

ÇOK KRİTERLİ TEDARİKÇİ SEÇİMİ PROBLEMİNE PROMETHEE YÖNTEMİ UYGULAMASI

Hüseyin ŞENKAYAS¹

Haluk HEKİMOĞLU²

ÖZET

İşletme performansını artırmak için tedarikçilerden başlayan bir sürecin iyi yönetilmesi gereklidir. Rekabette üstün bir tedarik zincirinin kurulması büyük oranda iyi tedarikçilerin seçilmesine bağlıdır. Hız, esneklik, teslimat sıklığı, maliyet, kalite, teknoloji gibi faktörleri göz önüne alarak alternatif tedarikçilerin değerlendirilmesi ve en uygun olanının seçimi için literatürde çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Tedarikçi alternatiflerini farklı tercih fonksiyonları ile değerlendiren PROMETHEE yöntemi, alternatiflere ait hem kısmî öncelikleri hem de tam öncelikleri elde eder ve daha ayrıntılı analize imkân verir. Çalışmada, duş tekneleri yapan bir firmaya ait beş adet alternatif tedarikçi, beş değerlendirme ölçütüne göre PROMETHEE yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Tedarikçi Seçimi, PROMETHEE.

APPLICATION OF PROMETHEE METHOD FOR MULTIPLE CRITERIA SUPPLIER SELECTION PROBLEM

ABSTRACT

In order to increase the business performance, the process should be well-managed starting from suppliers. A competitive supply chain mostly depends on selecting good suppliers. Several methods have been used to evaluate alternative suppliers in the literature regarding factors like speed, flexibility, frequency of delivery, cost, quality and technology in order to select the optimal one. PROMETHEE method, by evaluating supplier alternatives by different preference functions, gets both partial and complete priorities and provides more detailed analysis. This paper evaluates the five alternative suppliers of a firm manufacturing bath tabs regarding five evaluation criteria by PROMETHEE method.

Keywords: Supply Chain Management, Supplier Selection, PROMETHEE.

¹ Hüseyin ŞENKAYAS, Yrd. Doç. Dr., Adnan Menderes Üniversitesi, Nazilli İİBF.

² Haluk HEKİMOĞLU, Okan Üniversitesi, İİBF, Uluslararası Lojistik Bölümü Araştırma Görevlisi.

1. GİRİŞ

İmalat işletmeleri, özellikle birçok bileşenden oluşan montaj işlemlerinde, dış tedarikçilerden sağlanan girdiler kullanmaktadır. Söz konusu bileşenlerin dış kaynak kullanımı yoluyla tedarik edilmesi, yöneticileri çok alternatifli bir seçim süreciyle karşı karşıya getirmektedir.

İşletmeler arası rekabet için istikrarlı ve kaliteli üretim gerekmektedir. Bu nedenle, alınan hammadde ve malzemelerin kalitesi, tedarik süresi, güvenilirlik ve düşük maliyet ölçütleri önem kazanmıştır. İşletmelerin tedarikçilerinin performansları işletme performansını etkiler. Ancak, sadece düşük maliyetli tedarikçileri seçmek yeterli değildir, tedarikçi seçimi çok ölçütlü bir karar sürecidir. Hızlı, ekonomik, hata kabul etmeyen, geç kalmayan tedarik sistemleri kurulmalıdır.

Tüketicieye uygun fiyatla ürün ulaştırmak isteyen işletmeler, tüm tedarik zinciri boyunca fiyatın oluşma aşamalarını göz önüne almalı, mal tedarik ettiği işletmeleri buna göre seçmelidir.

Üretim ağırlıklı yapının satış ve pazarlama ağırlıklı hale gelmesiyle, müşteri odaklılık ve pazar merkezli hareketler değer kazanmıştır. Hammaddeden son müşteriye ulaşan akış zinciri, parçalı yapıdan bütünlüğe aşamasına geçerek günümüzde tedarik zinciri aşamasına geçmiştir (Çancı ve Erdal, 2009; 51). Müşteri ihtiyaçlarını tam karşılayabilmek için, kaliteli ve düşük maliyetli bir üretim gereklidir. İşletmeler, maliyet düşürmenin yanında ürün kalitesini artırarak ve teslimat süresini azaltarak rekabetçi kalabilmek için tedarikçilerle sürekli bir çalışma ortamına girmelidir (Zeydan, 2011). Bu nedenle, etkili ve esnek bir tedarik zincirinin oluşturulması, dolayısıyla işbirliğine gidilen tedarikçilerin doğru seçilmesi önem kazanır.

Tedarikçi seçiminde kullanılan çok kriterli karar verme yöntemleri, birbiriyle çatışan birden fazla ölçüte dayanarak alternatifleri en iyiden en kötüye sıralayabilir. Bu değerlendirme çeşitli matematiksel optimizasyon teknikleri, bilimsel hesaplamalar ve bilgisayar teknolojileri yardımıyla gerçekleştirilir. Alternatiflerin ikili karşılaştırmalarını yaparak farklı ölçütlere göre değerlendiren PROMETHEE yöntemi, diğer birçok karar verme tekniğine göre kavramsal ve uygulama olarak daha kolaydır (Behzadian, 2010; 198). Albadvi vd. (2007) PROMETHEE yönteminin diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında kapsam ve uygulamada gayet basit bir sıralama yöntemi olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu yöntemin, sınırlı sayıda alternatifin çatışan birçok ölçüte göre sıralanması problemlerine uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışma, duş teknesi imal eden bir işletmenin, birden fazla ölçüte dayanarak tedarikçilerinin seçiminde PROMETHEE yöntemi kullanılması ile doğru sonuca ulaşmayı amaçlamıştır. Analizden önce, tedarikçi alternatiflerinin ve seçim ölçütlerinin belirlenmesi önem taşımaktadır.

