Kriter\Küme	1	2	3	4
S1	4,84	3,46	3,63	1,67	S10	4,89	3,46	4,5	2,67
S2	4,95	3,15	4,19	2,17	S11	4,89	3	3,13	1,83
S3	4,58	2,77	3,75	1,67	S12	4,95	3,77	4,31	2,5
S4	4,74	3,23	4,19	2,17	S13	4,79	3,08	3,31	1,5
S5	4,74	3,23	3,88	2,33	S14	4,89	3,54	3,56	2,17
S6	4,89	3,23	4,06	2,33	S15	4,68	2,62	3,69	1,67
S7	4,89	3,69	4,13	2,67	S16	4,74	2,69	3,19	1,33
S8	3,58	2,54	1,75	1	S17	4,79	3	4,31	2,5
S9	4,63	2,38	2,88	1,5	-	-	-	-	-



Şekil 6. Kümeleme Analiz Sonuçları (Clustering Analysis Results)

fazla odaklanması tedarikçiler yönünden bir yol haritası teşkil edecektir.

4.3. Bulanık Entropi ve SCORcard Sonuçları (Fuzzy Entropy and SCORcard Results)

Alfa düzeyine bağlı bulanık entropi ile SCOR modelinin ana ve alt kriterleri belirlenmiş ve ağırlıklandırılmıştır. Yöntemin uygulamasında, firmalar için elde edilen değerlendirme puanları kullanılmıştır. Elde edilen puanlar Tablo 5'de gösterilen bulanık sayı dönüştürme ölçeği kullanılarak bulanık üçgensel sayılara dönüştürülmüştür.

Elde edilen ölçüt ağırlıkları Şekil 7'de sunulmuştur. Buna göre, en önemli ölçütün güvenilirlik temelli ölçütler olduğu görülmüştür. Buna en yakın ölçüt olarak cevap verilebilirlik ve maliyet ölçütleri belirlenmiştir. Alt ölçütler incelendiğinde ise en önemli alt ölçütün tedarikçi

sözleşmeleri ve tedarikçi sayısı ölçütleri olduğu görülmektedir. Bu durum, tedarik zincirindeki temel süreçlerin performans üzerinde çok önemli etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

