

Araştırma Makalesi/Research Article

**TEDARİKÇİLERİN ETKİNLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK ANALİTİK
HİYERARŞİ SÜRECİ VE VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMLERİNE DAYANAN
MODEL ÖNERİSİ VE BİR VAKA ÇALIŞMASI**

***ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AND DATA ENVELOPMENT ANALYSIS METHODS BASED
MODEL PROPOSAL FOR IMPROVING SUPPLIER EFFICIENCIES AND A CASE STUDY***

Semih COŞKUN

Dr. Öğr. Üyesi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, scoskun@pau.edu.tr,
<https://orcid.org/0000-0001-5201-6563>

Olca POLAT

Dr. Öğr. Üyesi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, opolat@pau.edu.tr,
<https://orcid.org/0000-0003-2642-0233>

Leyla ÖZGÜR POLAT

Öğr. Görevlisi, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, lozgur@pau.edu.tr,
<https://orcid.org/0000-0002-5143-359X>

Başvuru Tarihi/Application Date: 17.04.2018

Kabul Tarihi/Acceptance Date: 10.07.2018

DOI: 10.30798/makuiibf.415919

Öz

Daha hızlı veri iletişimine izin veren ve büyük veri üzerinde çalışmaya fırsat sağlayan bilgi sistemlerinin sürekli gelişimi ile birlikte, işletmelerin karar alma süreçlerinde analitik yaklaşımları uygulamaları daha mümkün hale gelmiştir. Bu gelişmeleri takiben, girdiler, çıktılar ve süreçlerin yönetiminde başarılı olabilmek için tedarikçi, işletme ve müşteri faktörlerini ele alan sistematik bir yaklaşım gereklidir. İşletmeler rekabetçi pazarda hayatta kalabilmek için, sadece kendi sistemlerini değil, tedarik zincirinin bütününe dikkate olarak kendilerini geliştirmek zorundadır. Tedarik zincirlerinin genel performansını etkileyen faktörler ile bu zincirlerdeki aktörlerin başarı kriterlerinin değerlendirilmesi, sürdürülebilirliğin bir parçası haline gelmiştir. Bu çalışma kapsamında tedarikçilerin Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yönteminden yararlanarak öz değerlendirmeleri yapılmış, bu tedarikçilerin etkinliklerinin belirlenmesi ve iyileştirilmesi için de Veri Zarflama Analizi (VZA) temelli bir karar modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model, tekstil endüstrisinde yer alan bir işletmenin tedarikçilerinin performanslarının değerlendirilmesine yönelik olarak uygulanmıştır. VZA yönteminden elde edilen bulgulara göre tedarikçilerin geliştirilmesine yönelik değerlendirmelerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Analitik Hiyerarşi Süreci, Veri Zarflama Analizi, Tekstil, Tedarikçi Değerlendirme

Abstract

With the continuous development of the information systems allowing faster data communication and providing an opportunity to work on big data, it is now more possible for enterprises to implement analytical approaches on decision-making processes. Following these advancements, a systematic approach that address supplier, enterprise, and customer factors to successfully deal with inputs, outputs and process management is required. To survive in competing markets, enterprises must improve themselves by considering not only their own system but also the entire supply chain. Factors affecting the overall performance of the supply chains and the evaluation of the success criteria of all actors have become a part of sustainability. In the content of this study, self-evaluation of suppliers made with the help of Analytic Hierarchy Process (AHP) and a decision model based on Data Envelopment Analysis (DEA) for improvement of suppliers' efficiencies has been developed. The proposed model has been applied to evaluate the performances of suppliers of an enterprise in the textile industry. According to the findings obtained from the DEA method, evaluations for the improvement of suppliers are presented.

Keywords: Supply Chain Management, Analytic Hierarchy Process, Data Envelopment Analysis, Textile, Supplier Evaluation

EXTENDED SUMMARY

Background

With the continuous development of the information systems allowing faster data communication and providing an opportunity to work on big data, it is now more possible for enterprises to implement analytical approaches on decision-making processes. Following these advancements, a systematic approach that address supplier, enterprise, and customer factors to successfully deal with inputs, outputs and process management is required. When the relevant literature is examined, it can be seen that the evaluation indexes for the determination of supplier activities are limited and the analytical models providing the quantitative implications for the continuous improvement of the suppliers are not sufficient.

Purpose

To survive in competing markets, enterprises must improve themselves by considering not only their own system but also the entire supply chain. Factors affecting the overall performance of the supply chains and the evaluation of the success criteria of all actors have become a part of sustainability. It is aimed to evaluate the suppliers' activities and to improve their performance in this study.

Method

In the content of this study, self-evaluation of suppliers made with the help of Analytic Hierarchy Process (AHP) and a decision model based on Data Envelopment Analysis (DEA) for improvement of suppliers' efficiencies has been developed. The proposed model has been applied to evaluate the performances of suppliers of an enterprise in the textile industry. In the study, AHP, DEA and the integrated model used in the study were introduced. In addition, the criteria specified by Delphi technique and the criteria weights determined by AHP are explained. In the application, the strengths and weaknesses of the 10 suppliers in the textile sector, which have systematically the same input-output values as competitors, have been evaluated through interviews with the company's authorities and quality managers. As a result of the evaluations, the supplier has been self-assessed in terms of the relevant criteria and the results reflect the level of importance that each supplier has given to the criteria and their current status. These evaluations are expressed numerically using the binary comparison matrices of AHP. The specified criteria weights correspond to the value of the relevant supplier for that criterion reflecting the current situation in the designed model. These weights have been assigned as coefficients to the common criteria set for suppliers in DEA.

Findings

According to the findings obtained from the DEA method, evaluations for the improvement of suppliers are presented. As a result of examining the suppliers, it has been determined that 7 suppliers from 10 suppliers are relatively active according to CRR model in DEA. The results of DEA show that inefficient suppliers do not use input and output factors well. For example, a large majority of suppliers should improve the "logistic situation" criterion weight. It may also be advisable to make the necessary improvements in the input quantities taking into account the output quantities.

Conclusions

In the supplier evaluation process, businesses should be concerned with bringing them into an active state by focusing on suppliers with the lowest efficiency. In case the success of the activation process can not be achieved, it would be appropriate to take the new suppliers into the evaluation process. In the future studies of this study, it is aimed to expand the pool of suppliers' evaluation criteria included in the model to ensure harmonization with modern sustainability criteria.

GİRİŞ

Rekabette avantaj elde edebilmek için işletmelerin sürekli olarak kendilerini geliştirmeleri ve kendilerini etkileyen içsel ve dışsal faktörleri dikkate alarak yeni yatırımlar yapmaları gerekmektedir. Tedarik zinciri, hammaddenin temin edilmesi sürecinden başlayan, üretim sürecinde girdilerin ürüne dönüştürülmesi ve müşterilere ulaştırılması faaliyetlerine uzanan, lojistik süreçler ile ürünün geri dönüşümünü de kapsayan bir bütündür.

Tedarik zincirlerinin genel performansını etkileyen faktörler ile bu zincirlerdeki aktörlerin başarı kriterlerinin değerlendirilmesi, sürdürülebilirlik için kritik önem taşımaktadır. İşletmeler, global tedarik zincirlerinde tercih edilen bir aktör olmak, bu konunun sürdürülebilirliğini sağlamak adına çok sayıda unsurla karşı karşıya kalmaktadır. Bu unsurların başında gelen ürün fiyatı ve kalitesi ile birlikte, kurumsal kaliteye öncelik vermek, yasal uygunluk, uluslararası sosyal uygunluk şartlarını sağlamak ve ilgili uygulamalarda ekonomik, sosyal ve çevresel alanlarda sürdürülebilir olmak gelmektedir.

