

Aralık Tip-II Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Bir Konaklama İşletmesinde Tedarikçi Seçimi

Kemal VATANSEVER*

Salih TELLİOĞLU**

Geliş Tarihi (Received): 31.03.2020 – Kabul Tarihi (Accepted): 15.05.2020

Öz

Tedarikçi seçimini etkileyen faktörlerin fazla olmasından dolayı, tedarikçi seçimi bir “çok kriterli karar verme (ÇKKV)” problemidir. Her şey dahil konsepti ile faaliyette bulunan konaklama işletmelerinde ise ürün çeşitliliği ve yüksek ürün tüketimi nedeniyle tedarikçi seçimi bu işletmeler için ÇKKV problemidir ve oldukça önemlidir. Bu çalışmada Alanya’da faaliyet gösteren ve her şey dahil konseptini kullanan beş yıldızlı bir konaklama işletmesinde tedarikçi seçim problemini çözmek için aralık tip - 2 bulanık TOPSIS (IT2FT) yöntemi önerilmektedir. Çalışmada aralık tip 2 bulanık kümelerin kullanılma nedeni, tip 1 bulanık kümelere göre belirsizlik ortamlarında daha etkili karar verme olanağı sağlamasıdır.

Çalışmanın temel amacı belirsizlik koşulları altındaki yöneticilere karar desteği sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda uygulama yapılan konaklama işletmesinin süt ve süt ürünleri tedarikçileri değerlendirilmiştir. İşletmenin satın almadan sorumlu üst düzey yöneticileri (satın alma müdürü, finans müdürü ve işletme müdürü) ile yapılan görüşmelere ve ilgili literatüre dayalı olmak kaydıyla, tedarikçi seçiminde yedi temel kriter belirlenmiştir. Bu kriterler; ürün teslimat performansı, satış sonrası hizmet, marka bilinirliği, fiyat avantajı, ödeme avantajı, güvenilirlik ve stok kapasitesidir. Sonuç olarak önerilen model doğrultusunda tedarikçiler değerlendirilerek sıralama yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Tedarikçi Seçimi, Aralık Tip -2 Bulanık Topsis, Çok Kriterli Karar Verme, Konaklama İşletmeleri.*

*Doç. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, İİBF İşletme Bölümü Öğretim Üyesi, kemalvatansever@hotmail.com

**Dr. Öğr. Üy., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, ALTSO Turizm MYO, Turizm ve Otel İşl. Programı Öğretim Üyesi, slhtellioglu@gmail.com

Supplier Selection Using Interval Type-II Fuzzy TOPSIS Method in an Accommodation Company

Abstract

Supplier selection is a “multi-criteria decision making” problem because of the high number of factors affecting the selection of suppliers. Supplier selection is an MCDM problem for accommodation company and is very important because of the wide range of products and high product consumption in all-inclusive hotels. In this study, a model is presented to solve the supplier selection problem by using the interval type - 2 fuzzy TOPSIS (IT2FT) method in a five-star hotel in Alanya and using the all-inclusive concept.. Due to the interval type -2 fuzzy method solves uncertainty better than traditional type - 1 fuzzy cluster, this method was preferred in this study.

The main purpose of the study is to provide decision support to managers under uncertainty conditions. For this purpose, the milk and milk products suppliers of the hotel were evaluated. According to the interviews with the senior managers of the company (purchasing manager, finance manager and business manager) and based on the relevant literature, seven basic criteria were determined in the selection of suppliers. These criteria are; product delivery performance, after-sales service, brand awareness, price advantage, payment advantage, reliability and stock capacity. As a result, suppliers were evaluated and ranked according to the proposed model.