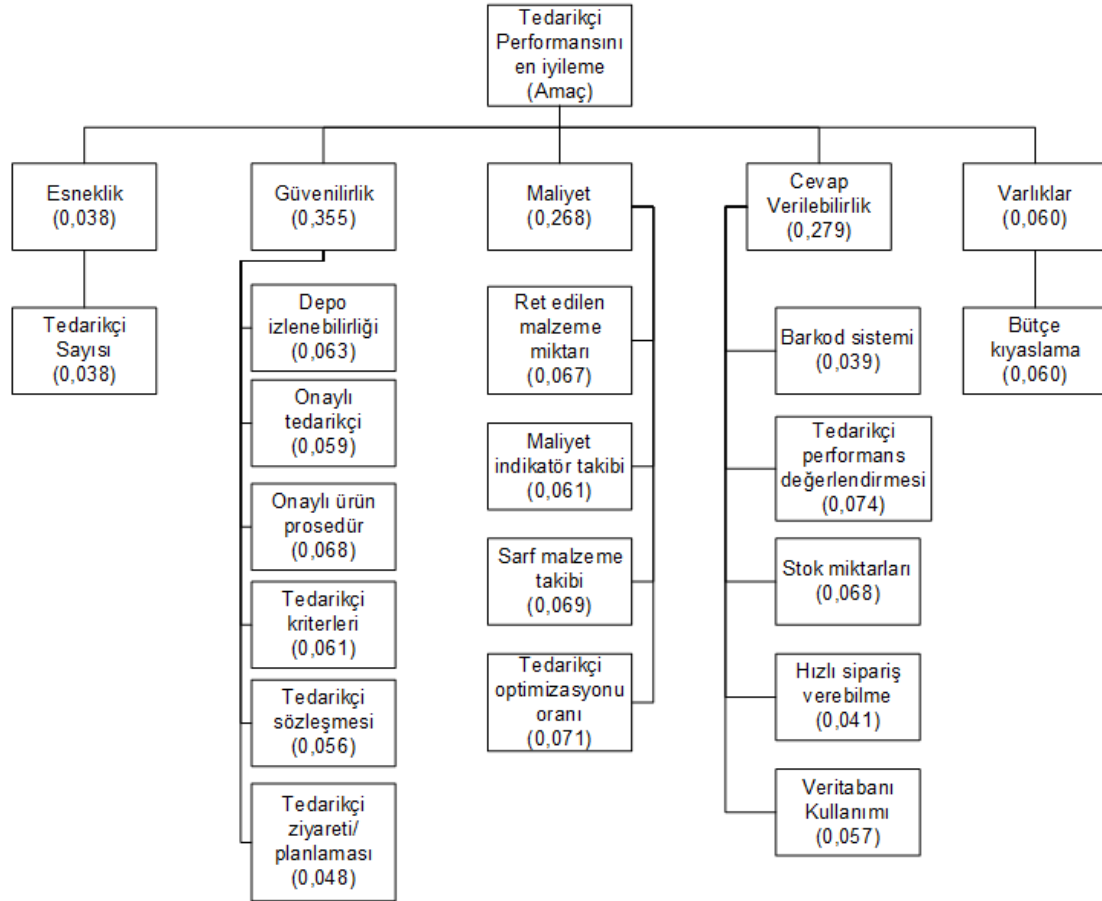
Belirlenen ağırlık değerleri SCOR hesaplamalarında oldukça önemlidir. Çünkü bu ağırlıklara göre tedarikçiler için ağırlıklı SCOR puanı hesaplanmıştır. Tablo 6'da örnek bir ağırlıklı SCORcard sunulmuştur.

4.4. Yöntemlerin Kıyaslanması (Comparison of Methods)

Farklı yaklaşımlara göre elde edilen parite, avantaj ve üst değerleri Tablo 7'de özetlenmiştir. Buna göre elde edilen bulgular, kriterlere ait farklı parite, avantaj ve üst değerleri belirlemiştir. Bu durum, kullanılacak performans ölçüm sisteminin sonuçlar üzerinde etkili olacağını göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre, kümeleme analizinde net

Tablo 4. Örnek bir Firmaya ait Küme-SCORcard (Cluster-SCORcard of a Sample Company)

Kriterler	Gerçek Değer	Parite	Avantaj	Üst
S1	4	4	4	4
S2	5	4	4	4
S3	4	4	4	4
S4	4	4	4	4
S5	4	4	4	4
S6	4	4	4	4
S7	4	4	4	4
S8	1	1	1	1
S9	4	3	3	3
S10	4	4,5	4	4
S11	4	4	4	4
S12	5	4	4	4
S13	4	4	4	4
S14	4	4	4	4
S15	4	4	4	4
S16	4	3	3	3
S17	4	4	4	4

**Şekil 7.** Bulanık Entropi Sonuçları (Fuzzy Entropy Results)

ayrım yapılabildiği için kümeler göre parite, avantaj ve üst değerleri arasında anlamlı farklılıklar oluşturmuştur. Kümeler için parametrik test varsayımları sağlanmadığından parametrik olmayan testlerden birisi olan Kruskal-Wallis test sonuçlarına göre parite, avantaj ve üst değerleri için kümelerdeki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı

bulunmuştur ($p < 0,05$). Alfa düzeyine bağlı bulanık entropi yaklaşımından elde edilen verilerin kıyaslanabilmesi için sonuçlar lineer interpolasyon yaklaşımıyla 1-5 arasında dağıtılmıştır. Ağırlıklandırma yaklaşımı incelendiğinde parite, avantaj ve üst değerlerinin kriterlere göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu durum, ağırlıklandırmanın