Tedarikçiler seçilirken, etkinlik seviyelerinin belirlenmesinde sistem değerlendirilmesi iki aşamada gerçekleştirilebilir. Bu aşamalardan birincisi sürdürülebilirlik seviyesini belirlemeye yönelik düzenlenmiş değerlendirme ölçeğinin tedarikçiler tarafından öz değerlendirilme şeklinde uygulanması ile gerçekleşirken ikincisi ise tedarikçi saha denetimleri ve değerlendirmeleri ile yapılan doğrulamalar şeklinde gerçekleşir (Coşkun vd., 2015). Bu değerlendirmeler sonucunda sistem güvenilirliği üst düzeyde bulunan işletmeler, doğrudan çalışılabilir tedarikçiler listesine eklenir. Sisteminde eksiklikler bulunan işletmeler ise; çalışılabilir, istenilen şartları yerine getirmesi durumunda çalışılabilir ya da çalışamaz tedarikçiler olarak belirlenir.

Tedarikçi ilişkilerinin etkinliğinin artırılmasında tedarikçi seçimleri öncelikli konu olarak yerini korumaktadır. Tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler, sürdürülebilir bir tedarikçi ilişkisinin kurulabilmesi için gösterge niteliğindedir. Günümüzde yeni tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesinin yanı sıra daha önceden seçilen tedarikçilerle etkileşimin sürdürülmesi, giderek zorlaşan bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu kapsamda uluslararası satın alıcı firmaların var olan tedarikçilerinin etkinliklerini değerlendirmek ve onların performanslarını artırmak için farklı analitik yöntemler kullanmaları giderek önem kazanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında firmaların var olan tedarikçilerinin etkinliklerinin değerlendirilmesi ve performanslarının geliştirilmesi için AHP ve VZA temelli bir karar modeli oluşturularak bu alandaki çalışmalara katkı sağlanması hedeflenmiştir. Çalışmada AHP, VZA ve çalışma kapsamında kullanılan bütünlük model tanıtılmıştır, Delphi tekniği ile belirlenen kriterler ve AHP ile belirlenen kriter ağırlıklarının detayları açıklanmıştır. Sonrasında ise yapılan uygulama kapsamında elde edilen bulgulara ve bu bulgular doğrultusundaki önerilere yer verilmiş ve modele ilişkin genel değerlendirmelerde bulunularak gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Tedarikçi seçim ve performans değerlendirme ile ilgili literatürde birçok çalışma yer almaktadır. Monczka ve Trecha (1988), elektronik firmaları için maliyet tabanlı tedarikçi performans değerlendirme sistemini tartışmış ve sistemin satın almada al-sat ilişkisi ile mantığını anlatmışlardır. Li vd. (1997) tedarikçi performans değerlendirmesinde satıcı performans endeksindeki eksikliklerin giderilmesi adına sezgisel olarak makul ağırlıklı ortalamadaki tüm performans kriterlerinin toplamı olan yeni bir endeks önerisinde bulunmuşlardır. Bu endekse SUR adını vererek nitel kriterlerin değerlendirilmesinde tek yönlü değerlendirme yerine iki yönlü değerlendirme ile bulanık küme yöntemi yardımıyla nitel ve nicel kriterlerin değerlendirilmesini yapmış ve uygulamayı iki örnek üzerinden anlatmışlardır. Dağdeviren vd. (2006) bir işletme için tedarikçileri, üretim kapasitesi, karlılık oranı, coğrafi konum, miktar performansı, tedarikçi geliştirme programına uyum, teslimat, kalite, fiyat, ve paketleme faktörlerini kullanarak Analitik Ağ Süreci ile değerlendirmişlerdir. Sarkar ve Mohapatra (2006), tedarikçi azaltım sürecini performans ve yeterlilik olarak iki boyut üzerinden bulanık küme uygulaması ile değerlendirerek varsayımsal bir örnek üzerinden

çözüm gerçekleştirmişlerdir. Karar vericilere beklentilerini karşılayacak en uygun tedarikçilerin belirlenebilmesi için bulanık sıralama metodu geliştirmişlerdir. Aksoy ve Öztürk (2011) tam zamanında üretim yapan üreticiler için sinir ağı bazlı tedarikçi seçimi ve tedarikçi performans değerlendirme sistemlerini ele almışlardır. Önerilen sinir ağı tabanlı sistemler, bir otomotiv fabrikasından alınan verilerle test edilmiş ve sonuçlar, önerilen sistemlerin etkin bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. Kalite, fiyat, taşıma için lokasyon ve tam zamanında üretim teslim performansı kriterlerini dikkate almışlardır. Görener vd. (2017) çalışmalarında tedarikçilerin kalite ve teslimat sürelerine ilişkin sıkı toleransları takip etmek zorunda oldukları havacılık endüstrisinde tedarikçi performans değerlendirme problemini ele almak için üç aşamalı bir hibrit yaklaşım önermişlerdir. Yazarlar Aralıklı Tip-2 Bulanık-AHP ile kriterlerin önem derecelerini Türk Hava Yolları'nın bir yan kuruluşu için belirleyerek Aralıklı Tip-2 Bulanık-TOPSIS yöntemi ile tedarikçilerin performans değerlendirmelerini gerçekleştirmişlerdir. Fırat vd. (2017) 6 Sigmada kullanılan Tanımlama-Ölçme-Analiz-İyileştirme- Kontrol metodolojisi ile tedarikçi performans değerlendirme sürecini ele almışlardır. Çalışmada, değerlendirme kriterleri bir merkezi hizmet şirketi içinde beyin fırtınası ve toplantılar aracılığıyla tanımlanmış, daha sonra Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ile ağırlıklandırılarak Kano Modeline göre kategorize edilmiştir.

Literatürde yer alan tedarikçi etkinlik ile çalışmaları incelediğimizde; Wu (2010) küresel bir pazardaki tedarikçilerin seçimi ve performanslarının değerlendirilmesinde, tedarikçi performansı için özel çeşitli kriterler, risk ve belirsizlik ile çapraz seviyadaki siyasi, yasal, ekonomik, sosyo-kültürel ve teknolojik özellikler olarak karşılaşılan üç engele karşı stokastik bir verimlilik analizi modeli geliştirmiştir. Çalışmada, stokastik veri zarflama analizi (VZA) kullanılarak farklı çevresel faktörler tedarikçi değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Kim vd. (2016), tedarikçinin bakış açısıyla tedarik zincirinde kalite ve verimliliği etkileyen yönlerin ampirik analizini yapmışlardır. Veri zarflama analizi yoluyla alıcıların ve tedarikçilerin etkinliklerini gruplamış ve matristeki veri sonuçlarını sınıflandırarak etkilerini incelemek adına istatistiksel analiz yapmışlardır. Chen ve Deng (2015) çalışmalarında, üretici ve tedarikçi arasındaki bilgi paylaşımı ve tedarikçinin üretimi özel olarak incelemesine olanak sağlanması ile ekonomik sonuçları araştıran dinamik ters seçim modeli geliştirmişlerdir. Bilgi paylaşımı ile tedarikçinin üretim miktarında net olarak artış sağlandığı ancak bazen yukarı yönlü bir bozulmanın eninde sonunda tedarik zincirine zarar verdiği sonucuna ulaşmışlardır.

