

Çok kriterli karar verme yöntemleriyle üretim işletmelerine ait tedarikçi seçiminde Kpi geliştirilmesi

İsmet Merih Kangal¹

Hilmi Yüksel²

Özet

Tedarik zinciri ve tedarikçi performansı işletmelerin hedeflerine ulaşmaları için kritik bir role sahiptir. 2019 yılı itibariyle yaşanan COVID-19 süreci ile yaşanan aksamlar işletmelerin zaman zaman ani tedarikçi değişimleri yapmalarını gerektirebilmektedir. Tedarikçi değişim sürecinde işletmeler tedarikçileri değerlendirmek için çeşitli performans göstergelerinden yararlanmaktadır. Bu çalışmada işletmelerin mevcut tedarikçi performanslarının ölçülebilmesi ve olası tedarikçi değişimlerine kullanabilecekleri anahtar performans göstergeleri TOPSIS yöntemi aracılığıyla değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri, Anahtar Performans Göstergesi, Çok Kriterli Karar Verme, CRITIC, TOPSIS

JEL Kodları: C02, C44, D81, L60, M11

Improving Kpi in supplier selection for production enterprises with multi-criteria decision-making methods

Abstract


Supply chain and supplier performance play a critical role for businesses to achieve their goals. The disruptions experienced with the COVID-19 process as of 2019 may require businesses to make sudden supplier changes from time to time. In the supplier change process, businesses use various performance indicators to evaluate suppliers. In this study, the key performance indicators that businesses can use to measure their current supplier performance and potential supplier changes are evaluated through the TOPSIS method.

Keywords: Supply Chain, Key Performance Indicator, Multi-Criteria Decision Making, CRITIC, TOPSIS

JEL Codes: C02, C44, D81, L60, M11

1. Giriş

Küreselleşen dünyada işletmelerin rekabet güçlerini sürdürebilmeleri için tedarik zinciri yönetimi performansları kritik bir öneme sahiptir. Hammaddenin tedarikinden, ürünün tüketilmesine kadar uzanan bir süreç olan tedarik zincirlerinin, işletmelerin üretim performansları üzerinde çok büyük bir etkisi bulunmaktadır. 2019 yılında ortaya çıkan Covid-19 krizi nedeniyle işletmelerin sahip olduğu tedarik zincirlerinde yaşanan aksaklıklar, gerek hammadde ve mamullerin zamanında teslim edilememesi, gerek yaşanan ani tedarikçi değişimlerinin getirdiği maliyetler işletmelerin performansları üzerinde negatif etkiler bırakmıştır. İşletmelerin tedarikçi seçim süreçlerini sağlıklı ve hızlı bir şekilde gerçekleştirebilmek için tedarikçi alternatiflerini çeşitli performans göstergeleri aracılığıyla değerlendirmeleri mümkündür. Ancak performans göstergelerine dair her bir verinin elde edilmesi, işlenmesi ve yorumlanması hem zaman almakta hem de ek maliyetler ortaya çıkarmaktadır. Bu çalışmada bu süreç içerisinde işletmelerin daha az sayıda performans göstergesini ele alarak sağlıklı bir seçim yapabilmeleri için performans göstergelerinin sıralanması amaçlanmıştır.

¹ Corresponding author, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, merihkangal@gmail.com,  ORCID ID: orcid.org/0000-0003-0177-780X

² Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, hilmi.yuksel@deu.edu.tr,  ORCID ID: orcid.org/0000-0002-9723-3526

2. Kavramsal Çerçeve

2.1. Tedarik Zinciri ve Yönetimi

Tedarik zinciri, malzemelerin elde edilmesi, bu malzemelerin son ürünlere dönüştürülmesi ve bu son ürünlerin de müşterilere dağıtım işlevlerini gerçekleştiren tesis ve dağıtım seçeneklerinin ağıdır (Ganeshan ve Harrinson, 1995: 1). Tedarik zinciri; tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar ve perakendecilerden oluşan, hammaddelerin tedariki, işlenerek nihai ürünlere dönüşmesi ve nihai ürünlerin perakendecilere ulaşmasını sağlayan bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu zincir içerisindeki hareketler perakendeci ve tüketiciye yönelik olarak malzeme akışı, üretici ve tedarikçiye doğru ise bilgi akışı olarak meydana gelmektedir (Timur vd, 2019: 5).

Tedarik zinciri kavramı ilk olarak 1960'lı yıllarda, tedarik zincirinin temeli olarak nitelendirilen fiziksel dağıtım kavramının rekabet üstünlüğü konusunda fayda sağlayabileceği iddiasıyla Bowersox tarafından ortaya atılmıştır (Bowersox, 1969: 74). 1970'lerde işletmelerin dağıtım bağımsız bir işletme fonksiyonu olarak görmeye başlamaları ve kurdukları lojistik bölümleriyle operasyon maliyetlerini minimize etme çabalarının ardından ilerleyen dönemlerde işletmelerin, kaynaklarını ve faaliyetlerini en iyi şekilde yönetme çabaları tedarik zinciri yönetimi kavramını günümüzdeki şekline getirmiştir (Ross, 1997: 73-77). Tedarik zinciri yönetimi temel olarak iki amaç taşımaktadır. Bunlardan ilki operasyonların minimum maliyetle gerçekleştirilmesi ve rekabet gücü kazanılması iken diğeri, müşteri memnuniyetini olabilecek en üst seviyede tutmaktır. Tedarik zinciri yönetiminin bu iki temel amacı gerçekleştirebilmek için zincir içerisinde yer alan işletme ve operasyonları sağlıklı bir şekilde eşgüdümleyebilmesi ve ortaya çıkan belirsizlikleri yönetebilmesi gerekmektedir. Tedarik zinciri sürecinin içerisinde; üreticiler, dağıtıcılar, tedarikçiler, perakendeciler, hammaddeler, stoklar ve nihai üründen oluşan bir yapı bulunmaktadır. Tedarik zinciri hammaddenin tedarik edilmesiyle başlayıp, nihai ürünün tüketilmesi veya geri dönüştürülmesi işlemine kadar süren bir döngü olarak gerçekleşmektedir.

Tedarik zinciri, kapsamı ve düzeyi işletmeler arasında farklılıklar göstermekle birlikte, tüm üretim ve hizmet işletmelerinde mevcuttur. Tedarik zinciri boyunca sadece ürünlerin akışı söz konusu olmamakta, ürünlerin dışında, para, kâğıt, bilgi vb. akışı da gerçekleşmektedir (Yüksel, 2019: 249). Tedarik zincirleri sektörler ve firmalara göre farklılıklar göstermektedir. Tedarik zincirlerinin operasyonlarını sağlıklı bir şekilde gerçekleştirmesi, modern üretim felsefeleri içerisinde, üretim süreçlerinin devamlılığı açısından oldukça önemlidir. Üretim süreçlerinin planlandıkları şekilde sürdürülebilmeleri ancak tedarik edilen ham ve yarı mamullerin doğru zamanda, doğru yerde ve doğru miktarda elde edilmesiyle mümkün olmaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin, rekabet edilebilir fiyatlarla yüksek kaliteli malzemeleri ve bileşenleri sağlayabilmeleri için tedarikçileriyle birlikte çalışabilme yeteneğidir (Davis vd., 1999). Tedarik zincirinin başarısında kritik göstergeler, işletme içerisindeki bölümler ve tedarik zincirinin üyeleri arasındaki iş birliğinin ve bütünleşmenin derecesidir. İşbirliğinin en belirgin göstergesi de tedarik zinciri üyeleri arasındaki bilgi paylaşımıdır (McCormack, 1999: 31).