Tablo 5. Üçgensel Bulanık Sayı Ölçeği (Scale of Fuzzy Triangular Numbers)

Değerlendirme puanı	l	m	u
1	1	1	2
2	1	2	3
3	2	3	4
4	3	4	5
5	4	5	5

Tablo 6. Örnek bir firmaya ait Ağırlıklı SCORcard (Sample of a Weighted SCORcard)

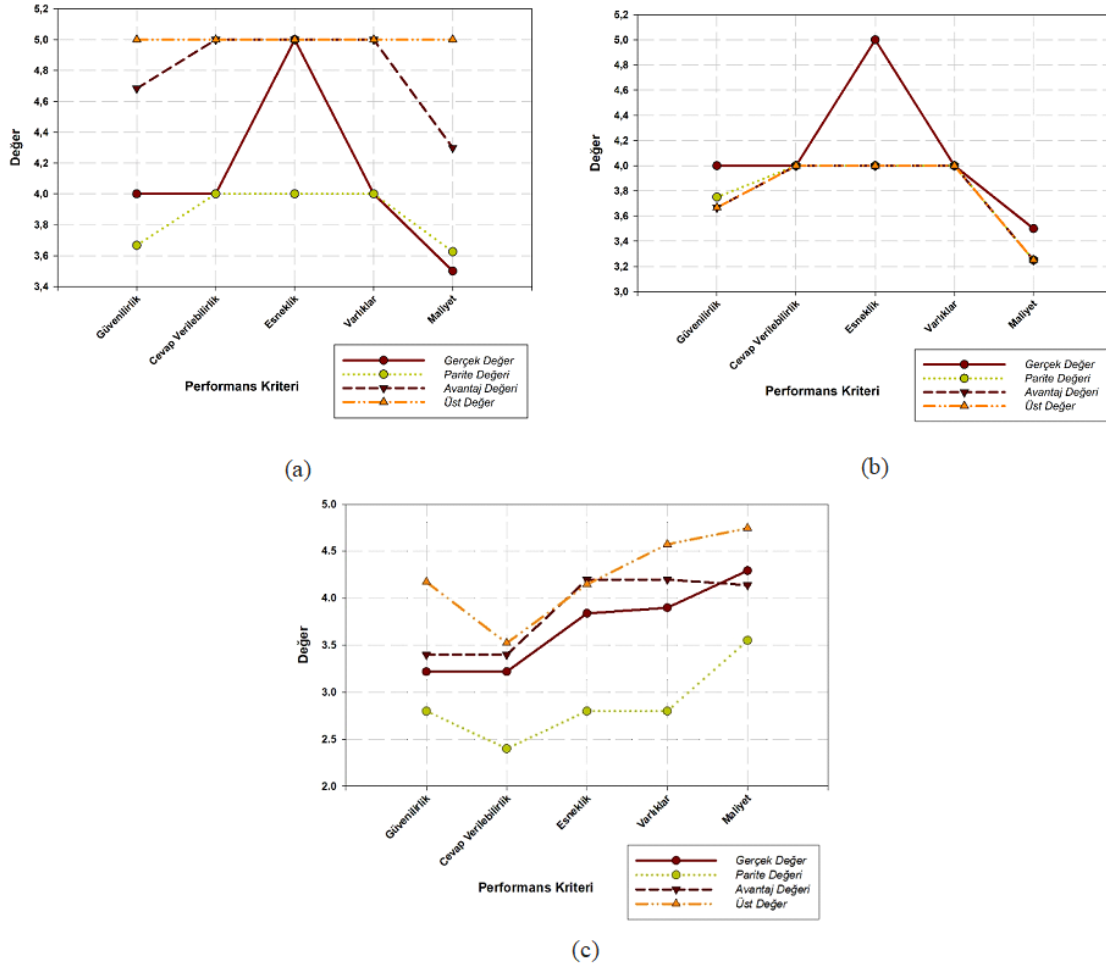
Kriterler	Gerçek Değer	Parite	Avantaj	Üst
S1	3,6	3,6	4,3	4,3
S2	2,8	2,4	2,8	2,8
S3	2,4	2,4	2,6	2,9
S4	3,8	3,8	4,6	4,6
S5	4,1	4,1	5	5
S6	3,8	3,8	4,6	4,6
S7	3,4	3,4	4,2	4,2
S8	4,2	2	3	4,2
S9	4,1	2	3	4,1
S10	3,8	3,8	4,7	4,7
S11	2,5	2,5	3	3
S12	4,7	4,3	4,7	4,7
S13	3,3	3,3	4	4
S14	3,5	3,5	4,2	4,2
S15	4	4	4,3	4,8
S16	3,2	2,6	3,2	3,9
S17	2,9	2,9	3,4	3,4