Literatürdeki veri zarflama analizi ile tedarikçi değerlendirme çalışmaları incelendiğinde ise, Liu vd. (2000)'nin bir imalat firmasının tedarikçilerinin genel performanslarını değerlendirmede VZA kullandığı görülmektedir. Çalışmada, VZA için girdi çıktı değişkenleri seçimi yapılarak basitleştirilmiş VZA ile bir vaka üzerinden uygulama gerçekleştirilmiştir. Narasimhan vd. (2001) tedarikçi performansını iyileştiren, tedarikçi geliştirme programları için kaynakların en uygun şekilde tahsis edilmesini sağlayan ve tedarikçi ağını performansa dayalı olarak yeniden yapılandırma yöneticilere yardımcı olan tedarikçi süreçlerinin iyileştirilmesine yardımcı olmak adına VZA'ya dayalı bir metodoloji geliştirmişlerdir. Çelebi ve Bayraktar (2008) maliyet, kalite, teslim ve servis ana başlıkları altındaki değerlendirme kriterlerinin tedarikçilerin değerlendirilmesi için sinir ağlarının ve veri zarflama analizinin bir entegrasyonunu araştırmışlardır. Sinir ağ sistemlerinden elde edilen sonuçların güven ölçümlerini hesaplamak için bir kabul edilebilirlik indeksi önermişlerdir. Ayrıca, veri zarflama analizi için sinir ağlarının bir veri toplama yöntemi olarak kullanıldığı literatürdeki ilk çalışmadır. Costantino vd. (2012) çalışmalarında, tedarik zincirinin satın alma işlevinde tedarikçilerin değerlendirmesini dikkate almaktadır. Etkinlik/Verimlilik Veri Zarflama Analizi tekniğini ve bulanık mantık çerçevesini bütünleştiren tedarikçilerin optimum seçimi için bir yöntem önerilmiştir. Gökçalp ve Soylu (2012) büyük ölçekli bir mobilya işletmesi için yarı mamul alımında yaşadığı sıkıntıları bertaraf etmek için farklı değerlendirme kriterlerine göre tedarikçi seçim problemini ele alınmışlardır. Kriter ağırlıklandırma Analitik Ağ Süreci (ANP) yöntemini, tedarikçi puanlandırmada ise PrometheeII ve PrometheeII+Tch yöntemlerini kullanmışlardır. Awasthi vd. (2014) tedarikçi kalite değerlendirmesi için bulanık veri zarflama analizi yaklaşımına dayalı çok adımlı bir yaklaşım sunmaktadırlar. Çalışmada, tedarikçi performans değerlendirmesi için kriterler, Delphi tekniği kullanılarak elde edilmiş ve kriterler ile

aralarındaki tercihli ilişkiler için ise AHP yöntemi kullanılmıştır. Tezsürücü ve Sofyalıoğlu (2015) Türkiye’de beyaz eşya sektöründe faaliyet gösteren bir firma için tedarikçilerinin performanslarının ölçülmesi ve değerlendirilmesinde kriterlerin önem düzeylerini AHP yardımıyla belirlemiş ve tedarikçi performans puanlamada ise VZA tekniğini kullanmışlardır. Dotoli vd. (2016) veri zarflama analizi tekniğine dayalı olarak belirsizlik altında tedarikçilerin optimum seçimine yönelik bir yöntem önermektedirler. Özellikle, çapraz etkili VZA yöntemini, Monte Carlo simülasyonuna dayanan istatistiksel bir model ile genişletmektedirler. Patro (2016) bir firma için kalite, fiyat, teslim, maliyet azaltma performansı ve servis kriterlerine göre tedarikçi performans ve etkinlik değerlendirmesini veri zarflama analizi ile gerçekleştirmiştir. Tavana vd. (2017) sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilir tedarikçileri sıralamak için yeni bir öngörü paradigması sunmaktadırlar. Model, karar verme birimlerindeki tedarikçilerin gelecekteki verimliliğini belirlemek için hedef programlamayı ve dinamik veri zarflama analizini entegre ve kusursuz bir paradigmada birleştirmektedir.

Literatürde AHP ve VZA yöntemlerini birlikte kullanan çalışmalar da yer almaktadır. Mecit ve İhsan (2010) VZA, karar verme birimlerinin her bir girdi ve çıktısına aynı önemi verdiğinden bazı durumlarda gerçekçi sonuçlar üretmemesi sorununu engellemek adına uzman görüşünü temel alan AHP’den yararlanarak, bir ağırlık kısıtlaması modelini bir üniversitenin bölümlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanmışlardır. Ağırlık kısıtlamalı ve daha homojen bir ağırlık dağıtımı sağlamak amacıyla; girdi/çıktı ağırlıklarını, AHP yöntemi yardımıyla kısıtlayan iki modelin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Öztürk ve Girginer (2015) İstanbul Sanayi Odası (İSO) 500 listesinde yer alan tekstil ve hazır giyim firmalarının ihracat etkinliklerinin değerlendirilmesinde VZA ve AHP yöntemlerini kullanmışlardır. Onlar VZA ile etkin firmaları belirleyerek, etkin firmaların etkinliklerinde önemli olan faktörleri ise AHP yöntemi ile belirlemişlerdir. Çağlar ve Öztaş (2016) Türkiye’deki hayat dışı sigorta şirketlerinin finansal yeterliliklerinin ölçülmesinde VZA ve AHP yöntemlerine dayalı oran analizi yaklaşımı performans değerlendirmesi gerçekleştirmişlerdir. VZA modelinde yer alan oranlar için birinci ağırlık kümesi olarak minimum etkinlik kaybı ile çıktı oranlarının ağırlıkları, ikinci ağırlık kümesi ise maksimum etkinlik kaybı ile AHP kullanılarak uzman görüşü ile elde edilen öncelikli ağırlıkları kullanmışlardır. Çalışmada her bir şirketin birinci ağırlık kümesinin, ikinci ağırlık kümesine göre yakınlığına göre firmaların finansal oranlarına ilişkin performansları karşılaştırılmıştır. Genel olarak literatürde iki yöntemin karşılaştırma yapmada veya yöntemlerdeki gerçekliği arttırmak adına birlikte kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca literatürde bu iki yöntemin bir arada kullanılması ile geliştirilen Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi (VZAHP) yönteminin kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur (Eroğlu & Lorcu, 2007; Gemici, 2009).

Tedarikçi seçimlerinde kriterlerin belirlenmesine yönelik literatürde çok sayıda farklı çalışmaya rastlanmaktadır. Literatürde tedarikçi seçiminde yaygın olarak uygulanan çok kriterli karar verme yaklaşımlarına örnek olarak Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Analitik Ağ Prosesi (ANP), Vaka-Tabanlı Muhakeme, Veri Zarflama Analizi (VZA), Bulanık Küme Teorisi, Genetik Algoritmalar, SMART, TOPSIS, ELECTRE ve PROMETHEE verilebilir. Bu kapsamda son yıllarda yapılmış kapsamlı literatür taramalarına De Boer vd. (2001), Ho vd. (2010) ve Govindan vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalardan ulaşılabilir.

İlgili literatür incelendiğinde tedarikçi etkinliklerinin belirlenmesine yönelik değerlendirme indekslerinin kısıtlı sayıda olsa dahi var olduğu ancak tedarikçilerin kendilerini sürekli geliştirmelerine yönelik sayısal çıkarımlar sağlayan analitik modellerin yeterli düzeyde olmadığı görülebilmektedir.

2. METODOLOJİ

Çok kriterli karar verme teknikleri arasında en fazla tercih edilen yöntemlerden biri olan AHP L. Saaty tarafından 1970’li yılların sonlarına doğru bir model olarak geliştirilmiştir (Yaldır & Özgür Polat, 2016). AHP, problemdeki seçim kriterleri ve seçenekleri ikili karşılaştırmalarla çözen mantıksal bir süreçtir. Süreç, kriterlerin ve seçeneklerin belirlenerek hiyerarşinin oluşturulması, ikili karşılaştırmalı değerlendirme

ve önceliklerin hesaplanması şeklinde üç aşamadan oluşmaktadır. İkili karşılaştırmalı değerlendirilmede Saaty (1990) tarafından geliştirilen Tablo 1'deki ölçek tablosu kullanılmaktadır.