Artan rekabet ve değişen müşteri talepleri, işletmelerin tedarik zinciri performanslarını her geçen gün daha önemli bir hale getirmektedir. Tedarik zincirinin birden fazla işletmeden oluşan dinamik bir yapıyla sahip olması ve performansın ölçülmesi, gerçekleşen ve gerçekleştirilmesi olası problemlerin önüne geçebilmek için gerekli bir hale gelmiştir. Tedarik zincirlerinin ve tedarikçilerin performanslarının ölçülmesi ve değerlendirilmesi için çeşitli anahtar performans göstergelerinin (KPI) değerlendirilmesi mümkündür. İşletmelerin söz konusu KPI'leri gözlemleyebilmeleri için birçok farklı kaynaktan farklı verileri elde etmesi, işleme ve yorumlanması gerekmektedir. Verilerin elde edilmesi, işlenmesi ve ölçülmesi gibi faaliyetlerin getirmiş olduğu maliyetler ve işletmeye getireceği iş yükünün minimize edilebilmesi için optimum miktarda veri üzerinden çalışılması gerekmektedir. Gerek tedarik zincirlerinin gerek tedarikçilerin değerlendirilmesi için yararlanılabilecek KPI'ların belirlenmesinde işletmenin rekabet edebilme gücünü ve müşteri beklentilerini ne kadar karşılayabileceğine etki eden KPI'ların belirlenmesi önemli bir yer tutmaktadır.

2.2. Tedarik Zinciri ve Yönetimi

Tedarikçi performansının değerlendirilmesi, ana sanayii ve tedarikçiler arasındaki ilişkinin yönetilebilmesi, uzun dönemde tedarikçilerin gelişmesi ve tedarikçilerle olan stratejik ilişkilerin belirlenebilmesi için kritik bir öneme sahiptir (Dağdeviren vd., 2006: 247).

Tedarikçi seçimi ve performans değerlendirmesi konusunda birbirinden farklı birçok kriter kullanılmaktadır. Literatürde bulunan ilk çalışmalarda genellikle maliyet tek faktör olarak ele alınırken ilerleyen zamanla birlikte maliyetin yanına, kalite performansı, iletişim olanakları, üretim kapasitesi gibi birçok yeni kriter eklenmiştir. Literatürde tedarikçi performansı konusunda yapılan ilk çalışma Dickson (1966) tarafından yapılmış olup, bu çalışmada 23 farklı tedarikçi değerlendirme kriteri ele alınmıştır. Tedarikçi performans değerlendirme yaklaşımları, geleneksel ve bütünlük yaklaşım olmak üzere iki farklı başlık altında toplanmaktadır. Bunlardan geleneksel yaklaşım çoğunlukla finans ve muhasebe verileri üzerinde durmakta olup, maliyetler, karlılık, fiyatlar gibi değişkenleri dikkate almaktadır. Bütünsel yaklaşım ise yönetim kararlarının alınmasına yardımcı olabilecek, duruma göre değişiklik gösterebilen faaliyet süresi ve müşteri memnuniyeti gibi veriler üzerinde durmaktadır (Li vd., 2007: 1131-1133).

Tedarikçi performanslarının değerlendirilmesinde; doğrusal programlama (Tezsürücü & Sofyaloğlu, 2015: 113-128), analitik hiyerarşi süreci (Akman & Alkan, 2006: 23-46), analitik ağ süreci (Dağdeviren vd., 2006: 247-255), SCOR modeli (Ağar, 2010: 65-93), skor denge kartı yöntemi (Cesur, 2010: 75-101), ve çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaktadır.

2.3. Literatür Taraması

Cai vd. (2008), çalışmalarında bir perakende işletmesinin rekabet avantajı elde edebilmesi amacıyla tedarik zinciri performansını ele almışlardır. Tedarik zincirine ait KPI'ların elde edilme maliyetlerini ele alan çalışmada tedarik zinciri performansının geliştirilmesi için, KPI'larını geliştirecek bir sistematik yaklaşım önermişlerdir. Chae (2009), çalışmasında tedarik zinciri performans ölçümünün geliştirilmesi konusuna odaklanmıştır. İşletmelerin operasyon yönetimi ve sürdürülebilirliklerinin devamı açısından sadece kritik önem sahip performans göstergelerine odaklanması gerektiğini savunan çalışmada işletmelerin odaklanması gereken performans göstergelerini nasıl uygulayacaklarına dair öneriler yer almaktadır. Ying vd (2009) yapmış oldukları çalışmada tedarik zinciri operasyonlarının performansını gösteren KPI'lar üzerinde durmuşlardır. Uygulama aşamasında performans ölçümü konusunda en yaygın KPI'ların finansal performans göstergeleri olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Çalışma KPI'ların ölçülmesinde bilgi teknolojilerinin kullanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Xu vd (2009) yapmış oldukları çalışmada mobilya üretimi yapan bir işletmede mevcut tedarikçilerin performanslarını ölçülmesi ve tedarikçi seçimi probleminin çözülebilmesi için bir veri zarflama analizi modeli geliştirmişlerdir. Zhenhua (2009) çalışmasında bir işletmede tedarikçi performanslarının değerlendirilebilmesi için bütünlük analitik hiyerarşi süreci-veri zarflama analizi modeli kullanmıştır. Kullanılan model aracılığıyla zamanında teslimat, mesafe ve kalite gibi değişkenler aracılığıyla mevcut beş tedarikçinin etkinlikleri ölçülmüştür Zeydan vd (2011) çalışmalarında bir otomotiv üreticisinin tedarikçilerinin performans değerlendirmesi ve tedarikçi seçimi için bulanık analitik hiyerarşi süreci, bulanık TOPSİS ve veri zarflama analizini kullanmışlardır. Çalışmada tedarikçi seçimi kriterlerinin ağırlıklarının elde edilmesi için bulanık analitik hiyerarşi süreci, tedarikçilerin sıralanması için bulanık TOPSİS ve performans ölçümü için ise veri zarflama analizi metodları uygulanmıştır. Yavuz (2013) yapmış olduğu çalışmasında tedarik zinciri performansının ölçülebilmesi için yapay sinir ağları metodunu kullanmıştır. Çalışma uygulanan yapay sinir ağları modellerinin karşılaştırılması sonucunda ölçülebilecek farklı değişkenler konusunda öneriler içermektedir. Özalp (2016) çalışmasında tedarik zinciri performansının ölçülebilmesi için ekonomik katma değer yöntemini kullanmıştır. Çalışma tedarik zinciri performansı ve ekonomik katma değer arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Santis vd (2017) bir demiryolu bakım işletmesine ait tedarikçilerin performanslarını değerlendirmek için bulanık analitik hiyerarşi süreci metodunu kullanmışlardır. Yapılan uygulama sonucu mevcut beş tedarikçi sekiz farklı değerlendirme kriterine göre sıralanmışlardır. Uçal Sarı vd (2017) çalışmalarında sağlık sektörü içerisinde tedarikçi değerlendirme kriterlerini ele almışlardır. Çalışmada tedarikçi seçimi konusunda