Keywords: *Supplier Selection, Interval Type -2 Fuzzy TOPSIS, Multi-Criteria Decision Making, Accommodation Companies*

Giriş

Satınalma departmanı başta her şey dahil sistemini kullanan konaklama işletmeleri olmak üzere işletmelerin önemli fonksiyonlarından biridir. Her şey dahil sisteminin en önemli özelliği ürün çeşitliliği ve yüksek miktarda ürün tüketimi olarak belirtilmekte ve bu faktörler nedeniyle bu sistemi kullanan işletmelerde satın alma departmanının önemi giderek artmaktadır. Satın alma bölümünün iyi yönetildiği işletmelerin maliyetlerinde azalma, ürün teslimatlarında iyileşme ve hizmet performanslarında gelişme olmaktadır (Zubar and Parthiban, 2014: 101).

Satın alma departmanlarının en önemli görevi, işletme amaçları doğrultusunda çalışılacak en uyumlu ve güvenilir tedarikçileri belirlemektir. Tedarikçilerin belirlenmesi ve seçimi süreci, faaliyet gösterilen sektörden sektöre farklılık gösterse de temel bir takım kriterlere bağlıdır. Bu kriterlerin en önemlileri; maliyet, ürün kalitesi, teslim süresidir. Bu kriterler işletmelerin doğru tedarikçiyi seçmeleri için oldukça önemlidir (Gurung ve Phipon, 2016: 13). Tedarikçi seçiminin bu öneminden ve konaklama işletmelerinin son zamanlarda tedarikçilere giderek daha fazla bağımlı hale gelmesinden dolayı yanlış tedarikçi seçimi bu işletmeleri doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Tedarikçi seçimi bu etkenlerden dolayı konaklama işletmelerinin hizmet performansını etkileyen önemli faktörlerden biridir (Simic, vb., 2017: 85). Ayrıca turizm sektöründeki giderek artan rekabetten dolayı da doğru ve güvenilir tedarikçinin seçilmesi bu işletmelere rakiplerine göre rekabet avantajı sağlamaktadır (Agarwal vd., 2011: 801).

Tedarikçi seçimi bir ÇKKV problemidir ve bu problem bir takım nitel ve nicel faktörleri içermektedir. ÇKKV probleminde, karar vericiler en iyi tedarikçiyi belirlemek için bir dizi alternatifi değerlendirmektedirler (Gurung ve Phipon, 2016: 13). 1960'lerden beri yapılan çalışmalarda tedarikçi performansının ölçülmesine yönelik farklı kriterlerin analizine odaklanıldığı görülmektedir (Simic, vb., 2017: 85). Tedarikçi seçimi problemine yönelik çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanımı da oldukça yaygındır (Agarwal vd., 2011: 801). Zadeh tarafından önerilen bulanık küme teorisi de karar alma süreçlerinde yaşanan belirsizlikle mücadelede aktif rol oynamaktadır. Bulanık küme teorisi insan doğasından kaynaklanan hataları minimize edip daha rasyonel kararlar alınmasına yardım etmektedir (Zadeh, 1965: 339). Bulanık küme teorisi ÇKKV teknikleri ile de sıklıkla bir arada kullanılmaktadır. Bulanık ÇKKV tekniklerinin tedarikçi seçimi problemlerinde kullanımı, karar vericilere karar desteği sağlayıp, esneklik kazandırmaktadır.

Çalışmada öncelikle Bulanık ÇKKV tekniklerinin kullanımına ilişkin literatüre yer verilmiştir. Sonrasında tedarikçi seçimi ve çalışmada yürütülen metodoloji hakkında bilgiler verilmiştir. Metodoloji bölümünde, aralık tip 2 bulanık kümeler ve bu kümelerde yürütülen aritmetik işlemler anlatılmış ve devamında önerilen model olan aralık tip 2 bulanık TOPSIS modeli hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak Alanya’da faaliyette bulunan 5 yıldızlı bir konaklama işletmesinin süt ve süt ürünleri grubuna yönelik tedarikçileri, önerilen model ile değerlendirilmiş ve sonuçlar karar vericilerle paylaşılmıştır.