Tablo 1. İkili Karşılaştırmalarda Kullanılan Ölçek Tablosu (Saaty, 1990)

Önem Derecesi	Önem Tanımı
1	Eşit Önem
3	Biraz Önemli
5	Fazla Önemli
7	Çok Fazla Önemli
9	Son Derece Önemli
2,4,6,8	Ara Önem Dereceleri

Tablo yardımı ile kriterler karar vericilerin önceliklerine göre ikili olarak değerlendirilmekte ve hesaplamalar sonrasında ağırlıklandırılmaktadır. Yöntemde, karar vericilerin görüşlerinin tutarlılığı sonuçların güvenilirliğinde önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle AHP'de tutarlılığı ölçmek adına Tutarlılık Oranı (CR) ile bulunan öncelik vektörü hesaplanmaktadır. CR değerinin 0,10'dan küçük olması karşılaştırmaların tutarlı olduğunu göstermektedir. Büyük olması durumu ise hesaplama hatasının varlığını veya karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını göstermektedir. Bu durumda karşılaştırmaların ve hesaplamaların yeniden yapılması gerekmektedir.

VZA, çok sayıdaki girdiyi çok sayıdaki çıktıya dönüştüren Karar Verme Birimi (KVB) olarak adlandırılan benzer birimlerin performanslarını değerlendirmede kullanılan matematiksel programlama temelli bir yaklaşımdır (Charnes vd., 1978; Cooper vd., 2011). VZA, uygulama esnekliği ve sınırlayıcı nitelikte öncül varsayımlar yapılmasını gerektirmeyen yapısı sebebiyle, performans değerlendirilmesi konusundaki çalışmalarda yaygın olarak kullanılan, homojen yapıdaki KVB'lerin birbirleri ile göreceli olarak etkinlik değerlerini 0-1 arasında hesaplayan bir etkinlik ölçüm tekniğidir. Amaç fonksiyonunun değeri 1'e eşit olan KVB'ler etkin, 1'den küçük olan KVB'ler ise etkin olmayan olarak belirlenmektedir. KVB'lerin girdi ve çıktı değişkenlerinin ağırlıkları hesaplanır ve en iyi performansa sahip KVB ile karşılaştırılır. Bu nedenle VZA kapsamında elde edilen etkinliklerden göreceli etkinlik olarak bahsedilmektedir.

VZA üç temel aşamada uygulanmaktadır. Bu aşamalar; analize girecek KVB'lerin seçilmesi, etkinliklerinin hesaplanması için uygun girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesi, KVB'lerin etkinlik sonuçlarının değerlendirilmesidir. Literatürde VZA'da en çok kullanılan modeller arasında Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR), ölçeğe göre sabit getiri (CRS-Constant Returns to Scale) ve ölçeğe göre değişken getiri (VRS-Variable Returns to Scale) gibi farklı girdi veya çıktı temelli modeller yer almaktadır.

Bu yöntemler arasından CCR, VZA'de yer alan oran yapısını, çıktıların girdilere oranı şeklinde her KVB için bir bağıl etkinlik ölçütü elde edilmesi için kullanılmaktadır. Bu nedenle, CCR, çok çıktı ve çok girdi parametresinin bulunması durumunda, bu çıktıları ve girdileri sanal bir çıktı ve girdiye indirgemekte, böylece çarpanların fonksiyonu olan yeni bir etkinlik ölçütünün elde edilmesini sağlamaktadır. Bu özellikleri nedeni ile çalışma kapsamındaki tedarikçilerin etkinliklerinin değerlendirilmesinde, uygulama sonuçlarında çıktıların sabit tutularak girdi parametrelerine ilişkin iyileştirme önerileri sunmaya imkan sağlaması nedeni ile girdi yönelimli CCR modeli kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan girdi yönelimli CCR modelinin doğrusal modeli aşağıda verilmiştir.

İndisler

j	KVB indisi
i	girdi indisi
r	çıktı indisi

Parametreler

x_{ij}	j . KVB için kullanılan i . girdi miktarı
y_{rj}	j . KVB için üretilen r . çıktı miktarı

Karar değişkenleri

v_i	i . girdi ağırlığı
μ_r	r . çıktı ağırlığı

Amaç fonksiyonu

$$\text{Maks } Z = \sum_{r=1}^s \mu_r y_{r0} \quad (1)$$

k.a.

$$\sum_{r=1}^s \mu_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1 \quad (3)$$

$$\mu_r, v_i \geq \varepsilon > 0 \quad r = 1, \dots, s \quad i = 1, \dots, m \quad (4)$$

VZA, özgün modele göre daha az matematiksel işlem gerektirdiğinden ve karar süreçlerinde önemli bilgiler içerdiğinden dolayı daha çok özgün (primal) modelin ikizi (dual) kullanılmaktadır. Girdi yönelimli CCR modelinin doğrusal modelin ikizi aşağıda verilmiştir.

Amaç fonksiyonu

$$\text{min } Q - \varepsilon (\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+) \quad (5)$$

k.a.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^- = x_{i0} \quad i = 1, \dots, m \quad (6)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ = y_{r0} \quad r = 1, \dots, s \quad (7)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad (8)$$

VZA'da, bir KVB'nin, görece etkin olduğunu söyleyebilmek için, amaç fonksiyonunun $Q=1$ ve aylak değişkenlerin $s_i^- = 0$ ve $s_r^+ = 0$ durumlarını birlikte sağlanması gerekmektedir. CCR modelinin detaylarına Charnes vd. (1978) ve Cooper vd. (2011)'in çalışmalarından ulaşılabilir.

3. UYGULAMA

Tedarik zinciri yönetiminin önemli bir süreci oluşturduğu alanlardan biri de tekstil sektörüdür. Global nitelik kazanan tekstil sektöründe tedarik zincirlerindeki birimlerin sürdürülebilir rekabet avantajlarını korumaları için etkin tedarikçi etkileşiminin sağlanması gerekmektedir. Bu kapsamda, çalışmanın bu bölümünde, tekstil tedarik zincirlerinde tedarikçi performansının değerlendirilmesine ve geliştirilmesine yönelik bir uygulamaya yer verilmektedir. Öncelikle kullanılacak veri seti belirlenmiş ve

verilerin değerlendirilmesinde kullanılacak Veri Zarflama Analizi (VZA) yöntemini esas alan model tanımlanmıştır.

Uygulama, tekstil sektöründe bulunan bir işletmenin 10 farklı tedarikçinin etkinliklerini değerlendirmesi sırasında uyguladığı kriterlerin analizi ile gerçekleştirilmiştir. Tedarikçilerin müşterilerine sağlayacağı tedarik hizmetinde göz önünde bulundurmaları gereken kriterlerin uygulanmasındaki etkinlikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

Performans kriteri olarak literatürde tekstil sektörü için en önemli kriterler olarak gösterilen, ürün kapasitesi, yönetim sistemi, ürün yelpazesi, lojistik pozisyon, finansal pozisyon, zamanında teslim performansı, ürün güvenliği koşulları, ürün kalite seviyesi, sipariş iptali, müşteri dönüş oranı, rekabetçi fiyatlandırma (Güngör & Coşkun, 2009) gibi kriterlerin arasından tedarikçi değerlendirmesinde kullanılacak kriterlere ilişkin uzman görüşleri delphi tekniği ile anketlerle alınarak karar verilmiştir.