2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ VE SEÇİM ÖLÇÜTLERİ

Çeşitli tedarikçi işletmelerden sağlanan hammadde ve malzemelerin bir araya getirilerek oluşturulan ürünü son müşteriye ulaştırmak için oluşturulan tedarik zincirleri, işletmeler arasındaki ürün, bilgi ve para akışını ifade eder. Söz konusu akışı iyi yönetmek, kesintisiz bir iletişim sağlamak için, zincir üyelerinin iyi belirlenmesi gerekmektedir. İşletmelerin, üretimlerini sürdürebilmek için çeşitli tedarikçilerden gerçekleştirdiği kaynak sağlama işlemi, tedarik zincirinin performansını belirleyen faktörlerden biridir.

2.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması

Tedarikçilerin sıralanması için genellikle çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılır. Bu yöntemler, sonlu sayıda alternatifleri değerlendirmede birbiriyile çelişen çok sayıda kriterden oluşur. Tedarikçi seçimi problemleri için önerilen modellerden bir bölümü doğrusal ağırlıklandırma olarak adlandırılır. Bu modellerde tedarikçiler belirli ölçütlere göre sıralanır ve bu sıralamalar belli bir skorda bütünleştirilir. Çok kriterli karar vermede sıklıkla kullanılan TOPSIS, ELECTRE, AHP gibi yöntemler, gerek tek tek gerekse bir arada uygulanarak, işletmelerin tedarikçi seçiminde daha doğru karar vermesini sağlarlar.

TOPSIS yöntemi, çok kriterli karar verme problemleri için geliştirilmiştir. Bu yöntem, tercih edilen alternatif çözümün, ideal çözüme en yakın, negatif-ideal çözüme en uzak olması gerektiği prensibine dayanır. Değer fonksiyonunun tanımlanmasını gerektirmez ancak her bir kriter için monoton artan bir değer fonksiyonunun olduğunu varsayar. Alternatifin ideal çözüme yakınlığını gösteren bir indeks kullanır ve bu indeks değerini maksimize eden alternatif tercih edilir (Masud, 2009).

ELECTRE yöntemi, ikili karşılaştırmalar kullanarak aynı anda iki alternatifi karşılaştırır ve dışlama ilişkisi kullanarak diğerlerince etkilenen alternatifleri eleme yoluna gider. Karar vericiye en iyi çözümü seçmede bir alternatifler seti sunar. Bir alternatifi elimine etmenin, diğer bir alternatifi seçmekten daha kötü olmayacağını kabul eder (Masud, 2009).

AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi ise, sadece çok kriterli karar verme için elverişlidir. Değer (fayda) fonksiyonunun hesaplanmasına gerek yoktur, hatta böyle bir fonksiyonun varlığına dayanmamaktadır. Bu yöntemde karar problemi ilk önce bir hiyerarşi düzeyine göre oluşturulur. En tepede problemin hedefi ya da bütünsel amacı yer alır. Alt düzeyler ise kriterler, alt kriterler vb. diye devam eder. Son düzey karar alternatiflerini gösterir. Bir alternatifin bileşik görelî değerini göstermek için doğrusal bir katkı fonksiyonu kullanılır. Bileşik değerlerin belirlenmesi, hiyerarşinin en üstünde bulunan ana hedefi maksimize etmeye dayanmalıdır (Masud, 2009).

Çok amaçlı programlama, hedef programlama ve benzer teknikler tedarikçi seçiminde çok az kullanılmıştır. Bunun yanında, AHP, bulanık mantık, VZA ve matematiksel programlama modellerinin kombinasyonları, PROMETHEE/

GAIA gibi yöntemler daha sık uygulanmıştır. Bulanık AHP, bulanık TOPSIS ve VZA literatürde ayrı ayrı veya bazen kombinasyon halinde kullanılmıştır. AHP ve TOPSIS birbiriyle kıyaslandığında bazı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Zeydan (2011), bu iki yöntemi kombinasyon olarak birlikte kullanmış ve her ikisinin de avantajlarından yararlanmışır.

2.2. Tedarikçi Seçiminde Ölçütlerin Belirlenmesi

Tedarikçileri sıralarken ve seçerken, hangi çok kriterli karar verme yönteminin kullanılacağına yan sıra, değerlendirme için ele alacağımız ölçütlerin belirlenmesi de büyük önem taşımaktadır.

Üretim, stoklama, ulaşım veya bilgi yönetimi gibi belli bir tedarik zinciri faaliyetini kimin gerçekleştireceğinin seçimi önemlidir. İşletme, öncelikle dışarıya yaptıracığı faaliyetleri belirler, daha sonra kime yaptıracığını alternatifler arasından seçer. Kaynak sağlama işleminin bileşenlerinden biri de tedarikçi seçimidir. Yöneticiler belli bir faaliyet için gerekli tedarikçi sayısına karar verir, tedarikçilerin değerlendirileceği ölçütleri ve nasıl seçileceklerini belirler (Chopra and Meindl, 2007; 45, 59).

Üreticilerin satın aldıkları ürün ve hizmetler, üretim maliyetinin %70'ini oluşturur. İleri teknoloji işletmelerinde bu oran %80'lere ulaşır. Dolayısıyla, bu maliyetleri oluşturan kalemlerin satın alma fonksiyonunca tedarikçilerden uygun bir şekilde sağlanması kritik bir süreçtir (Yücel ve Güneri, 2008; 459).