Tablo 7. Yöntemlerin Kıyaslanması (Comparison of Methods)

Kriterler	SCORcard			Ağırlıklandırılmış SCORcard			Küme (1) SCORcard			Küme (2) SCORcard			Küme (3) SCORcard			Küme (4) SCORcard		
	Parite	Avantaj	Üst	Parite	Avantaj	Üst	Parite	Avantaj	Üst	Parite	Avantaj	Üst	Parite	Avantaj	Üst	Parite	Avantaj	Üst
S1	4	5	5	3,6	4,3	4,3	5	5	5	3	3	3	4	4	4	2	1	1
S2	4	5	5	2,4	2,8	2,8	5	5	5	3	3	3	4	4	4	2	2	2
S3	4	5	5	2,4	2,6	2,9	5	5	5	3	3	3	4	4	4	2	1	1
S4	4	5	5	3,8	4,6	4,6	5	5	5	3	3	3	4	4	4	3	2	2
S5	4	5	5	4,1	5	5	5	5	5	3	3	3	4	4	4	3	2	2
S6	4	5	5	3,8	4,6	4,6	5	5	5	3	3	3	4	4	4	3	2	2
S7	4	5	5	3,4	4,2	4,2	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	2	2
S8	2	3,1	5	2	3	4,2	5	4,5	4,5	3	3	3	1	1	1	1	1	1
S9	3	4	5	2	3	4,1	5	5	5	2	2	2	3	3	3	1	1	1
S10	4	5	5	3,8	4,7	4,7	5	5	5	3	3	3	5	4	4	3	2	2
S11	4	5	5	2,5	3	3	5	5	5	3	3	3	4	4	4	2	2	2
S12	4,5	5	5	4,3	4,7	4,7	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3
S13	4	5	5	3,3	4	4	5	5	5	3	3	3	4	4	4	2	1	1
S14	4	5	5	3,5	4,2	4,2	5	5	5	3	3	3	4	4	4	3	2	2
S15	4	4,1	5	4	4,3	4,8	5	5	5	3	3	3	4	4	4	2	1	1
S16	3	4,1	5	2,6	3,2	3,9	5	5	5	3	3	3	3	3	3	1	1	1
S17	4	5	5	2,9	3,4	3,4	5	5	5	3	3	3	4	4	4	3	3	3

performans değerlendirilmesinde olumlu etkilerini göstermektedir. Tüm yaklaşımlar arasında yapılan test sonuçlarına göre tüm yaklaşımlar parite, avantaj ve üst değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklara

sahiptir ($p < 0,05$). Şekil 8’de SCOR performans ölçütlerine göre yapılan değerlendirmeler görülmektedir. Buna göre SCOR yaklaşımıyla yapılan değerlendirmelerde güvenilirlik ölçütleri için temel SCOR modeli ile Ağırlıklandırılmış-



Şekil 8. SCOR Kriterlerine göre Elde Edilen Sonuçlar (a) SCOR Modeli için, (b) Kümeleme-SCOR Modeli için, (c) Ağırlıklandırılmış-SCOR Modeli için