VZA yöntemiyle tekstil sektöründeki tedarikçilerin, tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler konusundaki etkinlikleri inceleneceği için değerlendirecek olan birimler karar verme birimleri (KVB) olarak yer almaktadır. Tedarikçi seçiminde kullanılmak üzere “ürün çeşitliliği”, “lojistik durum” ve “üretim kapasitesi”, “ürün kalitesi” ve “zamanında teslimat” öncelikli performans kriterleri olarak seçilmiştir. Bu kriterleri VZA modelinde uygulamak için girdiler ve çıktılar olarak belirlemek gerekmektedir.

Ürün Çeşitliliği (X1): İşletmenin tedarikçi tarafından elde edeceği, üretimini gerçekleştireceği ürünlerin çeşitliliğidir. Ürün çeşitliliği girdi kriteri olarak modelde yer almaktadır.

Lojistik Durum (X2): Lojistik konumu, uygun fiyat ve kalite sağlama yanında zamanlama, taşıma ve depolama maliyetlerini optimize etmek için kullanılan bir kriter olduğu için girdi olarak kullanılmaktadır.

Üretim Kapasitesi (X3): Müşteri siparişleri için ayrılacak üretim kapasitesi miktarı önemli bir faktördür. Her bir işletmenin tedarikçi seçiminde kullanılan üretim kapasitesi kriteri ile ilgili ağırlığı saptanarak girdi olarak elde edilmiştir.

Ürün Kalitesi (Y1): Global perakendeciler ve müşteriler tarafından tanımlanan, ürünlerin fiyat-kalite düzeyinde tutarlılık sağlamak için önemlidir. İşletmelerin üretimini gerçekleştirip, alıcılara ulaştıracakları ürünlerin kalite seviyesinin yüksek olması istenir. Uygulama sonucunda ürün kalite seviyesinin bir çıktı olarak artırılması sağlanmaya çalışılacaktır.

Zamanında Teslimat (Y2): Tedarikçilerin, tedarik zinciri süreçlerinin zamanında ilerlemesi için ürünleri zamanında teslim etmeleri gerekir. Üretim sürecini aksatmamaları için zamanında teslimat kriterine yeterli önemi göstermeleri, bu konudaki etkinliklerini yükseltmeleri gerekir.

VZA'nın sonucu olarak, girdi değerlerinde mümkün olduğu kadar küçük, çıktı değerlerinde mümkün olduğu kadar büyük değerler elde edilmesi istenmektedir. Literatürde KVB sayısının belirlenmesine yönelik farklı yaklaşımlar yer almaktadır. Seçilen girdi sayısı m , çıktı sayısı da p olduğu durumda KVB sayısını; Golany ve Roll (1989) $2*(m+p)$, Bowlin (1998) $3*(m+p)$ ve Dyson vd. (2001) $2*m*p$ formülü ile bulunmasını önermektedir. Ayrıca literatürde $m+p+1$ formülünü öneren farklı yayınlar da bulunmaktadır (Özer vd., 2010). Bu çalışmada KVB sayısının belirlenmesi için Golany ve Roll (1989) tarafından önerilen yaklaşım kullanılmış ve KVB sayısı 10 olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda uygulamada, tekstil sektöründe faaliyet gösteren, sistemsel olarak aynı girdi-çıkıtı karmalarına sahip olan, rakip niteliğindeki 10 adet tedarikçinin belirlenen değerlendirme kriterleri doğrultusunda güçlü ve zayıf yanları ilgili yetkililer ve kalite sorumluları ile yapılan görüşmelerde değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler ile tedarikçinin ilgili kriterler açısından öz değerlendirmesi gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar her tedarikçinin mevcut durumunu, kriterlere verdikleri önem derecesini yansıtmaktadır. Bu değerlendirmeler Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ikili karşılaştırma matrislerinden yararlanılarak sayısal olarak ifade edilmiştir. Buna göre S1 tedarikçisi için ikili karşılaştırma matrisi ve hesaplanan ağırlık sonuçları Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. S1 Tedarikçisi için İkili Karşılaştırma Matrisi

S1	X1	X2	X3	Y1	Y2	W
X1	1	(3) ⁻¹	1	(4) ⁻¹	1	0,112
X2	3	1	4	3	2	0,382
X3	1	(4) ⁻¹	1	(4) ⁻¹	(2) ⁻¹	0,085
Y1	4	(3) ⁻¹	4	1	(2) ⁻¹	0,225
Y2	1	(2) ⁻¹	2	2	1	0,196

S1 tedarikçisi için hesaplanan CR değeri 0,097 olup diğer tedarikçiler için hesaplanan CR değerlerinin 0,10'dan düşük olması nedeni ile değerlerin tutarlı olduğu söylenebilmektedir.

Belirlenen kriter ağırlıkları, tasarlanan modelde ilgili tedarikçinin o kriter için mevcut durumunu yansıtan değerine karşılık gelmektedir. Bu ağırlıklar VZA'da tedarikçiler için belirlenen ortak kriterlere katsayılar olarak atanmıştır.

Hesaplamalar sonucunda elde edilen ağırlıklar Tablo 3'te yer almaktadır. Tabloda yer alan tedarikçi işletmeler, "S" harfiyle 1'den 10'a kadar kodlanmıştır.

Tablo 3: Modelde Yer Alan İşletmelerin Girdi ve Çıktı Kriterleri ve Ağırlıkları

	X1	X2	X3	Y1	Y2
S1	0,112	0,382	0,085	0,225	0,196
S2	0,220	0,119	0,091	0,351	0,219
S3	0,060	0,119	0,224	0,378	0,218
S4	0,098	0,161	0,201	0,384	0,156
S5	0,130	0,177	0,211	0,280	0,202
S6	0,113	0,113	0,170	0,375	0,230
S7	0,108	0,116	0,346	0,212	0,218
S8	0,096	0,093	0,318	0,285	0,209
S9	0,147	0,148	0,156	0,238	0,265
S10	0,112	0,131	0,182	0,307	0,268

Yapılan çalışmada tedarikçi seçiminde dikkate alınan temel kriterler arasından seçilen girdi ve çıktı değerleri birlikte yorumlanarak, tedarikçi temsilcilerinin bu kriterlere verdikleri önem ve bunun mevcut durumlarına yansımaları değerlendirilmiştir. Birbiri ile ilişki ve etkileşim düzeyi yüksek olduğu görülen girdi ve çıktı kriterlerinin bu modelde birlikte yorumlanmasına değerlendirme grubu ile birlikte karar verilmiştir.

4. BULGULAR

Belirlenen girdi ve çıktılara ilişkin, girdi yönelimli, CCR VZA modeli ve DEAP v2.1 yazılımı kullanılarak elde edilen bulgulara bu bölümde yer verilmiştir.

Tablo 4'te, 10 tedarikçi firma için önerilen model kullanılarak hesaplanan etkinlik düzeyleri ve matematiksel model sonucunda elde edilen aylak değerler yer almaktadır.

Tablo 4: Tedarikçi Etkinlik Düzeyleri ve Aylak Değerleri

Tedarikçi	Etkinlik Değeri	Aylak Değer (X1)	Aylak Değer (X2)	Aylak Değer (X3)
S1	1	0	0	0
S2	1	0	0	0
S3	1	0	0	0
S4	0,965	0	0,039	0
S5	0,709	0	0	0
S6	1	0	0	0
S7	0,870	0	0	0,165
S8	1	0	0	0
S9	1	0	0	0
S10	1	0	0	0

Tablo 4'ten görüldüğü gibi, VZA analizi sonucunda, S1, S2, S3, S6, S8, S9 ve S10 etkin, S4, S5 ve S7 etkin olmayan işletmeler olarak tespit edilmiştir. Tablo 5'teki özet istatistiklerde görüldüğü gibi, işletmelerin, tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi ve uygulanması yönündeki etkinliği %95,4 olduğu gözlemlenmektedir. Bu da incelenen 10 işletmenin sunulan girdilerden %95'ini kullanarak aynı düzeyde çıktı elde edebileceğini göstermektedir.