Tedarik zincirinin rekabet üstünlüğü, tedarikçilerle ve hizmet sağlayıcılarla stratejik işbirliği yardımıyla sağlanabilir. Tedarik zincirinin başarısı büyük oranda iyi tedarikçilerin seçilmesine bağlıdır (Ng, 2008;1059). Türer ve Bayraktar (2008) AHP ile değerlendirme yaptıkları çalışmalarında, kalite, taşıma ve sipariş maliyeti, tedarikçi performansı, teknoloji ve teslim süresi ölçütlerini göz önüne almıştır. Xia ve Wu (2007; 494-495) ise, tedarikçi seçimini, satın alma maliyetini en aza indirmeyi ve aynı zamanda kalite ve hizmet performansını en yükseğe çıkarmayı hedefleyen çok amaçlı bir karar verme süreci olarak ele almışlardır.

İyi bir tedarikçi seçimi, işlem maliyetlerini düşürme ve nihaî ürünlerin kalitesini artırmada firmanın geleceği için önemli bir fark yaratır. Çünkü hammadde ve bileşenlerin satın alınması, toplam maliyet içerisinde en büyük payı oluşturur. Örneğin, motorlu araçlar, ulaşım ekipmanları, makine ve ekipman bileşenleri, satın alınmış malzeme ve hizmetler toplam ürün maliyetinin % 80'ine karşılık gelmektedir. Etkili satın alma stratejileri ile önemli tasarruflar elde edilebilir (Zeydan, 2011).

Optimum bir tedarikçi değerlendirme ve seçim kararının yapılabilmesi için öncelikle ele alınan ölçütlerin değerlendirilip öncelik ve önem sırasına konulması gerekir. Söz konusu ölçütler literatürde çeşitli sınıflandırmalar halinde yer almasına rağmen, ortak birçok ölçüt ele alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.

İşletme performansı, finansal ve operasyonel (finansal olmayan) ölçütlere göre ölçülür. Operasyonel ölçütler ikiye ayrılabilir: İlki kalite, teslimat, fiyat, hizmet ve

esneklik gibi anahtar rekabetçi başarı faktörleri; ikincisi ise kusur, programları gerçekleştirme ve maliyet gibi iç göstergelerdir. Tedarikçi seçim metodunun dayandığı çeşitli faktörler aşağıdaki sorulara verilecek yanıtlarla belirlenebilir (Taş, vd., 2008; 51):

1. Sözleşme tek bir kaynağı mı yoksa birden fazla tedarikçiyi mi içermektedir?
2. Fiyat ve kalitenin bağıl önemi nedir?
3. Tedarikçi ile ilgili uzun vadeli bir ilişki istenmekte midir?
4. İşletmenin ve tedarikçilerin birlikte olmalarından oluşacak bağıl güç nedir?
5. Tedarikçi tasarıma destek verecek midir yoksa sadece tedarik mi edecektir?

Tedarikçiler karşılaştırılırken sadece fiyatı dikkate almak hatadır. Örneğin siparişi karşılama zamanları gibi başka faktörler de toplam maliyeti etkiler. Daha güvenilir veya hızlı bir tedarikçinin daha maliyetli olmasına katlanılabilir mi? sorusuna yanıt aranmalıdır. Tedarikçinin fiyatı yanında sipariş yenileme zamanı, tedarik esnekliği, teslim sıklığı, kalite, işletme içi ulaşım maliyeti, zamanında performans gibi faktörler de göz önüne alınmalıdır (Chopra and Meindl, 2007; 428-429).

İmalatın kesintisiz yürümesi için, imalatçının beklentileriyle tedarikçilerin performansları arasındaki farktan doğan risk de göz önüne alınması gereken bir başka ölçüttür. Tedarikçi seçimi süreci, söz konusu riski en aza indirmek amacıyla oluşturulmalıdır. İşletme dışına yaptırılan bileşenin türüne göre, imalatçı potansiyel tedarikçileri aşağıdaki faktörlere göre değerlendirmelidir (Levary, 2008; 535-536):

1. Bileşeni imal etmek için gerekli teknolojik altyapının elverişliliği,
2. Bileşeni imal edecek işgücünün yeterliliği,
3. Bileşenlerin kalitesi için gerekli standartlar,
4. Bileşenin imalat karakteristiklerini iletmeye yarayan bilgi teknolojileri,
5. Tedarikçinin güvenilirliği,
6. Ürün ve hacim esnekliği.

Dağdeviren ve Eraslan (2008; 70) tedarikçi seçimini, maliyet, kalite, performans, teknoloji vb. birçok ölçütü içeren önemli bir karar problemi olarak tanımlamışlardır. Sadece malzeme maliyetinin değil, işletme, bakım, geliştirme ve destekleme maliyetlerinin de göz önüne alınması gerektiğini söylemişlerdir. Yücel ve Güneri, tedarikçi seçim problemine ilişkin çalışmalarında (2008; 459), oluşturulan karar verme komitesinin belirlediği ölçütleri şu şekilde sıralamıştır: ilişki yakınlığı, teslimat performansı, anlaşmazlık çözümü, endüstrideki pozisyonu ve ağırlığı, performans geçmişi. Eleren (2008; 392) ise, deri sektöründe gerçekleştirdiği çalışmasında, tedarikçi seçiminde kullanılan ölçütlerin belirlenmesiyle ilgili soruların cevaplarına göre, maliyet/fiyat avantajı, güvenilirlik, teslimat

performansı ve kalite performansını en etkili ölçütler olarak belirlemiştir.

Ele alınan literatürde en fazla göze çarpan ölçütler; kalite, maliyet, tedarikçi performansı, uzun süreli ilişki, güven, hız ve teknolojidir. Bu çalışmada ise, işletme yetkilileriyle yapılan görüşmeler sonucunda beş adet ölçüt ele alınmıştır: Mesafe, Kalite, Teknolojik Olanaklar, Maliyet ve Tedarik Performansı.