tedarikçilerin sürdürülebilir tedarik zinciri performansları DEMATEL yöntemi aracılığıyla ölçülmüş ve performansı en çok arttıracak performans kriterler sıralanmıştır. Moons vd (2019), yapmış oldukları çalışmada bir hastanenin tedarik zinciri operasyonlarını ele almışlardır. Çalışmada hastane içerisinde yer alan bir ameliyathanenin ihtiyaç duyduğu malzemelerin tedarik edilmesine dair bir performans ölçüm sistemi geliştirilmiştir. Uygulama aşamasında tedarik zinciri hedeflerini çeşitli KPI'lar aracılığıyla önceliklendirmek için analitik ağ süreci yöntemini (ANP) kullanmışlardır. Sufiyan vd (2019), çalışmalarında bir gıda tedarik zincirinin performansını ölçülmesinde kullanılacak çeşitli göstergeler üzerinde durmuş, bu göstergelerin birbirleriyle olan ilişkilerini belirlemek için bulanık DEMATEL yönteminden faydalanmışlardır. Çalışma sonucunda tedarik zincirinin performansını yansıtan en önemli performans göstergeleri ve en önemli kriterler saptanmıştır. Brint vd (2020), fazla sayıda veri toplamanın gerek yüksek maliyet getirmesi gerekse işlenmesinin ve yorumlanmasının getirdiği iş yükünden kurtulmak amacıyla daha az sayıda verinin işlenebileceği görüşünü savunmuşlardır. Uluslararası bir otomotiv parça üreticisi işletmede yaptıkları uygulamada 28 KPI'dan oluşan bir veri setini temel bileşen analizi yöntemiyle ele almış ve takip edilen KPI sayısını 8'e düşürmüşlerdir. Elde edilen iki farklı veri setinin performansının ölçümü için ise TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda KPI'ların kullanılabilir bir sayıya düşürülmesinin işletme açısından faydalı olduğu sonucuna varılmıştır. Hwang vd (2020) yapmış oldukları uygulamada üretim performansını ölçülmesi ve iyileştirilmesi için çeşitli performans göstergelerinden faydalanmışlardır. Çalışmanın veri setinde yer alan 74 adet performans göstergesi 6 adet kriter eşliğinde değerlendirilmiştir. Çalışmada kriter ağırlıklarının belirlemek için analitik ağ süreci yönteminden yararlanılmış, nihai değerlendirme için ek formüller geliştirilmiştir. Literatür taraması sonucu elde edilen bilgiler Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Literatür Taraması

Yazar	Yıl	Amaç	Yöntem
Cai vd.	2008	Maliyet odaklı KPI geliştirme	Maliyet dönüştürme matrisi
Chae	2009	İşletmenin odaklandığı kritik KPI sayısını azaltma	SCOR modeli
Ying vd.	2009	Performans ölçümünde kullanılan KPI sıklıklarının belirlenmesi	Kurumsal karne ve ekonomik katma değer yöntemi
Xu vd.	2009	Tedarikçi değerlendirmesi ve seçimi	Veri Zarflama Analizi
Zhenhua	2009	Tedarikçi performans değerlendirmesi	Bütünleşik AHP/VZA
Zeydan vd.	2011	Tedarikçi değerlendirmesi ve seçimi	Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS ve Veri Zarflama Analizi
Yavuz	2013	Tedarik Zinciri Performansı Ölçümü için model geliştirme	Yapay Sinir Ağları Modellerinin Karşılaştırılması
Özalp	2016	Tedarik Zinciri Performans Ölçümü	Ekonomik Katma Değer Yöntemi
Santis vd.	2017	Tedarikçi Değerlendirme	Bulanık AHP
Uçal Sarı vd.	2017	İşletme performansını arttıracak KPI'ların belirlenmesi	DEMATEL
Moons vd.	2019	Tedarik zinciri performans ölçümü	Analitik Ağ Süreci
Sufiyan vd.	2019	Performans göstergelerinin ve göstergeler arası ilişkilerin belirlenmesi	Bulanık DEMATEL
Brint vd.	2020	İşletme tarafından takip edilen KPI sayısının azaltılması	Temel bileşen analizi ve TOPSIS
Hwang vd.	2020	Performans ölçümü ve performans iyileştirilmesi	Analitik Ağ Süreci ve ek nihai formüller

3. CRITIC Yöntemi

CRITIC yöntemi 1995 yılında, birden fazla kritere sahip çok kriterli karar verme problemlerinde değerlendirme kriterlerinin objektif bir şekilde ağırlıklandırılması amacıyla Diakoulaki vd tarafından geliştirilmiştir. Critic yöntemi 5 adımdan oluşmaktadır (Diakoulaki vd, 1995: 764-765; Ayçin, 2020: 4-5):

1. Adım: Karar matrisinin kurulması: CRITIC yönteminin ilk aşamasında alternatif ve kriterleri içeren bir karar matrisi kurulmaktadır. Eşitlik (1)'de gösterilen karar matrisinde n adet kriter ve m adet alternatif bulunmaktadır.

$$\mathbf{X} = \mathbf{X}_{ij} = \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ A_3 \\ \dots \\ A_m \end{matrix} \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ x_{31} & x_{32} & \dots & x_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

(1)

2. Adım: Karar matrisinin normalizasyonu: Karar matrisinin normalize edilebilmesi için fayda yönlü kriterlerde eşitlik (2), maliyet yönlü kriterlerde ise eşitlik (3)'ten faydalanılmaktadır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}$$

(2)

$$r_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}$$

(3)

3. Adım: İlişki katsayı matrisinin kurulması: Değerlendirme kriterleri arasındaki ilişkilerin derecelerinin elde edilmesi için eşitlik (4)'te yer alan formülden faydalanılmaktadır.

$$p_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)(r_{ik} - \bar{r}_k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2 \sum_{i=1}^m (r_{ik} - \bar{r}_k)^2}}$$

(4)

4. Adım: C_j değerinin elde edilmesi: C_j değerinin elde edilmesi için öncelikle eşitlik (5) aracılığıyla standart sapma değerleri bulunur, bu işlemin ardından eşitlik (6) yardımıyla C_j değerleri elde edilmektedir.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (r_{ij} - \bar{r}_j)^2}{m}}$$

(5)

$$\sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - p_{jk})$$

(6)

5. Adım: Ağırlık değerlerinin elde edilmesi: Critic yönteminin son aşamasında eşitlik (7) aracılığıyla kriterlere ait ağırlık değerleri elde edilmektedir.

$$w_j = \frac{c_j}{\sum_{k=1}^n c_j}$$

(7)

4. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS yöntemi 1981 yılında Hwang ve Yong tarafından ortaya atılmıştır. TOPSIS yöntemi temel olarak en iyi ortak çözüme en yakın ve en kötü ortak çözüme en uzak mesafede bulunan çözüme ulaşma kavramına dayanmaktadır (Cristobal, 2012: 752). TOPSIS yöntemi 6 adımlık bir uygulama sürecine sahiptir, bu adımlar aşağıdaki şekilde uygulanmaktadır (Ertuğrul & Karakaşoğlu; 2009:706-707; Lin vd,20080: 22-23 ve Li vd; 2011: 411).