Tablo 5: Tedarikçi etkinlik değerlerine dair özet istatistikler

Kriterler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Etkinlik Değerleri	0.954	0,095	0.709	1

Yapılan hesaplamalar doğrultusunda VZA tarafından etkin olmadığı tespit edilen KVB'lere ilişkin, etkinlik koşullarını sağlayan hedef değerlerinin belirlenmesi uygulama sonucunda sağlanmaktadır. Bu hedef değerlerden tedarikçilerin performanslarının sürekli geliştirilmesinde önemli bir çıkarım olarak yararlanılabilmektedir. Elde edilen hedef değerler aynı zamanda, tedarikçilerin etkinlik düzeyine ulaşmasını sağlayacak girdi-çıkı ilişkisini ortaya koymaktadır.

Etkin olmayan tedarikçiler için VZA ile elde edilen referans alınacak tedarikçiler ve referans ağırlıkları Tablo 6'da verilmektedir. Buna göre, S4 kodlu işletme S6 ve S3 kodlu işletmeleri, S5 kodlu işletme S3, S10, S6 ve S1 kodlu işletmeleri, S7 kodlu işletme ise S3 ve S10 kodlu işletmeleri referans almaktadır. Bu referans ağırlıkları, ilgili işletmenin etkinlik sınırına ulaşmasını sağlayan hedef girdi düzeylerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Tablo 6: Tedarikçi referans grup ve referans ağırlıkları

İşletme	1.	1.	2.	2.	3.	3.	4.	4.
	Referans	Referansın Ağırlığı	Referans	Referansın Ağırlığı	Referans	Referansın Ağırlığı	Referans	Referansın Ağırlığı
S1	<i>S1</i>	1						
S2	<i>S2</i>	1						
S3	<i>S3</i>	1						
S4	<i>S6</i>	0,655	<i>S3</i>	0,402				
S5	<i>S3</i>	0,253	<i>S10</i>	0,461	<i>S6</i>	0,332	<i>S1</i>	0,151
S6	<i>S6</i>	1						
S7	<i>S3</i>	0,138	<i>S10</i>	0,821				
S8	<i>S8</i>	1						
S9	<i>S9</i>	1						
S10	<i>S10</i>	1						

Tablo 7,8 ve 9'da etkin olmayan tedarikçiler için, orijinal girdi değerleri ve VZA analizi sonucunda ilgili tedarikçinin etkinlik sınırına ulaşmasını sağlayacak, hedef değer, radyal hareket değeri ve aylak hareket değeri verilmektedir. Diğer tedarikçiler etkinlik sınırında oldukları için, girdilerinin orijinal değerlerinden farklı, herhangi bir hedef değer almamaktadır. Aynı zamanda bu tedarikçiler için herhangi radyal veya aylak hareket öngörülmemiştir.

Tablo 7: S4 Kodlu Tedarikçi İçin VZA Sonuçları

Değişken	Orijinal Değer	Radyal Hareket	Aylak Hareket	Hedef Değer
Y1	0,384	0,014	0	0,397
Y2	0,156	0,006	0,077	0,238
X1	0,098	0	0	0,098
X2	0,161	0	-0,039	0,122
X3	0,201	0	0	0,201

Etkinlik sınırına oldukça yakın olmasına rağmen diğer tedarikçilere atama yapıldığı için S4 kodlu tedarikçi de tam etkinliğe ulaşamamıştır. Tam etkinliğe ulaşabilmesi için bu tedarikçide ürün kalitesi

kriterinin ağırlık değerini 0,384'ten 0,397'ye, zamanında teslimat kriterinin ağırlık değerinin 0,156'dan 0,225'e çıkarması ve lojistik durumu ile ilgili tedarikçi seçim kriteri ağırlığının da 0,161'den 0,122'ye düşürülmesi gerekmektedir. Ürün çeşitliliği ve üretim kapasitesi kriterlerinin ağırlıkları ile ilgili bir değişiklik yapılmasına gerek yoktur.

Tablo 8: S5 Kodlu Tedarikçi İçin VZA Sonuçları

Değişken	Orijinal Değer	Radyal Hareket	Aylak Hareket	Hedef Değer
Y1	0,280	0,115	0	0,395
Y2	0,202	0,083	0	0,285
X1	0,130	0	0	0,130
X2	0,177	0	0	0,177
X3	0,211	0	0	0,211

S5, 0.709 etkinlik düzeyinde ve etkinlik sınırında yer almayan bir işletmedir. Bu tedarikçi için, VZA sonucunda, çıktı değerleri için iyileştirme önerileri sunulmaktadır. İşletmenin etkinlik sınırına ulaşabilmesi için, ürünlerinin kalite ağırlık değerini Y1 kodlu “ürün kalitesi” çıktısını 0,115 birim artırarak, 0,395 seviyesine getirmelidir. Aynı doğrultuda işletme, “zamanında teslimat” kriterinin ağırlık değerini 0,083 birim arttırarak 0,285'e getirmesi gerekmektedir.

Tablo 9: S7 kodlu İşletme İçin VZA Sonuçları

Değişken	Orijinal Değer	Radyal Hareket	Aylak Hareket	Hedef Değer
Y1	0,212	0,032	0,061	0,304
Y2	0,218	0,032	0	0,250
X1	0,116	0	0	0,116
X2	0,108	0	0	0,108
X3	0,346	0	-0,165	0,181

S7 kodlu tedarikçi 0,138 etkinlik seviyesine sahiptir. Bu doğrultuda işletme, ürün kalitesi ve zamanında teslimat kriterlerinin ağırlık değerlerini 0,032 birim arttırdıktan sonra ürün kalitesi kriter ağırlığının tabloda görülen atıl değerini de ortadan kaldırarak, ürün kalitesi kriterinin ağırlık değerini 0,304 düzeyine, zamanında teslimat kriterinin ağırlık değerini 0,250 düzeyine çıkarmalıdır. Ayrıca üretim kapasitesi girdi kriterinin tablodaki atıl değerini ortadan kaldırarak ağırlık değerini 0,346'dan 0,181 düzeyine indirgemelidir. Tüm tedarikçilerin belirlenen hedeflere ulaşması durumunda, işletmelerin potansiyel kazanımları Tablo 10'da verilmektedir.