3. PROMETHEE YÖNTEMİ

PROMETHEE yöntemi, tedarikçi alternatiflerini farklı tercih fonksiyonları ile değerlendirir. Bu yöntemin özelliği, alternatiflere ait hem kısmi öncelikleri hem de tam öncelikleri elde etmesi ve daha ayrıntılı analize imkân vermesidir. Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin en çok kullanılanlarından biri olan PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) yöntemi, literatürdeki mevcut önceliklendirme yöntemlerinin uygulanmasında ortaya çıkan zorluklardan yola çıkarak geliştirilmiştir (Dağdeviren ve Eraslan, 2008; 70).

Behzadian vd. (2010) çalışmalarında, PROMETHEE ile ilgili çok sayıda makaleyi ele almış, uygulama alanlarına göre sınıflandırmıştır. Çevre yönetimi, işletme ve finans yönetimi, kimya, lojistik ve ulaşım, imalat ve montaj, enerji yönetimi, sosyal alanlar ve diğer alanlar (tarım, ilaç sanayi, eğitim vs.) itibarıyla sınıflandırılan çalışmalarda PROMETHEE'nin diğer çok kriterli karar verme teknikleriyle (ELECTRE, AHP, TOPSIS, GAIA vb.) bir arada da kullanıldığı görülmektedir (Behzadian, 2010).

Lojistik alanında PROMETHEE, lokasyon problemleri, tedarikçi seçimi, işletme dışında üretim ve ulaşım problemlerinde kullanılır. Tedarikçileri tercih ilişkilerine göre sıralamak ve stratejik ortak olarak seçmek amacıyla kullanılabilir. Farklı alternatif lokasyonların seçiminde ya da yol rotalama, dağıtım merkezleri kurma, en uygun metro sistemi seçimi gibi alanlarda uygulanabilir (Behzadian, 2010).

Ishzaka, karar vericinin merkezi bir rol üstlendiği ve tercih süreciyle etkileşim içinde bulunduğu bir yaklaşım sunmuştur. Çok kriterli karar verme yöntemleri olan PROMETHEE ve GAIA'ya dayanarak, karar verici tarafından belirlenen farklı tercih parametrelerinin farklı sıralamalara neden olduğu gösterilmiştir (Ishzaka, 2011).

PROMOTHEE yöntemi, PROMOTHEE 1 (kısmi sıralama) ve PROMOTHEE 2 (tam sıralama) olmak üzere 2 ana aşamadan oluşan ve ilk olarak J. P. Brans tarafından 1982 yılında geliştirilen ve ilk defa Kanada'daki Laval Üniversitesi'ndeki bir konferansta sunulan çok ölçütlü bir karar verme yöntemidir. Buradaki PROMETHEE yöntemi ile ilgili açıklamalar da Brans'ın (1982) eserinden derlenmiştir.

Yöntem, karar noktalarının sırasını, PROMETHEE 1 ve PROMETHEE 2 ana aşamalarıyla belirler. PROMETHEE yöntemi karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalarına dayanır. PROMOTHEE yöntemini diğer çok değişkenli karar verme yöntemlerinden ayıran temel fark, değerlendirme

faktörlerinin birbiri ile ilişkilerini gösteren önem ağırlıklarını ve her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini de dikkate almasıdır. Değerlendirme faktörlerinin iç ilişkisi, veri kümesinin dağılımıyla ortaya konur ve yöntemde bu amaçla 6 farklı dağılım öngörülmüştür. PROMETHEE yönteminin başlangıçtan sonuç aşamasına kadar 7 adımı vardır. Bu adımlar ve içerdikleri formüller aşağıda sırasıyla verilmiştir.

Adım 1:

İlk adım olarak karar vericiden karar noktalarını ve değerlendirme faktörlerini tanımlaması istenir. Ardından değerlendirme faktörlerinin önem ağırlıkları belirlenerek veri kümesi oluşturulur. Bu işlemler sonucunda ortaya çıkan veri tablosunun formatı aşağıda gösterilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Veri Matrisi

		Değerlendirme Faktörü				
		f_1	f_2	f_3	---	f_k
Karar Noktaları	A	$f_1(A)$	$f_2(A)$	$f_3(A)$	---	$f_k(A)$
	B	$f_1(B)$	$f_2(B)$	$f_3(B)$	---	$f_k(B)$
	C	$f_1(C)$	$f_2(C)$	$f_3(C)$	---	$f_k(C)$
	---	---	---	---	---	---
Ağırlıklar	w_i	w_1	w_2	w_3	---	w_k

Adım 2:

Belirlenmiş olan değerlendirme faktörlerinin yapısını ve iç ilişkisini göstermek için tercih fonksiyonları belirlenir. Altı tip tercih fonksiyonu vardır. Tercih fonksiyonları Çizelge 2’de gösterilmiştir. PROMETHEE yöntemi karar noktaları bazında ve bağımsız olarak, ne bütünde ne de her bir değerlendirme faktörü için bir içsel mutlak fayda belirlemez. Bunun yerine karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre kıyaslamalarını ikili karşılaştırmalarla yapar. Bunun için de Çizelge 2’de tanımlanan tercih fonksiyonlarını kullanır.

Çizelge 2’deki parametreler:

q: Farksızlık Değeri

p: Kesin Tercih Eşiği

s: p ve q Arasındaki Ara Değer ya da Standart Sapma olarak tanımlanır.

q değeri, değerlendirme faktörlerinin karar noktalarına göre en büyük fark değeri iken, p değeri ise en küçük farktır. Hangi değerlendirme faktörü için hangi tercih fonksiyonunun seçileceğine karar verici tarafından bir değerlendirme faktörüne ilişkin verilerin dağılımına bakılarak karar verilecektir.