(Results Obtained According to SCOR Criteria (a) For the SCOR Model, (b) For the Clustering-SCOR Model, (c) For Weighted-SCOR Model)

SCOR modelinde gerçek değerler avantaj ve üst değerlerin altında değerler almışlardır. Kümeleme analizindeyse gerçek değerler tüm değerlerin üzerinde değer almıştır. Ağırlıklandırılmış-SCOR yaklaşımında değerlerin birbirine daha yakın olduğu görülmektedir. Cevap verilebilirlik sonuçları incelendiğinde, üç yaklaşımda da gerçek değerlerin parite değerleri düzeyinde hesaplandığı görülmüştür. Kümeleme analizinde farklı olarak tüm değerler parite değerleriyle aynı olarak belirlenmiştir. Esneklik ve varlıklar ölçütleri incelendiğinde, SCOR modeli ile Kümeleme-SCOR modelinde gerçek değerlerin üst değerlerde ya da üzerinde olduğu görülmektedir. Ağırlıklandırılmış-SCOR modelinde ise gerçek değer üst ve parite değerlerinin altında kaldığı görülmektedir. Son olarak maliyet ölçütünde ise üç yaklaşım benzer sonuçlar göstermiş ve parite veya paritenin altında gerçek değerler oluşmuştur. Ağırlıklandırılmış-SCOR modelinde ise gerçek değer farklı olarak parite değerinden yüksek olduğu gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, her üç yaklaşımın da farklı sonuçlar oluşturabildiği görülmektedir. Bu durum, ağırlıklandırma ve kümeleme yaklaşımlarının sonuçlar üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Tedarik zincirinde performans ölçümü ve standart bir performans ölçüm sistemi oluşturmak, zincirin başarısı ve sürdürülebilirliği açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada, tedarik zinciri performans ölçümü üzerine yaygın olarak kullanılan SCOR modeli ele alınmış ve iki yeni yaklaşımla farklı koşullara uygun performans ölçüm sistemleri önerilmiştir. Buna göre, ilk yaklaşımda kümeleme analizi ile SCOR modeli bir araya getirilmiş ve benzer özelliklere sahip işletmeler için SCORcard uygulamaları oluşturulmuştur. Yapılan kümeleme çalışması, işletme için hangi tedarikçilerin daha önemli olması gerektiğini göstermekte ve kümelerin özellikleri göz önüne alınarak tedarikçilerin hangi konularda gelişim göstermesi gerektiği ortaya çıkmaktadır.

İkinci yaklaşımda ise, alfa düzeyine bağlı bulanık entropi ile SCOR modeli bir araya getirilmiş ve SCOR modelinde yer alan ölçütler ağırlıklandırılmıştır. Böylelikle hesaplanan puanlar, kriterlerin önemlerine göre değerlendirilmiştir. Bu yaklaşımla birlikte ağırlıklı parite, avantaj ve üst değer

aralıkları oluşturulmuştur. Bu durum, SCOR modelinin sektörel karşılaştırmalarına ek olarak işletmelere özgü ağırlıklara göre ölçütlerin değerlendirilmesini içermektedir. Böylece tedarikçiler işletmenin istediği alanlardaki eksiklikleri ve bunun rakipleriyle olan farkını görebilmektedir. Bu değerlendirme, tedarikçilerin hangi alanda gelişme kat etmesi gerektiği hakkında fikir vermektedir.

Her bir yaklaşımdan elde edilen tedarikçi değerlendirmelerinde SCORcard oluşturularak her bir tedarikçi için değerlendirme kartları oluşturulmuştur. Yaklaşımlar arasında yapılan kıyaslamalar sonucunda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmüştür. Bu farklılıklar değerlendirildiğinde, kümeleme analizinde genel olarak sorulara verilen yanıtlara göre düşük, orta, yüksek ve çok yüksek olarak kümelerin oluştuğu ve buna göre SCOR değerlendirmelerinin yapıldığı görülmektedir. Ağırlıklandırma yaklaşımı ise ağırlıklara göre kriterleri ağırlıklandırdığından SCOR değerlendirmeleri değişmektedir. Ağırlıklandırma yaklaşımı ile farklı tedarik zincirlerine uygulanabilir bir yaklaşım ortaya konulurken, kümeleme yaklaşımı ile tedarikçi sayısının çok olduğu örnekler için kullanılabilir bir yöntem sunulmuştur.