Tablo 10: Girdiye Yönelik VZA Sonucu Elde Edilen Gerçek ve Hedeflenen Değerler

		X1	X2	X3	Y1	Y2
S1	Gerçekleşen	0,112	0,382	0,09	0,221	0,195
	Hedef	0,112	0,382	0,09	0,221	0,195
	Potansiyel	%0,00	%0,00	%0,00	%0,00	%0,00
S2	Gerçekleşen	0,220	0,119	0,091	0,351	0,219
	Hedef	0,220	0,119	0,091	0,351	0,219
	Potansiyel	%0,00	%0,00	%0,00	%0,00	%0,00
S3	Gerçekleşen	0,060	0,119	0,224	0,378	0,218
	Hedef	0,060	0,119	0,224	0,378	0,218
	Potansiyel	%0,00	%0,00	%0,00	%0,00	%0,00
S4	Gerçekleşen	0,098	0,161	0,201	0,384	0,156
	Hedef	0,098	0,123	0,201	0,384	0,225
	Potansiyel	%0,00	%23,60	%0,00	%0,00	%30,70
S5	Gerçekleşen	0,130	0,177	0,211	0,280	0,202
	Hedef	0,101	0,137	0,164	0,331	0,202
	Potansiyel	%22,30	%22,60	%22,30	%15,40	%0,00
S6	Gerçekleşen	0,113	0,113	0,170	0,375	0,230
	Hedef	0,113	0,113	0,170	0,375	0,230
	Potansiyel	0,00%	%0,00	%0,00	%0,00	%0,00

Tablo 10'un devamı

		X1	X2	X3	Y1	Y2
S7	Gerçekleşen	0,108	0,116	0,346	0,212	0,218
	Hedef	0,116	0,108	0,181	0,304	0,250
	Potansiyel	-%7,40	%6,90	%47,70	%30,30	%12,80
S8	Gerçekleşen	0,096	0,093	0,318	0,285	0,209
	Hedef	0,093	0,096	0,318	0,285	0,209
	Potansiyel	%3,10	-%3,20	%0,00	%0,00	%0,00
S9	Gerçekleşen	0,148	0,148	0,156	0,238	0,265
	Hedef	0,148	0,147	0,156	0,283	0,265
	Potansiyel	%0,00	%0,70	%0,00	%15,90	%0,00
S10	Gerçekleşen	0,112	0,131	0,182	0,307	0,268
	Hedef	0,131	0,112	0,182	0,307	0,268
	Potansiyel	-%17,00	%14,50	%0,00	%0,00	%0,00

Tablo 10'dan da görüldüğü gibi S1, S2, S3 ve S6 kodlu tedarikçiler etkinlik sınırında bulunduğu için hedeflenen ağırlık değerleri ile gerçekleşen ağırlık değerleri arasında bir fark bulunmamaktadır.

Diğer taraftan S4 kodlu tedarikçi, belirlenmiş hedef değere ulaşması durumunda lojistik durum kriterinde %23,6, zamanında teslimat kriterinde %30,7 bir iyileşme elde edecektir. Diğer kriterlerde ise herhangi bir oranda iyileşme elde etmesi gerekmemektedir.

Tablo 10' da görüldüğü gibi S5 kodlu tedarikçi de etkin olmayan tedarikçilerden biridir. Tedarikçi, ilgili kriterler için belirlenmiş hedef değerlere ulaşması durumunda ürün çeşitliliği kriterinde %22,30, lojistik durum kriterinde %22,60, üretim kapasitesi kriterinde %22,30 ilerleme sağlayacaktır. Diğer yandan aynı zamanda çıktı olarak ele alınmış olan ürün kalitesi kriterinden de %15,40'lık bir iyileşme elde edilecektir. Elde edilen iyileştirmelerin işletme genelinde dağılımları ürün çeşitliliği, lojistik durum ve üretim kapasitesi kriterlerinde %27, ürün kalitesi kriterinde %19'luk bir paya sahiptir.

S7 kodlu tedarikçide ilgili kriterler için belirlenmiş hedef değerlere ulaşması durumunda, lojistik durum kriterinde %6,9'luk, üretim kapasitesi kriterinde %47,7'lik, ürün kalitesi kriterinde %30,3'lük, son olarak zamanında teslimat kriterinde %12,8'lik bir iyileşme elde edilecektir.

VZA sonucuna göre etkinlik düzeyinde bulunan S8 kodlu işletmede de bir takım iyileştirmelere yer verilmesi gerekmektedir. Bu iyileştirmeler girdi olarak kullanılan ürün çeşitliliği kriterinde %3,1 oranındadır. S8 kodlu işletmede olduğu gibi S9 da VZA sonucunda etkin işletmeler arasında yer alırsa rağmen lojistik durum ve ürün kalitesi kriterlerinde iyileştirmelere gereksinim duyulmaktadır. Bu iyileştirmeler lojistik durum kriterinde %0,7 gibi küçük bir oranda, ürün kalitesi kriterinde %15,9 oranında gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Benzer şekilde S10 işletmesinde de lojistik durum kriterinde %14,5 oranında hedeflenen iyileştirmeler yapılması gerekmektedir.

Sonuç olarak, işletmelerin kriterler bazında toplam gelişimleri incelendiğinde belirlenmiş hedef değerlere ulaşmaları durumunda ürün çeşitliliğinden %0,43, lojistik durum kriterinden %27, üretim kapasitesi kriterinden %29, Ürün kalitesi kriterinden %26 ve son olarak zamanında teslimat kriterinden ise %18'lik bir iyileşme elde edilmiş olacaktır.

SONUÇ

Tedarik zincirlerinde başarı, sürdürülebilirlik tabanlı yönetim anlayışı ile sağlanabilmektedir. Sürdürülebilirlik için temel gereksinim olan, başta müşteriler olmak üzere tüm iç ve dış paydaşlara odaklılık, işletmelerin tüm süreçlerinde paydaş gereksinim ve beklentilerini karşılamak amaçlı çalışmayı gerektirmektedir. Bu yaklaşım, tedarikçi, üretici, müşteri bütünleşmesi ile güçlü bir rekabet avantajına dönüşecektir. Bu gelişmelerin sonucu olarak tedarik zinciri yönetiminin önemi her geçen gün artmıştır. Son yıllarda nitelikli tedarikçiler ile çalışmanın, üretimle ilişkili direkt ve dolaylı maliyetleri indirgemedeki önemli

etkisinin fark edilmesi üzerine, tedarikçi seçimi ve tedarikçilerin etkinliklerinin değerlendirilmesi konusu, tedarik zinciri yönetimi kapsamında daha da büyük önem kazanmıştır.

Tedarikçilerinin etkinliklerinin değerlendirilmesi için objektif sonuçların elde edilebileceği analitik modellerin tasarlanarak uygulanması gereklilik haline gelmiştir. Bu tespitler doğrultusunda çalışmada Veri Zarflama Analizi (VZA) temelli bir karar modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model, tekstil sektöründe yer alan bir işletmenin tedarikçilerinin performanslarının değerlendirilmesine yönelik olarak uygulanmıştır. Sonuç olarak, VZA yönteminden elde edilen bulgular doğrultusunda tedarikçilerin geliştirilmesine yönelik değerlendirmelerde bulunulmuştur. Aynı zamanda çalışmada tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler konusunda tedarikçilerin ne kadar etkin oldukları belirlenmeye çalışılmıştır.

Uygulama alanı olarak tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir üretici işletme seçilmiştir. Ele alınan bu işletmenin tedarikçi seçimi sırasında uyguladığı kriterler doğrultusunda 10 farklı tedarikçisinin ne ölçüde etkin oldukları belirlenmiştir. Tedarikçilerin incelenmesi ile elde edilen veriler sonucunda VZA'daki CRR modeline göre 7 tedarikçinin görece olarak etkin olduğu tespit edilmiştir. Bu 7 tedarikçiden sadece S3 kodlu tedarikçi 3 defa etkin olmayan işletmeler için referans kümesinde yer almıştır. Veri zarflama analizi sonuçlarına göre etkin olmayan tedarikçilerin girdi ve çıktı faktörlerini iyi kullanmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Örneğin tedarikçilerin büyük bir çoğunluğu “lojistik durum” kriteri ağırlığında iyileştirme yapmalıdır. Yine çıktı miktarlarını göz önüne alarak girdi miktarlarında da gerekli iyileştirmelerin yapılması önerilebilir. Tedarikçi değerlendirme sürecinde işletmeler etkinliği en düşük olan tedarikçiler üzerine yoğunlaşarak onları da etkin duruma getirme işi ile ilgilenmelidir. Etkinleştirme sürecinde başarı sağlanamaması durumunda yeni tedarikçilerin değerlendirme sürecine alınması uygun bir çıkarım olacaktır. Bu çalışmanın devamı niteliğindeki gelecek çalışmalarda modelde yer alan tedarikçi değerlendirme kriterleri havuzunun genişletilerek modern sürdürülebilirlik kriterleri ile uyumlandırılmasının sağlanması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