Çizelge 2. Tercih Fonksiyonları

	Fonksiyon	Parametre
Birinci Tip (Olağan)	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$	---
İkinci Tip (U Tipi)	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ 1 & d > q \end{cases}$	q
Üçüncü Tip (V Tipi)	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 0 \\ \frac{d}{p} & 0 < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p
Dördüncü Tip (Kademeli)	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \leq q \\ \frac{1}{2} & q < d \leq p \\ 1 & d > p \end{cases}$	p,q
Beşinci Tip (Doğrusal)	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ (d-s)/r, & s \leq d \leq s+r \\ 1, & d \geq s+r \end{cases}$	s,r
Altıncı Tip (Gaussian)	$p(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & d \geq 0 \end{cases}$	σ

Burada d değeri, bir değerlendirme faktörü açısından iki karar noktası değerleri arasındaki farktır. PROMETHEE yönteminin diğer çoklu karar verme yöntemlerine göre önemli bir avantajı, karar vericiye bir değerlendirme faktörü açısından belli bir tercihi yapabilmesine ya da değerlendirme faktörünü kendi belirlediği değerlerle sınırlayabilmesine olanak sağlamasıdır. Bu işlevi ise tercih fonksiyonlarını kullanarak yerine getirir. Buna göre;

- a) Karar verici için ilgili değerlendirme faktörü açısından herhangi bir tercih söz konusu değilse, o değerlendirme faktörü açısından seçilecek tercih fonksiyonu Birinci Tip (olağan) tercih fonksiyonu olmalıdır.
- b) Karar verici ilgili değerlendirme faktörü açısından kendi belirlediği bir değer üstünde değere sahip karar noktalarından yana tercihini kullanmak istiyorsa, seçilecek tercih fonksiyonu İkinci Tip (U tipi) tercih fonksiyonu olmalıdır.
- c) Karar verici tercihini, bir değerlendirme faktörü açısından ortalamanın üstünde değere sahip karar noktalarından yana kullanmak istiyor, ancak bu değer altındaki değerleri de ihmal etmek istemiyorsa, seçilecek tercih fonksiyonu Üçüncü Tip (V tipi) tercih fonksiyonu olmalıdır.
- d) Karar vericinin bir değerlendirme faktörü açısından tercihini belirli bir değer aralığı belirleyecekse, seçilecek tercih fonksiyonu Dördüncü Tip (seviyeli) tercih fonksiyonu olmalıdır.
- e) Karar verici bir değerlendirme faktörü açısından tercihini ortalamanın üstünde değere sahip karar noktalarından yana kullanmak istiyorsa, seçilecek tercih fonksiyonu Beşinci Tip (doğrusal) tercih fonksiyonu olmalıdır.
- f) Karar vericinin tercihinde, ilgili değerlendirme faktörü değerlerinin ortalamadan sapma değerleri belirleyici olacaksa, seçilecek tercih fonksiyonu Altıncı Tip (Gaussian) tercih fonksiyonu olmalıdır.

Adım 3:

Belirlenen tercih fonksiyonları dikkate alınarak, her bir değerlendirme faktörü için karar noktalarının ikili karşılaştırmaları yapılır ve ortak tercih fonksiyonları belirlenir. A ve B iki karar noktasını göstermesi durumunda ortak tercih fonksiyonu için Eş. (1)'deki formül kullanılır.

$$P(A, B) = \begin{cases} 0 & f(A) \leq f(B) \\ p[f(A) - f(B)] & f(A) > f(B) \end{cases} \quad (1)$$

Karar noktalarının ikili karşılaştırmaları yapılırken, değerlendirme faktörünün maksimizasyon ya da minimizasyon yönlü olup olmadığına dikkat edilmesi gerekmektedir.

Adım 4:

Ortak tercih fonksiyonları kullanılarak karşılaştırılan karar noktalarına ilişkin tercih indeksleri Eş. (2) kullanılarak belirlenir. Bu formüldeki k değeri değerlendirme faktörü sayısını gösterir.

$$\pi(A, B) = \sum_{i=1}^k (w_i P_i(A, B)) \quad (2)$$

Adım 5:

Karar noktaları için pozitif (Φ^+) ve negatif (Φ^-) üstünlük değerleri sırasıyla Eş. (3) ve Eş. (4) formülleri kullanılarak belirlenir.

$$\phi^+ = \frac{1}{n-1} \sum \pi(A, x) \quad (3)$$

$$\phi^- = \frac{1}{n-1} \sum \pi(x, A) \quad (4)$$

Burada her iki formülde de x, A dışındaki diğer karar noktalarını göstermektedir. Dolayısıyla her iki formülde de n adet karar noktası için üstünlük değerleri, (n-1) değer toplamından oluşacaktır.

Adım 6:

PROMETHEE 1 ile kısmi sıralama belirlenir. Karar noktalarına ilişkin negatif ve pozitif üstünlük değerlerinin ikili karşılaştırmalarının yapıldığı bu aşamada karşılaşılabilecek üç mümkün durum, bir karar noktasının diğerine üstünlüğü, karar noktalarının farksızlığı ve karar noktalarının birbirleriyle karşılaştırılamaması durumlarıdır. A karar noktasına B karar noktasına üstün olabilmesi için aşağıdaki durumlardan herhangi birinin sağlanması gerekir.

$$\left\{ \begin{array}{l} \Phi^+(A) > \Phi^+(B) \text{ ve } \Phi^-(A) < \Phi^-(B) \\ \text{ya da} \\ \Phi^+(A) > \Phi^+(B) \text{ ve } \Phi^-(A) = \Phi^-(B) \\ \text{ya da} \\ \Phi^+(A) = \Phi^+(B) \text{ ve } \Phi^-(A) < \Phi^-(B) \end{array} \right. \Rightarrow A, B\text{'den üstündür.} \quad (5)$$

$$\{\Phi^+(A) = \Phi^+(B) \text{ ve } \Phi^-(A) < \Phi^-(B)\} \Rightarrow A, B\text{'den farksızdır.} \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Phi^+(A) > \Phi^+(B) \text{ ve } \Phi^-(A) > \Phi^-(B) \\ \text{ya da} \\ \Phi^+(A) < \Phi^+(B) \text{ ve } \Phi^-(A) < \Phi^-(B) \end{array} \right. \Rightarrow A \text{ ile B karşılaştırılamaz.} \quad (7)$$

Adım 7:

PROMETHEE 2 ile karar noktalarının tam sıralaması belirlenir. Karar noktalarının tam sıralaması için, her karar noktası için Eş. (8) formülü kullanılarak tam öncelik değerleri hesaplanır ve bu değerler büyükten küçüğe doğru sıralanır.

$$\Phi(A) = \Phi^+(A) - \Phi^-(A) \quad (8)$$

Bu formüle göre A ve B gibi iki karar noktası için;

- $\Phi(A) > \Phi(B)$ ise A alternatifi daha üstündür.
- $\Phi(A) = \Phi(B)$ ise A ve B alternatifleri arasında bir fark yoktur.