Gelecek çalışmalarda farklı firmalar için uygulamalar ele alınabilir ve verilerin merkezi veri sistemlerinden alınarak oluşturulacak bir uzman sistem yazılımına dönüşüm sağlanabilir. Bununla birlikte, farklı ölçütler ve sektöre özgü değerlendirme gibi durumlar için de SCOR modeli ve önerilen yaklaşımlar uygulanabilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Maestrini V., Luzzini D., Maccarrone P., Caniato F, Supply chain performance measurement systems: A systematic review and research agenda, *International Journal of Production Economics*, 183, 299-315, 2017.
2. İç Y.T., Tekin M., Pamukoğlu F.Z., Yıldırım S.E., Development of a financial Performance Benchmarking model for corporate firms, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 30 (1), 71-85, 2015.
3. Ghalayini A.M. ve Noble J.S., The Changing Basis of Performance Measurement, *International Journal of Operations & Production Management*, 16 (8), 63-80, 1996.
4. Çalık A., Bulanık Çok-Amaçlı Doğrusal Programlama ve Aralık Tip-2 Bulanık AHP Yöntemi ile Yeşil Tedarikçi Seçimi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 39, 96-109, 2018.
5. Yıldız O., Dağdeviren M., Çetinyokuş T., A decision support system to evaluate employee performance and its application, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 23 (1), 239-248, 2008.
6. Bourne M., Milss J., Wilcox M., Neely A., Platts K., Designing, Implementing and Updating Performance Measurement Systems, *International Journal of Operations & Production Management*, 20 (7), 754-771, 2000.
7. Lebas M.J., Performance Measurement and Performance Management, *International Journal of Production Economics*, 41 (1-3), 23-35, 1995.
8. Lockamy III A. ve McCormack K., Linking SCOR planning practices to supply chain performance: An exploratory study, *International journal of operations & production management*, 24 (12), 1192-1218, 2004.
9. Kocaoğlu B., Tedarik Zinciri Performansı Ölçümü İçin Stratejik ve Operasyonel Hedefleri Bütünleştiren SCOR Modeli Temelli Bir Yapı, *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*, 2009.
10. Huang S. H., Sheoran S. K., Keskar H., Computer-assisted supply chain configuration based on supply chain operations reference (SCOR) model, *Computers & Industrial Engineering*, 48 (2), 377-394, 2005.
11. Puffal D. P. ve Kuhn L. D., A Strategic Approach Of An Integrated Supply Chain Management Model And Scor Model Contributions, *Brazilian Journal of Management & Innovation*, 6(1), 142-165, 2018.
12. Ren C., Dong J., Ding H., Wang W., A SCOR-based framework for supply chain performance management, *2006 IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, Shanghai-China*, 1130-1135, June, 2006.
13. Ntabe E. N., Lebel L., Munson A. D., Santa-Eulalia L. A., A systematic literature review of the supply chain operations reference (SCOR) model application with special attention to environmental issues, *International Journal of Production Economics*, 169, 310-332, 2015.
14. Akkawuttiwanich, P., ve Yenradee, P., Fuzzy QFD approach for managing SCOR performance indicators, *Computers & Industrial Engineering*, 122, 189-201, 2018.
15. Ríos J. R., Duque D. F. M., Gómez J. C. O., Operational supply chain risk identification and prioritization from SCOR model, *Ingenieria y Universidad*, 23 (1), 1-20, 2019.
16. Lima-Junior F. R., ve Carpinetti L. C. R., Combining SCOR model and fuzzy TOPSIS for supplier evaluation and management, *International Journal of Production Economics*, 174, 128-141, 2016.
17. Edwards M. G., An Investigation into Establishing the Validity of the Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model within Aid and Development Initiatives, *Master Tezi, University of Wollongong Sydney Business School*, 2018.
18. Lima-Junior F. R., ve Carpinetti L. C. R., Predicting supply chain performance based on SCOR metrics and multilayer perceptron neural networks, *International Journal of Production Economics*, 212, 19-38, 2019.
19. Dissanayake C. K., ve Cross J. A., Systematic mechanism for identifying the relative impact of supply chain performance areas on the overall supply chain performance using SCOR model and SEM, *International Journal of Production Economics*, 201, 102-115, 2018.