- AKSOY, A., & ÖZTÜRK, N. (2011). Supplier selection and performance evaluation in just-in-time production environments. *Expert Systems with Applications*, 38(5), 6351-6359.
- AWASTHI, A., NOSHAD, K., & CHAUHAN, S. S. (2014). Supplier performance evaluation using a hybrid fuzzy data envelopment analysis approach Performance measurement with fuzzy data envelopment analysis (pp. 271-285): Springer.
- BOWLIN, W. F. (1998). Measuring Performance: An Introduction to Data Envelopment Analysis (DEA). *The Journal of Cost Analysis*, 15(2), 3-27.
- CHARNES, A., COOPER, W. W., & RHODES, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- CHEN, Y. J., & DENG, M. (2015). Information Sharing in a Manufacturer–Supplier Relationship: Suppliers' Incentive and Production Efficiency. *Production and Operations Management*, 24(4), 619-633.
- COOPER, W. W., SEIFORD, L. M., & ZHU, J. (2011). Data envelopment analysis: History, models, and interpretations *Handbook on data envelopment analysis* (pp. 1-39): Springer.
- COSTANTINO, N., DOTOLÌ, M., EPICOCO, N., FALAGARIO, M., & SCIANCALEPORE, F. (2012). A cross efficiency fuzzy Data Envelopment Analysis technique for supplier evaluation under uncertainty. Paper presented at the Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA), 2012 IEEE 17th Conference on.
- COŞKUN, S., POLAT, O., & KARA, B. (2015). A Decision Model for Supplier Selection based on Business System Management and Safety Criteria and Application of the Model. *Pamukkale Univ Muh Bilim Derg*, 21(4), 134-144.
- ÇAĞLAR, A., & ÖZTAŞ, G. Z. (2016). Veri Zarflama Analizi ve Analitik Hiyerarşi Süreci ile Sigorta Şirketlerinin Finansal Oran Analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(2), 221-248.
- ÇELEBİ, D., & BAYRAKTAR, D. (2008). An integrated neural network and data envelopment analysis for supplier evaluation under incomplete information. *Expert Systems with Applications*, 35(4), 1698-1710.
- DAĞDEVİREN, M., DÖNMEZ, N., & MUSTAFA, K. (2006). Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı Ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(2).
- DE BOER, L., LABRO, E., & MORLACCHİ, P. (2001). A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(2), 75-89.
- DOTOLI, M., EPICOCO, N., FALAGARIO, M., & SCIANCALEPORE, F. (2016). A stochastic cross-efficiency data envelopment analysis approach for supplier selection under uncertainty. *International Transactions in Operational Research*, 23(4), 725-748.
- DYSON, R. G., ALLEN, R., CAMANHO, A. S., PODINOVSKİ, V. V., SARRICO, C. S., & SHALE, E. A. (2001). Pitfalls and protocols in DEA. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 245-259.
- EROĞLU, E., & LORCU, F. (2007). Veri zarflama analitik hiyerarşi prosesi (VZAHP) ile sayısal karar verme. *Istanbul University Journal of the School of Business*, 36(2), 30-53.
- FIRAT, S. Ü. O., AKAN, M. Ö. A., ERSOY, E., GÖK, S., & ÜNAL, U. (2017). A Six Sigma DMAIC Process for Supplier Performance Evaluation using AHP and Kano's Model. *International Journal of Business Analytics (IJBAN)*, 4(2), 37-61.
- GEMİCİ, M. F. (2009). Tedarik Zincirinde Veri Zarflama Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemiyle Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans Değerlendirmesi. *Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- GOLANY, B., & ROLL, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237-250.
- GOVINDAN, K., RAJENDRAN, S., SARKIS, J., & MURUGESAN, P. (2015). Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. *Journal of Cleaner Production*, 98, 66-83.
- GÖKALP, B., & SOYLU, B. (2012). Tedarikçinin süreçlerini iyileştirme amaçlı tedarikçi seçim problemi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 23(1), 4-15.
- GÖRENER, A., AYVAZ, B., KUŞAKCI, A. O., & ALTINOK, E. (2017). A hybrid type-2 fuzzy based supplier performance evaluation methodology: The Turkish Airlines technic case. *Applied Soft Computing*, 56, 436-445.

- GÜNGÖR, A., & COŞKUN, S. (2009). A Supplier Selection, Evaluation and Re-evaluation Model For Textile Retail Organizations. *Tekstil Ve Konfeksiyon*, s 181-187.
- HO, W., XU, X., & DEY, P. K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16-24.
- KIM, H. J., SON, J., & KIM, S. W. (2016). Strategy for Improving Efficiency of Supply Chain Quality Management in Buyer-Supplier Dyads: The Suppliers' Perspective. *Mathematical Problems in Engineering*, 2016.
- LI, C., FUN, Y., & HUNG, J. (1997). A new measure for supplier performance evaluation. *IIE Transactions*, 29(9), 753-758.
- LIU, J., DİNG, F.-Y., & LALL, V. (2000). Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(3), 143-150.
- MECİT, E. D., & İHSAN, A. (2010). Analitik hiyerarşi süreci ve veri zarflama analizi ile bir üniversitenin bölümlerinin etkinliğinin değerlendirilmesinde yeni bir model önerisi. *Verimlilik Dergisi*, 2010(2), 7-22.
- MONCZKA, R. M., & TRECHA, S. J. (1988). Cost-based supplier performance evaluation. *Journal of supply chain management*, 24(1), 2-7.
- NARASIMHAN, R., TALLURI, S., & MENDEZ, D. (2001). Supplier evaluation and rationalization via data envelopment analysis: an empirical examination. *Journal of supply chain management*, 37(2), 28-37.
- ÖZER, A., ÖZTÜRK, M., & KAYA, A. (2010). İşletmelerde etkinlik ve performans ölçmede VZA, kümeleme ve TOPSIS analizlerinin kullanımı: İMKB işletmeleri üzerine bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1).
- ÖZTÜRK, O., & GİRGİNER, N. (2015). The export efficiency of Turkish textile and apparel firms: An investigation employing Data Envelopment Analysis (DEA) and Analytic Hierarchy Process (AHP) methods. *Journal of Textile & Apparel/Tekstil ve Konfeksiyon*, 25(1).
- PATRO, C. S. (2016). Evaluation of Supplier Performance and Efficiency: A Critical Analysis. *Data Envelopment Analysis and Effective Performance Assessment*, 184.
- SAATY, T. L. (1990). How to make a decision: the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 9-26.
- SARKAR, A., & MOHAPATRA, P. K. (2006). Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12(3), 148-163.
- TAVANA, M., SHABANPOUR, H., YOUSEFİ, S., & SAEN, R. F. (2017). A hybrid goal programming and dynamic data envelopment analysis framework for sustainable supplier evaluation. *Neural Computing and Applications*, 28(12), 3683-3696.
- TEZSÜRÜCÜ, D., & SOFYALIOĞLU, Ç. (2015). AHS-VZA Yöntemi ile Tedarikçilerin Performans Değerlendirmesi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 33, 113-128.
- WU, D. D. (2010). A systematic stochastic efficiency analysis model and application to international supplier performance evaluation. *Expert Systems with Applications*, 37(9), 6257-6264.
- YALDIR, A., & ÖZGÜR POLAT, L. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Elektronik Belge Yönetim Sistemi Seçimi-Electronic Document Management System Selection With Multi-Criteria Decision Making Techniques. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(14), 88-108.