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması: Karar matrisinin satırlarında, karar verilecek alternatifler yer alırken sütunlarında ise karar vermede kullanılacak kriterler yer almaktadır. Aşağıdaki şekilde örnek bir karar matrisi yer almaktadır, bu matriste m kadar karar alternatifi yer alırken n sayısı karda karar kriteri bulunmaktadır.

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2n} \\ A_{31} & A_{32} & \dots & A_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_{m1} & A_{m2} & \dots & A_{mn} \end{bmatrix}$$

2. Adım: Normalize Karar Matrisinin Elde Edilmesi: Normalize edilmiş karar matrisi A matrisi ve 8 numaralı formülün kullanılmasıyla elde edilmektedir

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}$$

(8)

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} \\ R_{31} & R_{32} & \dots & R_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{m1} & R_{m2} & \dots & R_{mn} \end{bmatrix}$$

3. Adım: Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisinin Hesaplanması: Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi, karar verici tarafından belirlenen ağırlık değerlerinin (W_i) normalize karar matrisiyle çarpılmasıyla elde edilmektedir.

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} W_1 R_{11} & W_2 R_{12} & \dots & W_n R_{1n} \\ W_1 R_{21} & W_2 R_{22} & \dots & W_n R_{2n} \\ W_1 R_{31} & W_2 R_{32} & \dots & W_n R_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_1 R_{m1} & W_2 R_{m2} & \dots & W_n R_{mn} \end{bmatrix}$$

4. Adım: Pozitif İdeal ve Negatif İdeal Çözümlerin Bulunması: Çözüm setinin oluşturulabilmesi için, ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin, yani sütun değerlerinin en büyükleri (Problem maliyet yönlü ise en küçükleri) seçilir. Pozitif ideal çözümün nasıl bulunacağı 9 numaralı eşitlikte gösterilmektedir.

$$A^+ = \{(max_i v_{ij} | j \in J), (min_i v_{ij} | j \in J)\} \quad A^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+)$$

(9)

Pozitif ideal çözümün bulunmasının ardından negatif ideal çözümünde elde edilmesi için, ağırlıklandırılmış kriter değerlerinin en küçükleri (problem maliyet yönlü ise en büyüğü) seçilir. Negatif ideal çözümün nasıl elde edileceği 10 numaralı eşitlikte gösterilmektedir.

$$A^- = \{(min_i v_{ij} | j \in J), (max_i v_{ij} | j \in J)\} \quad A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-)$$

(10)

5. Adım: Alternatifler ve Çözümler Arasındaki Mesafenin Hesaplanması: Alternatiflerin, pozitif ve negatif ideal çözümlerle aralarındaki mesafelerin hesaplanması için öklidyen hesaplardan yararlanılmaktadır. Bu mesafelerden pozitif ideal çözüm, S_i^+ ve negatif ideal çözüm S_i^- olarak

gösterilmektedir. Pozitif ve negatif ideal çözümün elde edilmesi için kullanılan eşitlikler 11 ve 12 numaralı formüllerde gösterilmektedir.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

(11)

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

(12)

6. Adım: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması: Karar noktalarının ideal çözüme olan uzaklığının (C_i^+) hesaplanabilmesi için, negatif ideal çözüme olan uzaklığın, negatifi ideal çözüme olan uzaklık ve pozitif ideal çözüme olan uzaklığın toplamına oranlanmaktadır. Bu oranlama 13 numaralı eşitlikte gösterilmektedir.

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

(13)

C_i^+ değeri 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Bu değer 1'e yakınlığı pozitif ideal çözüme, 0'a yakınlığı ise negatif ideal çözüme yakın olduğunu göstermektedir. Topsis metodunun tamamlanması için elde edilen değerler büyükten küçüğe doğru sıralanmaktadır.

5. CRITIC ve TOPSIS Yöntemleriyle Tedarikçi Performans KPI Seçimi

Ülkemiz ve dünya literatüründe, işletmelerin tedarikçi seçimi problemlerine oldukça sık bir şekilde değinilmektedir. Tedarikçi seçimi problemlerinin çözümünde genellikle çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Söz konusu yöntemlerin uygulama aşamaları incelediğinde genellikle tedarikçilerin alternatif ve performans göstergelerinin kriter olarak değerlendirilerek problemlerin çözüldüğü görülmektedir. Ancak kriterler olarak değerlendirilen performans göstergelerinin işletmeler tarafından elde edilmesi iş gücü ve elde edilme açısından işletmelere bir maliyet yüklemektedir. Ayrıca bütün dünyada yaşanan Covid-19 salgını nedeniyle birçok işletmenin tedarik zincirlerine meydana gelen aksaklıklar, ani tedarikçi değişimlerine neden olmakta kısıtlı bir zaman içerisinde yeni tedarikçilerin seçim kararının verilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmada performans göstergelerinin alternatifler olarak sıralanması ve böylece gelecek uygulamalarda daha az performans göstergesi değerlendirilerek hem daha düşük maliyetle hem de daha kısa sürede tedarikçi seçim problemlerinin çözülmesi hedeflenmiştir. Daha az performans göstergesi ile sağlıklı bir seçim yapabilmenin işletmelerin veri elde etme ve iş gücü maliyetlerini ve karar verme süresini düşüreceği öngörülmektedir.

Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. TOPSIS yönteminin ihtiyaç duyduğu kriter ağırlıklarının elde edilmesi için ise objektif bir ağırlıklandırma yöntemi olan CRITIC yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan KPI ve kriterler tablo 2'de gösterilmektedir. Kullanılan KPI ve değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi için literatür taraması yapılmış (Dağdeviren, 2008: 69-75, Adalı & Işık, 2017: 56-77, Ecer & Küçük, 2008: 355-369, Moons vd 2019: 4, Brint, 2020: 4, Cai vd, 2008: 515) ve alanında uzman kişilerle beyin fırtınası çalışması yapılmıştır. Çalışmada alternatif olarak 15 adet KPI ele alınmış ve 6 kriter üzerinden değerlendirilmeye tabi tutulmuştur. Yapılan uygulama sonucunda üretim işletmelerinin tedarikçi seçimlerinde kullanabilecekleri 15 adet KPI önem sırasına göre sıralanmıştır.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan KPI ve değerlendirme kriterleri