Araz, Özfırat ve Özkarahan (2007) bir tekstil şirketi için bulanık hedef programlama (BHP) kullanarak bir dış kaynak değerlendirme ve yönetim sistemi geliştirmişlerdir. Şirketin tedarikçileri PROMETHEE ile değerlendirilmektedir. BHP en uygun tedarikçileri seçer ve onlara sipariş verilecek miktarları bir araya getirir. Wang ve Yang (2007) dış kaynak kullanımı kararları için altı faktör önermişlerdir: Ekonomi, kaynak, strateji, risk, yönetim ve kalite. Bilgi sistemleri tedariki için, kaynak probleminin analizi ve kriterlerin ağırlığını belirleme için AHP kullanılır ve PROMETHEE yöntemi ile son sıralama belirlenir (Abath and de Almeida, 2009).

4. TEDARİKÇİLERİN SEÇİMİNDE PROMETHEE YÖNTEMİNİN KULLANILMASI

PROMETHEE yöntemi ile aşağıda ifade edilen problem için tedarikçi seçimi uygulamasında önceki bölümde anlatılan adımlar tek tek uygulanarak sonuca ulaşılmıştır.

Adım 1:

Uygulama İzmir ili Çiğli Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren, dış tedarikçileri yapan X firmasında gerçekleştirilmiştir. İşletme dış tedarikçi yapımında kullanılan saç plakayı dışarıdaki bir tedarikçiden hazır olarak almaktadır. Yapılan ön değerlendirmeler sonucu bu yarı mamulü tedarik edebilecek 5 adet alternatif tedarikçi şirket belirlenmiştir. Bu tedarikçilerin, pazarlama departmanının belirlediği 5 adet değerlendirme kriterine göre değerlendirilmesine karar verilmiştir. Bu ölçütler aşağıdaki gibidir;

- MESAFE
- KALİTE
- TEKNOLOJİK OLANAKLAR
- MALİYET
- TEDARİK PERFORMANSI

Alternatif tedarikçiler “kalite”, “teknolojik olanaklar” ve “tedarik performansı” ölçütleri için geçmişte yapılan çalışmalar temel alınarak işletme yöneticileri tarafından 1 ile 10 puan arasında değerlendirilmişlerdir. Fiyat ölçütü temelinde her tedarikçiden birim başına fiyat alınmıştır. Mesafe ölçütü açısından, alternatif tedarikçilerin bulunduğu şehirlerin firmaya uzaklıkları temel alınmıştır. Tedarikçilerin mesafe ve birim fiyat değerleri Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. Tedarikçi Bilgileri

Tedarikçi Firma	Bulunduğu Şehir	Mesafe	Birim Fiyat
A Şirketi	İstanbul	600	5 TL/kg
B Şirketi	Kayseri	850	7 TL/kg
C Şirketi	Ankara	580	5,8 TL/kg
D Şirketi	İstanbul	600	6 TL/kg
E Şirketi	Konya	550	6,5 TL/kg

Firma tüm değerlendirme faktörlerinin eşit ağırlıkta olduğunu söylemiştir. Bu verilere göre tedarikçi firmaların ölçüt bazında aldığı puanlar ve diğer verilerin de bulunduğu veri matrisi Çizelge 4’de görülmektedir.

Çizelge 4. Alternatifler ve Değerlendirme Faktörleri Verileri

	Mesafe	Kalite	Teknolojik Olanaklar	Maliyet	Tedarik Performansı
A	600	7	5	5	5
B	850	8	7	7	7
C	580	8	8	5, 8	6
D	600	9	9	6	8
E	550	9	9	6,5	9

Adım 2:

Elde edilen veri matrisi ışığında karar vericinin değerlendirme faktörlerine göre tercihleri aşağıdaki gibi olmuştur:

- Karar verici 1-2 TL arası fiyat farklarını kabul etmektedir.
- Karar verici için 2-4 arası tedarik performansı farkı değerleri makuldür.
- Karar verici için 2-4 arası teknolojik olanakları arası fark değerleri kabul edilebilmektedir.
- Karar verici için 100-200 km arası mesafe farkları kabul edilebilir.

e) Kaliteden sapmalar karar verici için belirleyici olacaktır.