20. Huan S. H., Sheoran S. K., Wang G., A review and analysis of supply chain operations reference (SCOR) model, *Supply Chain Management: An International Journal*, 9 (1), 23-29, 2004.
21. Sellitto M. A., Pereira G. M., Borchardt M., da Silva R. I., Viegas, C. V., A SCOR-based model for supply chain performance measurement: application in the footwear industry, *International Journal of Production Research*, 53 (16), 4917-4926, 2015.
22. Rezaei M., Shirazi M. A., Karimi B., A multi-objective SCOR-based decision alignment for supply chain performance management, *Scientia Iranica. Transaction E, Industrial Engineering*, 25 (5), 2807-2823, 2018.
23. Liu Y., Xu J., Xu M., Green Construction Supply Chain Performance Evaluation Based on BSC-SCOR, 15th International Conference on Service Systems and Service Management (ICSSSM), Zhejiang - China, 1, 6, 21-22 Temmuz 2018.
24. Zhou H., Benton Jr, W. C., Schilling D. A., Milligan G. W., Supply chain integration and the SCOR model, *Journal of Business Logistics*, 32 (4), 332-344, 2011.
25. Wang H., Su J., Cao H., The study on manufacturing suppliers performance evaluation and choice model, *International Technology Management Conference*, Dallas, TX, USA, 184:187, 25-27 Haziran 2012.
26. Sundarakani B., Abdul Razzak H., Manikandan S., Creating a competitive advantage in the global flight catering supply chain: a case study using SCOR model, *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21 (5), 481-501, 2018.
27. Ağar F., Tedarik Zinciri Yönetiminde SCOR Modeli, Tedarik Süreci Performans Değerlendirmesi ve SCORcard Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
28. Li L., Su Q., Chen X., Ensuring supply chain quality performance through applying the SCOR model, *International Journal of Production Research*, 49 (1), 33-57, 2011.
29. Çelik C. ve Kırıl G., Kümeleme yöntemiyle konut talebinin incelenmesi: Türkiye il grupları üzerine bir uygulama, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27 (1), 123-138, 2018.
30. Wagstaff K., Cardie C., Rogers S., Schrödl S., Constrained k-means clustering with background knowledge, Eighteenth International Conference on Machine Learning (ICML 2001), Williams College, Williamstown, MA, USA, 577:584, 28 Haziran – 1 Temmuz 2001.
31. Hançer E., Differential evolution based multiple kernel fuzzy clustering, *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 34 (3), 1281-1294, 2019.
32. Işık M., ve Çamurcu A. Y., K-means ve aşırı küresel c-means algoritmaları ile belge madenciliği, *Marmara Fen Bilimleri Dergisi* 22 (1), 1-18, 2010.
33. Lotfi F. H. ve Fallahnejad, R., Imprecise Shannon's entropy and multi attribute decision making, *Entropy*, 12 (1), 53-62, 2010.
34. Aytekin A., Karamaşa Ç., Erbaş Ç., BİST'te Faaliyet Gösteren Sigorta Şirketlerinin Finansal Performanslarının Bulanık Shannon Entropi Tabanlı Bulanık TOPSIS Yöntemiyle İncelenmesi, *Alphanumeric Journal*, 5 (1), 71-84, 2017.