Kullanılan KPI'lar	Değerlendirme Kriterleri
Beklenmeyen talepleri karşılayabilme	Doğrulanabilirlik
Esnek ödeme şartları	İşletme hedefleriyle uyumluluk
Kalite performansı	Güvenilirlik
Satış sonrası hizmetler (garanti, iade vs)	Ölçülebilirlik
Sipariş değişimlerine esneklik	Öngörülenebilirlik
Stok çeşitliliği	Ulaşılabilirlik
Tam teslimat (çeşit)	
Tam teslimat (miktar)	
Tedarik süreci bilgi paylaşımı	
Tedarikçiden alınan ürünün toplam maliyeti (ürün maliyeti+ lojistik maliyeti+ kalitesizlik maliyeti)	
Tedarikçinin kalite belgelerine sahip olması (7001-9001...)	
Tedarikçinin mali yapısı	
Tedarikçinin üretim kapasitesi	
Ürünlerin zarar görmeden teslimatı	
Zamanında teslimat	

Uygulamanın yapılabilmesi için gerekli olan karar matrisinin oluşturulma aşamasında alanında uzman kişilerin Tablo 2'de yer alan alternatif KPI'ları kriterler bazında 1-9 skalasında değerlendirmeleri istenmiştir. Uzman kişilerin yapmış oldukları değerlendirmelerin geometrik ortalamaları alınarak nihai bir karar matrisi oluşturulmuştur. İlgili karar matrisi Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Karar matrisi

	Doğrulanabilirlik	İşletme hedefleriyle uyumluluk	Güvenilirlik	Ölçülebilirlik	Öngörülenebilirlik	Ulaşılabilirlik
Beklenmeyen talepleri karşılayabilme	6	8,653497422	5,241482788	5,241482788	6	5,943921953
Esnek ödeme şartları	5,59344471	7,651724731	5,646216173	6,316359598	7,31861142	6,95205329
Kalite performansı	6,649399761	7,651724731	6,316359598	7,958114416	6,649399761	5,943921953
Satış sonrası hizmetler (garanti, iade vs)	6,649399761	6,95205329	7,230426793	5,517848353	6,649399761	6,54213262
Sipariş değişimlerine esneklik	5,646216173	7,651724731	4,932424149	4,932424149	5,646216173	5,646216173
Stok çeşitliliği	6,839903787	7,651724731	6,316359598	7,651724731	5,943921953	6,649399761
Tam teslimat (çeşit)	6,649399761	7,862224183	6,316359598	7,958114416	6	4,932424149
Tam teslimat (miktar)	6,316359598	7,559526299	5,943921953	7,611662611	6,316359598	4,762203156
Tedarik süreci bilgi paylaşımı	6,316359598	7,31861142	4,932424149	4,762203156	6,95205329	6,316359598
Tedarikçiden alınan ürünün toplam maliyeti (ürün maliyeti+lojistik maliyeti+kalitesizlik maliyeti)	6,257324746	9	6,316359598	7,958114416	6,54213262	6,603854498
Tedarikçinin kalite belgelerine sahip olması (7001-9001...)	6,868285455	6,649399761	7,651724731	8,276772529	5,313292846	6,214465012
Tedarikçinin mali yapısı	4,932424149	4,641588834	4,30886938	4,820284528	4,30886938	3,634241186
Tedarikçinin üretim kapasitesi	4,30886938	8	4,481404747	6,95205329	6,649399761	4,160167646
Ürünlerin zarar görmeden teslimatı	5,517848353	8,653497422	5,808785734	8,653497422	6,649399761	4,820284528
Zamanında teslimat	6,316359598	9	5,241482788	6,649399761	6,649399761	6,316359598

Uygulama aşamasının ilk kısmında değerlendirme kriterlerinin önem ağırlık değerleri CRITIC yöntemi aracılığıyla elde edilecektir. Bütün kriterler maksimum yönlü olduğu için karar matrisinin normalizasyonu için 2 numaralı eşitlikten faydalanılacaktır. Normalize edilmiş karar matrisi tablo 4'te gösterilmektedir.

Tablo 4. Normalize Edilmiş Karar Matrisi

	Doğrulanabilirlik	İşletme hedefleriyle uyumluluk	Güvenilirlik	Ölçülebilirlik	Öngörülenebilirlik	Ulaşılabilirlik
Beklenmeyen talepleri karşılayabilme	0,660748612	0,92049796	0,278987067	0,123167152	0,561885569	0,696145741
Esnek ödeme şartları	0,50190172	0,690649822	0,400061221	0,399393193	1	1
Kalite performansı	0,914478269	0,690649822	0,600531584	0,821297759	0,77765149	0,696145741
Satış sonrası hizmetler (garanti, iade vs)	0,914478269	0,530116221	0,873970635	0,194188654	0,77765149	0,876448498
Sipariş değişimlerine esneklik	0,522520276	0,690649822	0,186533578	0,043744056	0,444339341	0,606416194
Stok çeşitliliği	0,988910881	0,690649822	0,600531584	0,742560541	0,543253392	0,908779184
Tam teslimat (çeşit)	0,914478269	0,738947113	0,600531584	0,821297759	0,561885569	0,391276818
Tam teslimat (miktar)	0,784354774	0,669495684	0,489118553	0,732265221	0,666997434	0,339971624
Tedarik süreci bilgi paylaşımı	0,784354774	0,614219835	0,186533578	0	0,878209453	0,808399731
Tedarikçiden alınan ürünün toplam maliyeti	0,761289024	1	0,600531584	0,821297759	0,742011512	0,895051684
Tedarikçinin kalite belgelerine sahip olması (7001-9001...)	1	0,460674969	1	0,903187766	0,333724104	0,777688352
Tedarikçinin mali yapısı	0,243631653	0	0	0,014925978	0	0
Tedarikçinin üretim kapasitesi	0	0,770558591	0,051613171	0,562756241	0,77765149	0,158516047
Ürünlerin zarar görmeden teslimatı	0,472365156	0,92049796	0,448693167	1	0,77765149	0,35747755
Zamanında teslimat	0,784354774	1	0,278987067	0,484979155	0,77765149	0,808399731

Normalize edilmiş karar matrisinin elde edilmesinin ardından 4 numaralı eşitlik aracılığıyla kriterler arası ilişki matrisi elde edilmiştir. Kriterler arası ilişki matrisi Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5. Kriterler arası ilişki matrisi

	Doğrulanabilirlik	İşletme hedefleriyle uyumluluk	Güvenilirlik	Ölçülebilirlik	Öngörülenebilirlik	Ulaşılabilirlik
Doğrulanabilirlik	1	0,142002979	0,773600765	0,30805045	0,094480242	0,63346735
İşletme hedefleriyle uyumluluk	0,142002979	1	0,065865867	0,376928762	0,657652574	0,375589228
Güvenilirlik	0,773600765	0,065865867	1	0,564435021	0,095993791	0,498855973
Ölçülebilirlik	0,30805045	0,376928762	0,564435021	1	0,176943658	0,008009113
Öngörülenebilirlik	0,094480242	0,657652574	0,095993791	0,176943658	1	0,487933308
Ulaşılabilirlik	0,63346735	0,375589228	0,498855973	0,008009113	0,487933308	1