Karar vericinin tercihlerine göre bir değerlendirme faktörü için tercih fonksiyonu belirlenmiştir. Buna göre ölçütler için belirlenen tercih fonksiyonları aşağıdaki gibi olmuştur;

- Kalite ölçütü için tercih fonksiyonu: (Gaussian)

$$p_1(d) = 1 - e^{-d^2 \sqrt{1,401}}, d \geq 0 (s = 0,837), \quad (9)$$

- Maliyet ölçütü için tercih fonksiyonu: (5. Tip)

$$P_2(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 1 \\ \frac{d-1}{1} & 1 < d \leq 2 \\ 1 & d > 2 \end{cases} \quad (10)$$

-Tedarik Performansı: (4. Tip)

$$P_3(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 2 \\ \frac{1}{2} & 2 < d \leq 4 \\ 1 & d > 4 \end{cases} \quad (11)$$

-Teknoloji Ölçütü: (4. Tip)

$$P_4(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 2 \\ \frac{1}{2} & 2 < d \leq 4 \\ 1 & d > 4 \end{cases} \quad (12)$$

-Mesafe Ölçütü : (4. Tip)

$$P_5(d) = \begin{cases} 0 & d \leq 100 \\ \frac{1}{2} & 100 < d \leq 200 \\ 1 & d > 200 \end{cases} \quad (13)$$

Adım 3:

Adım 2' de belirlenen tercih fonksiyonlarına göre, alternatif çiftleri için Eş. (1)'e göre ortak tercih fonksiyonları oluşturulmuş ve oluşturulan bu fonksiyonlar-

dan hareketle fonksiyon değerleri hesaplanmıştır. A ve B alternatifine ilişkin olarak oluşturulan ortak tercih fonksiyonlarının P1(A,B) belirlenmesi ve fonksiyon değerlerinin hesaplanması aşağıda örnek olarak gösterilmiştir. Diğer alternatif çiftleri için de benzer hesaplamalar yapılmıştır fakat burada gösterilmeyecektir.

A ve B alternatiflerinin değerlendirme faktörleri temelindeki ortak tercih fonksiyonu değerleri;

Kalite ölçütü temelinde A alternatifi B alternatifinden daha kötü:

$$p1(A,B) = 0$$

Maliyet ölçütü temelinde A alternatifi B alternatifinden daha iyidir:

$$f(B) - f(A) = 2 \implies P2(A,B) = 1$$

Tedarik performansı ölçütü temelinde A alternatifi B alternatifinden daha kötüdür:

$$P3(A,B) = 0$$

Teknolojik olanaklar ölçütü temelinde A alternatifi B alternatifinden daha kötü:

$$P4(A,B) = 0$$

Mesafe ölçütü temelinde A alternatifi B alternatifinden daha iyidir:

$$f(B) - f(A) = 250 \implies P5(A,B) = 1$$

Adım 4:

Hesaplanan ortak tercih fonksiyonları ve değerlerine göre her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. A ve B alternatifi için tercih indeksi hesaplaması aşağıda gösterilmiştir. Diğer alternatif çiftleri için benzer hesaplama yapılmıştır. Daha önce de belirtildiği gibi tüm değerlendirme fonksiyonları eşit öneme sahiptir ($w_i=1$).

$$\pi(A,B) = \sum_{i=1}^5 \frac{w_i P_i(A,B)}{\sum_{i=1}^5 w_i} = (0+1+0+0+1+0)/5 = 0,4$$

Adım 5:

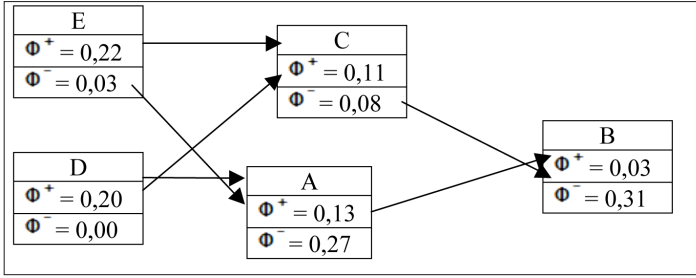
Adım 4'te belirtilen verilerden hareketle yapılan hesaplamalar sonucunda her bir alternatif tedarikçi için $\Phi+$ ve $\Phi-$ değerleri hesaplanır. A alternatifine ilişkin örnek olarak hesaplanmış $\Phi+$ ve $\Phi-$ aşağıda gösterilmiştir. Diğer alternatifler için de benzer hesaplamalar yapılmıştır ve yapılan bu hesaplamalar sonucunda elde edilen değerler Çizelge 5'de görülmektedir.

Çizelge 5. Pozitif ve Negatif Üstünlükler

Alternatif Tedarikçiler	Φ^+	Φ^-
A	0,125	0,2703
B	0,0255	0,3110
C	0,1105	0,0760
D	0,1981	0,0000
E	0,2231	0,0250

Adım 6:

Elde edilen pozitif ve negatif üstünlük değerleri kullanılarak PROMETHEE I yöntemi ile kısmi sıralamalar belirlenir. Eşitlik (5)-(7) ve Çizelge 5 kullanılarak elde edilen kısmi öncelikler Şekil 1'de gösterilmiştir.



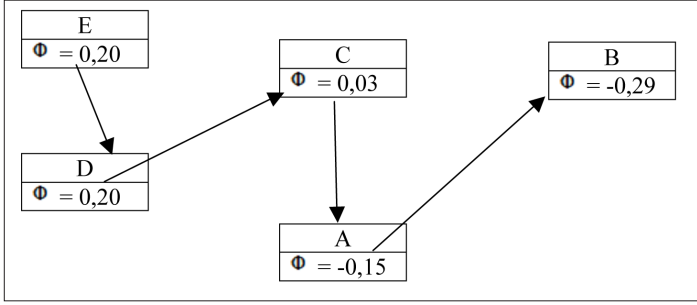
Şekil 1. PROMETHEE I ile Hesaplanan Kısmi Önceliklere Göre Sıralama

Şekil 1'de görülen kısmi önceliklere göre E ve D alternatif tedarikçileri karşılaştırılmaz durumdadır. E ve D tedarikçilerinin ikisi de C tedarikçisinden daha iyi birer alternatiftir. Şekil 1'de de görüldüğü üzere C ve A tedarikçileri de karşılaştırılmaz fakat her ikisi de B den daha iyi birer alternatiftir. Buna göre en kötü alternatif B tedarikçisidir.