Kriterler arası eşitlik matrisinin elde edilmesinin ardından C_j değerlerinin elde edilebilmesi için 5 ve 6 numaralı eşitliklerden faydalanılır. Her bir kriter için ilgili C_j değerlerinin elde edilmesinin ardından 7 numaralı eşitlik aracılığıyla her bir kriter için ağırlık değerleri elde edilmiştir. Kriterler için ilgili C_j ve ağırlık değerleri Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. Kriterlerin C_j ve ağırlık değerleri

	Doğrulanabilirlik	İşletme hedefleriyle uyumluluk	Güvenilirlik	Ölçülebilirlik	Öngörülenebilirlik	Ulaşılabilirlik
C_j	0,875475821	0,841940032	0,854125025	1,270150307	0,861951419	0,903764804
Ağırlıklar	0,156128449	0,150147826	0,152320843	0,226512935	0,153716567	0,16117338

Tablo 6'da gösterildiği üzere CRITIC yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıklarından en yüksek değeri Ölçülebilirlik kriterinin aldığı tespit edilmiştir. Ölçülebilirlik kriterini Ulaşılabilirlik kriteri takip etmektedir.

Uygulamanın ikinci kısmında alternatif KPI'ların değerlendirilmesinde TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. TOPSIS yönteminin ilk aşaması olan standart karar matrisi Tablo 3'te gösterilmektedir. Standart karar matrisinin satırlarında alternatif KPI'lar sütunlarında ise değerlendirme kriterleri yer almaktadır. Standart karar matrisinin normalize edilmesi için 8 numaralı eşitlikten yararlanılarak normalize karar matrisi elde edilmiştir. Örneğin r_{11} değeri için $\frac{6}{\sqrt{6^2+5,59^2+\dots+6,31^2}} = 0,254$ şeklinde hesaplanmıştır.

Normalize karar matrisi Tablo 7'de gösterilmektedir.

Tablo 7. Normalize karar matrisi

	Doğrulanabilirlik	İşletme hedefleriyle uyumluluk	Güvenilirlik	Ölçülebilirlik	Öngörülenebilirlik	Ulaşılabilirlik
Beklenmeyen talepleri karşılayabilme	0,254011024	0,289000408	0,231277682	0,196643809	0,246667448	0,265643481
Esnek ödeme şartları	0,236799436	0,255544257	0,249136331	0,236969777	0,300877201	0,310698501
Kalite performansı	0,281503474	0,255544257	0,278706058	0,298563211	0,273365079	0,265643481
Satış sonrası hizmetler (garanti, iade vs)	0,281503474	0,232177366	0,319038794	0,207012168	0,273365079	0,292378483
Sipariş değişimlerine esneklik	0,239033525	0,255544257	0,217640631	0,185048909	0,232122956	0,252338529
Stok çeşitliliği	0,289568494	0,255544257	0,278706058	0,287068442	0,24436201	0,297172425
Tam teslimat (çeşit)	0,281503474	0,262574296	0,278706058	0,298563211	0,246667448	0,220438009
Tam teslimat (miktar)	0,267404161	0,252465111	0,262272442	0,285565438	0,259673384	0,212830558
Tedarik süreci bilgi paylaşımı	0,267404161	0,244419289	0,217640631	0,178662757	0,285807541	0,282288322
Tedarikçiden alınan ürünün toplam maliyeti (ürün maliyeti+lojistik maliyeti+kalitesizlik maliyeti)	0,264904911	0,300572537	0,278706058	0,298563211	0,268955194	0,295136934
Tedarikçinin kalite belgelerine sahip olması (7001-9001...)	0,290770037	0,222069661	0,337628345	0,310518252	0,218436065	0,277734488
Tedarikçinin mali yapısı	0,208815018	0,155014903	0,190126604	0,180841786	0,177142969	0,162420114
Tedarikçinin üretim kapasitesi	0,18241672	0,267175588	0,197739637	0,260818988	0,273365079	0,185924618
Ürünlerin zarar görmeden teslimatı	0,233599052	0,289000408	0,256309627	0,324651775	0,273365079	0,215426308
Zamanında teslimat	0,267404161	0,300572537	0,231277682	0,249464388	0,273365079	0,282288322

Normalize karar matrisinin elde edilmesinin ardından ağırlıklandırılmış normalize matrisin elde edilmesi için 9 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır. Bu aşamada, daha önceden elde edilmiş kriter ağırlıkları normalize karar matrisinde yer alan ilgili değerlerle çarpılmaktadır. Ağırlıklandırılmış karar matrisi Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8. Ağırlıklandırılmış normalize matris

	Doğrulanabilirlik	İşletme hedefleriyle uyumluluk	Güvenilirlik	Ölçülebilirlik	Öngörülenebilirlik	Ulaşılabilirlik
Beklenmeyen talepleri karşılayabilme	0,039658347	0,043392783	0,035228412	0,044542366	0,037916873	0,042814658
Esnek ödeme şartları	0,036971129	0,038369415	0,037948656	0,05367672	0,046249811	0,050076327
Kalite performansı	0,043950701	0,038369415	0,042452742	0,067628429	0,042020742	0,042814658
Satış sonrası hizmetler (garanti, iade vs)	0,043950701	0,034860927	0,048596258	0,046890934	0,042020742	0,047123628
Sipariş değişimlerine esneklik	0,037319934	0,038369415	0,033151205	0,041915971	0,035681144	0,040670254
Stok çeşitliliği	0,04520988	0,038369415	0,042452742	0,065024715	0,037562489	0,047896284
Tam teslimat (çeşit)	0,043950701	0,03942496	0,042452742	0,067628429	0,037916873	0,035528739
Tam teslimat (miktar)	0,041749397	0,037907088	0,03994956	0,064684265	0,039916101	0,03430262
Tedarik süreci bilgi paylaşımı	0,041749397	0,036699025	0,033151205	0,040469425	0,043933354	0,045497363
Tedarikçiden alınan ürünün toplam maliyeti (ürün maliyeti+lojistik maliyeti+kalitesizlik maliyeti)	0,041359193	0,045130313	0,042452742	0,067628429	0,041342869	0,047568217
Tedarikçinin kalite belgelerine sahip olması (7001-9001...)	0,045397475	0,033343277	0,051427834	0,070336401	0,033577242	0,044763406
Tedarikçinin mali yapısı	0,032601965	0,023275151	0,028960245	0,040963004	0,027229809	0,026177799
Tedarikçinin üretim kapasitesi	0,02848044	0,040115834	0,030119868	0,059078874	0,042020742	0,029966099
Ürünlerin zarar görmeden teslimatı	0,036471458	0,043392783	0,039041299	0,073537826	0,042020742	0,034720986
Zamanında teslimat	0,041749397	0,045130313	0,035228412	0,056506911	0,042020742	0,045497363
Pozitif ideal çözüm	0,045397475	0,045130313	0,051427834	0,073537826	0,046249811	0,050076327
Negatif ideal çözüm	0,02848044	0,023275151	0,028960245	0,040469425	0,027229809	0,026177799

TOPSIS yönteminin bu aşamadan sonraki kısmında pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm değerleri hesaplanmaktadır. Bu aşamada 9 ve 10 numaralı eşitliklerden faydalanılmaktadır. Pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm değerleri tablo 8’de ek olarak verilmektedir. Pozitif ve negatif ideal çözümlerin elde edilmesi işlemi karar noktalarının bu çözüm değerlerine olan mesafesini hesaplama işlemi izlemektedir. Bu işlem için 11 ve 12 numaralı eşitliklerden yararlanılmaktadır. İlgili mesafe değerleri tablo 9’da gösterilmektedir.

Tablo 9. Pozitif ve Negatif ideal çözümlere olan mesafe

	Si+	Si-
Beklenmeyen talepleri karşılayabilme	0,355145645	0,312496708
Esnek ödeme şartları	0,263223263	0,385752886
Kalite performansı	0,152935619	0,433864206
Satış sonrası hizmetler (garanti, iade vs)	0,291930063	0,381820303
Sipariş değişimlerine esneklik	0,405598849	0,246391234
Stok çeşitliliği	0,167030662	0,432571103
Tam teslimat (çeşit)	0,207650582	0,402673278
Tam teslimat (miktar)	0,237601662	0,36390068
Tedarik süreci bilgi paylaşımı	0,392209422	0,32032542
Tedarikçiden alınan ürünün toplam maliyeti (ürün maliyeti+lojistik maliyeti+kalitesizlik maliyeti)	0,127338005	0,471157916
Tedarikçinin kalite belgelerine sahip olması (7001-9001...)	0,183848979	0,465842971
Tedarikçinin mali yapısı	0,560373534	0,041509746
Tedarikçinin üretim kapasitesi	0,373728257	0,294004732
Ürünlerin zarar görmeden teslimatı	0,22131213	0,442208098
Zamanında teslimat	0,245893025	0,392711272

Son olarak 13 numaralı eşitlikten faydalanılarak ideal çözüme göreli yakınlık değerleri hesaplanmıştır.

Örnek olarak; C_1^+ değerinin $\frac{0,312}{0,312+0,355} = 0,468$ şeklinde hesaplanmıştır. Elde edilen değerler ve sıralama Tablo 10’da yer almaktadır.

Tablo 10. İdeal çözüme yakınlık değerleri ve nihai sıralama

Alternatif	Değer	Sıralama
Tedarikçiden alınan ürünün toplam maliyeti (ürün maliyeti+lojistik maliyeti+kalitesizlik maliyeti)	0,787236637	1
Kalite performansı	0,739373442	2
Stok çeşitliliği	0,72143067	3
Tedarikçinin kalite belgelerine sahip olması (7001-9001...)	0,717021307	4
Ürünlerin zarar görmeden teslimatı	0,666457599	5
Tam teslimat (çeşit)	0,659769844	6
Zamanında teslimat	0,614952442	7
Tam teslimat (miktar)	0,604986306	8
Esnek ödeme şartları	0,594402254	9
Satış sonrası hizmetler (garanti, iade vs)	0,566708862	10
Beklenmeyen talepleri karşılayabilme	0,468060043	11
Tedarik süreci bilgi paylaşımı	0,449557553	12
Tedarikçinin üretim kapasitesi	0,440302841	13
Sipariş değişimlerine esneklik	0,377906414	14
Tedarikçinin mali yapısı	0,068966438	15

Tablo 10’da gösterildiği üzere tedarikçi seçiminde en önemli ölçütün Tedarikçilerden alınan ürünlerin toplam maliyetleri(0,787) olduğu tespit edilmiştir, toplam ürün maliyetini sırasıyla kalite performansı, stok çeşitliliği, tedarikçinin kalite belgelerine sahip olması, ürünlerin zarar görmeden teslim edilmesi, tam teslimat (çeşit), zamanında teslimat, tam teslimat (miktar), esnek ödeme şartları, satış sonrası hizmetler, beklenmeyen talepleri karşılayabilme, tedarik süreci bilgi paylaşımı, tedarikçinin üretim kapasitesi, sipariş değişimlerine esneklik ve tedarikçinin mali yapısı takip etmektedir. Benzer uygulama aşamasını içeren çalışmalar incelendiğinde; Şimşek vd, 2015:146 çalışmalarında tedarikçi seçimi kriterlerinde en yüksek ağırlığın fiyat(maliyet) kriterine sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Göktürk vd, 2011: 68 ve Deste ve Yurttaş, 2018: 187 yapmış oldukları çalışmalarında tedarikçi değerlendirme ve seçimine dair en önemli iki kriterin fiyat(maliyet) ve kalite olduğu gözlemlenmiştir. Adalı ve Işık, 2017: 68 çalışmalarında tedarikçi seçim problemi için en önemli kriterlerin kalite ve teslimat süresi olduğunu belirlemişlerdir. Uçal Sarı vd, 2017: 483 çalışmalarında tedarikçi değerlendirme kriterlerinden en önemlilerini fiyat (maliyet) ve kapasite olarak saptamışlardır.

6. Sonuç

İşletmelerin hedeflerine ulaşabilmesi için gerek duyduğu sürdürülebilir rekabet gücü, sağlık bir tedarik zinciri sistemine ihtiyaç duymaktadır. Tedarik zincirlerine meydana gelebilecek türlü olumsuzluklar sonucu işletmelerin yeni tedarikçiler arasından hızlı bir şekilde seçim yapması gerekebilmektedir. 2019 yılı itibariyle yaşanan COVID-19 süreci birçok farklı sektörde ve işletmede tedarik zincirlerinin aksamasına ve yeni tedarikçi arayışlarına sebep olmuştur. Bu çalışmada hem işletmelerin yeni tedarikçi seçiminde hem de mevcut tedarikçilerin performanslarını değerlendirilmesinde kullanabileceği KPI’lar TOPSIS yöntemiyle değerlendirilmiştir. Uygulama aşamasında TOPSIS yönteminin ihtiyaç duyduğu kriter ağırlıklarının elde edilmesinde ise objektif bir ağırlıklandırma yöntemi olan CRITIC yöntemi kullanılmıştır. Yapılan sıralama işlemi sonucunda en önemli KPI’ın tedarikçilerden alınan ürünlerin toplam maliyeti olduğu sonucuna varılmıştır. Yaşanan COVID-19 süreciyle birlikte birçok işletmenin finansal problemler yaşadığı bir dönemde en önemli tedarikçi değerlendirme kriterinin toplam ürün maliyeti olması oldukça olağan görünmektedir. Çalışma sonucu elde edilen sıralama aracılığıyla işletmelerin yeni tedarikçi seçimlerine daha az sayıda KPI kullanarak düşük maliyetle sağlıklı bir seçim yapabilmeleri veya yine daha az sayıda KPI aracılığıyla mevcut tedarikçilerinin performanslarını ölçebilmeleri hedeflenmiştir. Gelecek çalışmalar için farklı değerlendirme kriterleri ve farklı objektif veya sübjektif ağırlıklandırma ve farklı sıralama yöntemleriyle farklı sonuçlar elde edilerek sonuçlar arası karşılaştırma yapılabileceği düşünülmektedir.