Adım 7:

Elde edilen verilere göre PROMETHEE II yöntemi ile tam sıralama belirlenir. Buna göre Eş ile tam öncelikler hesaplanmış ve bu önceliklere göre oluşan tam sıralama Şekil 2'de gösterilmiştir.

Yapılan sıralama sonucu E ve D tedarikçileri aynı derecede iyi çıkmıştır. Bu şartlar altında işletme E ve D tedarikçilerinden istediğini seçebilir. Her ikisi de aynı faydayı sağlayacaktır.



Şekil 2. PROMETHEE II Yöntemi ile Tam Önceliklere Göre Sıralama

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmelerin ana amaçlarından olan performans ve kâr artışı, sadece işletme içi önlemlerle değil, tedarik zinciri boyunca kurulacak sağlam bir yapıyla sağlanabilir. Tedarik zincirinin rekabette üstün olması, iyi tedarikçilerin seçimine bağlıdır.

Tedarikçi seçiminde kullanılan PROMETHEE yöntemi, tedarikçi alternatiflerini farklı tercih fonksiyonlarıyla belirleyerek, hem kısmî hem tam öncelikleri elde ettiği için diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre daha ayrıntılı ve daha basit bir analiz sağlar. İşletmeler, tedarikçi seçiminde uygulamada daha basit olan bu yöntemi rahatlıkla kullanabilirler.

Çalışmada duş tekneleri imal eden bir firmanın tedarikçi seçme problemi ele alınmış, firma yetkililerince belirlenen mesafe, kalite, teknolojik olanaklar, maliyet ve tedarik performansı ölçütlerine göre analiz gerçekleştirilmiştir.

Beş adet alternatif tedarikçiden D ve E tedarikçileri ana işletmeye eşit fayda sağlayacaklardır. İşletme, bu iki tedarikçi arasında kayıtsız kalmaktadır. Elde edilen sonuçlar bağlamında, her iki tedarikçi ile pazarlık yapılabilir. Böylece, söz konusu ölçütlere göre şartlar iyileştirilerek işletmenin performansında ve kârlılığında arzulanan artışlara ulaşılabilir.

Analiz, aynı ölçütlerle, AHP gibi farklı yöntemler kullanılarak tekrarlanabilir. Bu şekilde D ve E tedarikçileri arasındaki eşitlik bozulursa, üstün taraf seçilebilir.

Bu değerlendirme başka sektörlerdeki firmaların tedarikçi seçimi için de yapılabilir. İleriki çalışmalarda başka ölçütler ve alt ölçütler eklenerek farklı bir yapı da oluşturulabilir.

KAYNAKÇA

- ABATH, J. R. ve A. T. De ALMEIDA, (2009), “**Outsourcing Multicriteria Decision Model Based On Promethee Method**”, Journal of Academy of Business and Economics, Jan, 2009, Source Volume: 9 Source Issue: 1.

- ALBADVI, Amir; S. K. CHAHARSOOGHI; A. ESFAHANIPOUR, (2007), **“Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE”**, European Journal of Operational Research (177) 673-683.
- BEHZADIAN, Majid; R.B. KAZEMZADEH; A. ALBADVI; M. AGDASHI, (2010) **“PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications”**, European Journal of Operational Research (200), 198-215.
- BRANS, J.P. & MARESCHAL, Bertrand, (1982), **“Multiple Criteria Decision Analysis”**, Chapter 5 , Promethee Methods,
- CHOPRA, Sunil ve Peter MEINDL, (2007), **“Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation”**, 3rd edition, Pearson, Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- ÇANCI, Metin ve Murat ERDAL, (2009), **“Lojistik Yönetimi”**, UTİKAD, 3. Baskı, İstanbul.
- DAĞDEVİREN, Metin ve Ergün ERASLAN, (2008), **“PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi”**, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 23, No 1, 69-75.
- ELEREN, Ali, (2008), **“Tedarikçi Seçiminde Bulanık TOPSIS Yönteminin Kullanılması ve Deri İşleme Sektöründe Bir Uygulama”**, VIII. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 24-25 Ekim 2008, s. 385-395.
- ISHIZAKA, Alessio and P. NEMERY, (2011), **“Selecting the best statistical distribution with PROMETHEE and GAIA”**, Computers & Industrial Engineering (61) 958-969.
- LEVARY, Reuven R., (2008), **“Using the Analytic Hierarchy Process to Rank Foreign Suppliers Based on Supply Risks”**, Computers & Industrial Engineering, 55, 535-542.
- MASUD, Abu S. M. and A. R. RAVINDRAN, (2009), **“Multiple Criteria Decision Making”**, Operations Research Methodologies, Edited by: A. Ravi Ravindran, CRC Press, 5-1/5-36.
- NG, Wan Lung, (2008), **“An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem”**, European Journal of Operational Research, 186, 1059-1067.
- TAŞ, Nilüfer, Ebru TEZCAN, Atakan ALKAN, Zerrin ALADAĞ, (2008), **“Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimine Bulanık Yaklaşım”**, VIII. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 24-25 Ekim 2008, s. 51-60.
- TÜRER, Sanem, Demet BAYRAKTAR, (2008), **“Tedarikçi Değerlendirme**

- ve Seçme Süreci İçin Bütünleşik Bir Model Önerisi**", VIII. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 24-25 Ekim 2008, s. 81-86.
- XIA, W. ve WU, Z., (2007) **"Supplier selection with multiple criteria in volume discount environments"**, Omega 35 494– 504.
 - YÜCEL, Atakan, Ali Fuat GÜNERİ, (2008), **"Tedarikçi Seçim Problemine Bulanık TOPSIS Yönteminin Uygulanması"**, VIII. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 24-25 Ekim 2008, s. 459-467.
 - ZEYDAN, Mithat; C. ÇOLPAN; C. ÇOBANOĞLU, (2011) **"A combined methodology for supplier selection and performance evaluation"**, Expert Systems with Applications (38) 2741-2751.