Kaynakça

- Adalı, E. A., & Işık, T. A. (2017). Bir Tedarikçi Seçim Problemi İçin SWARA ve WASPAS Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı. *International Review of Economics and Management*, 5(4), 56-77.
- Ağar, F. (2010). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Scor Modeli, Tedarik Süreci Performans Değerlendirmesi ve Scorcard Uygulaması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akman, G., & Alkan, A. (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, (9), 23-46.
- Ayçin, E. (2020). Personel Seçim Sürecinde CRITIC ve MAIRCA Yöntemlerinin Kullanılması. *İşletme*, 1(1), 1-12.
- Bowersox, D. J. (1969). *Readings in Physical Distribution Management: The Logistics of Marketing*. New York: The Macmillan Company.
- Brint, A., Genovese, A., Piccolo, C., & Taboada-Perez, G. J. (2020). Reducing data requirements when selecting key performance indicators for supply chain management: The case of a multinational automotive component manufacturer. *International Journal of Production Economics*, 107967.
- Cai, J., Liu, X., Xiao, Z., & Liu, J. (2009). Improving supply chain performance management: A systematic approach to analyzing iterative KPI accomplishment. *Decision support systems*, 46(2), 512-521.
- Cesur, K. (2010). *Tekstilde Tedarik Zinciri Yönetimi ve Tedarikçi Performans Değerlendirmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Chae, B. K. (2009). Developing key performance indicators for supply chain: an industry perspective. *Supply Chain Management: An International Journal*, 14(6), 422-428.
- Cristóbal, J. R. S. (2011). Contractor selection using multicriteria decision-making methods. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(6), 751-758.
- Dağdeviren, M., Dönmez, N., & Kurt, M. (2006). Bir İşletmede Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yeni Bir Model Tasarımı ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(2), 247-255.
- Dağdeviren, M., & Erarslan, E. (2008). PROMETHEE sıralama yöntemi ile tedarikçi seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 69-75.
- Davis, M. M., & Heineke, J. (2005). *Operations Management, Integrating Manufacturing and Services*. USA: The McGraw-Hill Companies Inc.
- Deste, M., & Yurttaş, A. (2018). Süt işletmelerinde tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesine ve değerlendirme sisteminin kurulmasına yönelik bir araştırma. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(ICEESS'18), 185-194.
- Diakoulaki, D., Mavrotas, G., & Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The critic method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763-770.
- Dickson, G. W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of purchasing*, 2(1), 5-17.
- Ecer, F., & Küçük, O. (2008). Tedarikçi seçiminde analitik hiyerarşi yöntemi ve bir uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 355-369.

- Ertuğrul, İ., & Karakaşoğlu, N. (2009). Performance evaluation of Turkish cement firms with fuzzy analytic hierarchy process and TOPSIS methods. *Expert Systems with Applications*, 36(1), 702-715.
- Ganeshan R., & Harrinson T. P. (1995). *An Introduction to Supply Chain*. Erişim Adres: http://silmaril.smeal.psu.edu/misc/supply_chain_intro.html
- Göktürk, İ. F., Eryılmaz, A. Y., Yörür, B., & Yuluğkural, Y. (2011). Bir İşletmenin Tedarikçi Değerlendirme ve Seçim Probleminin Çözümünde AAS ve VIKOR Yöntemlerinin Kullanılması. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (25), 61-74.
- Hwang, G., Han, J. H., & Chang, T. W. (2020). An Integrated Key Performance Measurement for Manufacturing Operations Management. *Sustainability*, 12(13), 5260.
- Li, H., Adeli, H., Sun, J., & Han, J. G. (2011). Hybridizing principles of TOPSIS with case-based reasoning for business failure prediction. *Computers & Operations Research*, 38(2), 409-419.
- Li, Z., Xu, X., & Kumar, A. (2007, September). Supply chain performance evaluation from structural and operational levels. In *2007 IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (EFTA 2007)* (pp. 1131-1140).
- Lin, M. C., Wang, C. C., Chen, M. S., & Chang, C. A. (2008). Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process. *Computers in industry*, 59(1), 17-31.
- Mccormack, K. (1999). *What Really Works*. IIE Solutions, August.
- Moons, K., Waeyenbergh, G., Pintelon, L., Timmermans, P., & De Ridder, D. (2019). Performance indicator selection for operating room supply chains: an application of ANP. *Operations Research for Health Care*, 23, 100229.
- Özalp, Ö. (2016). *Tedarik Zinciri Performansının Ölçümü: Ekonomik Katma Değer Yönteminin Analizi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Ross, D. F. (1997). *Competing through supply chain management: creating market-winning strategies through supply chain partnerships*. Springer Science & Business Media.
- Santis, R. B., Golliat, L., & Aguiar, E. P. (2017). Multi-criteria supplier selection using fuzzy analytic hierarchy process: case study from a Brazilian railway operator. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 14(3), 428-437.
- Sufiyan, M., Haleem, A., Khan, S., & Khan, M. I. (2019). Evaluating food supply chain performance using hybrid fuzzy MCDM technique. *Sustainable Production and Consumption*, 20, 40-57.
- Şimşek, A., Çatır, O., & Ömürbek, N. (2015). TOPSIS ve MOORA yöntemleri ile tedarikçi seçimi: Turizm sektöründe bir uygulama. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(33), 133-161.
- Tezsürücü, D., & Sofyalıoğlu, Ç. (2015). AHS-VZA Yöntemi ile Tedarikçilerin Performans Değerlendirmesi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), 113-128.
- Timur, M. N., Başkol, M., Çekerol, G. S. & Suvacı, B. (2019). *Tedarik Zinciri Yönetimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Uçal Sarı, İ., Çayır Ervural, B., & Bozat, S. (2017). Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde DEMATEL yöntemiyle tedarikçi değerlendirme kriterlerinin incelenmesi ve sağlık sektöründe bir uygulama. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 23(4), 477-485.
- Xu, J., Li, B., & Wu, D. (2009). Rough data envelopment analysis and its application to supply chain performance evaluation. *International Journal of Production Economics*, 122(2), 628-638.

- Yavuz, O. (2013). *Tedarik Zinciri Performansının Değerlendirilmesinde Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı ve Bir Model Önerisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Ying, L., Lijun, X., & Wei, S. (2009, July). Designing supply chain KPIs for upper-level management. In *2009 IITA International Conference on Services Science, Management and Engineering* (pp. 19-21). IEEE.
- Yüksel, H. (2019). *Üretim İşlemler Yönetimi/Temel Kavramlar*. Kitapana Basım Yayın Dağıtım
- Zeydan, M., Çolpan, C., & Çobanoğlu, C. (2011). A combined methodology for supplier selection and performance evaluation. *Expert systems with applications*, 38(3), 2741-2751.
- Zhenhua, G. (2009). The application of DEA/AHP method to supplier selection. In *2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, (2), 449-451.