1- İlgili Literatür

Bulanık küme teorisi ile ilgili bilinen ilk çalışma Zadeh’in (1965) “Bulanık Kümeler” başlıklı çalışmasında yayınlanmıştır. Geçmiş yıllarda bu çalışmaya benzer çalışmalar yer alsa da önceki araştırmaların tümünü tamamlayan Zadeh’in çalışmasıydı. Zadeh’in bulanık küme teorisi yayınlandığı tarihten itibaren dünyadaki çok sayıda araştırmacı için birçok farklı alanda kullanılan bir araştırma konusu oldu (Simic vd., 2017: 86).

Bulanık küme teorisi yıllar içerisinde ÇKKV çalışmalarında da sıkça kullanılmıştır. Buna yönelik ilk çalışmalar 1970’lerden itibaren görülmeye başlamıştır. Bellman ve Zadeh (1970) bulanık amaç, bulanık kısıtlama ve bulanık karar olmak üzere üç temel kavramı tanıtmayı ve çok aşamalı karar süreçlerindeki uygulamalarının araştırılmasını amaçlamışlardır. Baas ve Kwakernaak (1977), bulanık küme teorisinden faydalanarak belirsizlik altında çok kriterli karar vermeye dayalı yeni bir yöntem önermişlerdir. Yöntem, basit bir derecelendirme ve sıralama yöntemine dayanmakta ve her bir alternatif için ağırlıklı nihai derecelendirmelerin hesaplanmasını ve ağırlıklı nihai derecelendirmelerin karşılaştırılmasını içermektedir. Zimmerman (1978), bulanık doğrusal programlama yaklaşımının doğrusal vektör maksimum problemi üzerinde uygulanmasına yönelik çalışmıştır. Zimmerman bu çalışmasında çok ölçütlü programlama ile ilgili bazı yaklaşımların varsayımlarını ve sonuçlarını bulanık doğrusal programlama ile karşılaştırmıştır.

2000’li yıllardan sonra bulanık küme teorisi ile yapılan çalışmalara bakıldığında ise tip-2 bulanık küme teorisi ile ilgili çalışmalar daha sık görülmeye başlanmıştır. Bunun sebebi; tip-2 bulanık küme teorisinin kurala dayalı bulanık mantık sistemlerindeki belirsizlikleri modellemeye ve bu belirsizliklerin etkilerini en aza indirmeye olanak tanınmasıdır. Tip-1 bulanık kümeler bu tür belirsizlikleri modellemede tip 2 kadar başarılı değildir. Tip-2 bulanık kümelerin üyelik işlevleri üç boyutlu iken, tip-1 bulanık kümelerin üyelik işlevleri iki boyutludur. (Mendel

ve John, 2002: 117). Son yıllarda, geleneksel bulanık kümeler kavramının bir uzantısı olarak, tip-2 bulanık kümeler daha fazla tercih edilmektedir, çünkü belirsizlikle başa çıkabilme özelliğine sahiptir. Bu nedenle, daha güvenilir sonuçlar elde etmek için, aralık tip-2 bulanık kümelerine dayanan ÇKKV yaklaşımları çeşitli konularda ve farklı alanlarda kullanılmaktadır (Çelik vd., 2015: 329). Aralık tip-2 bulanık küme teorisi tedarikçi seçimine yönelik olarak çok sayıda çalışmada kullanılsa da farklı birçok amaç için de kullanılmaktadır. Dolayısıyla ilgili literatürü iki grupta toplamak mümkündür.

Aralık tip-2 bulanık küme teorisi son on yılda, birçok araştırmacının dikkatini çeken en popüler yapay zekâ araştırma konularından biri olmuştur (Qin, 2017: 250) ve tedarikçi seçiminde yaygın olarak kullanılmıştır. Ghorabae vd., (2014) tedarikçi seçimi için aralık tip-2 bulanık kümeler bağlamında bulanık çok kriterli grup karar verme problemlerini sunmuş ve sayı aralıklarını sıralamak için yeni bir yöntem(COPRAS) önermişlerdir. Turk vd., (2014), aralık tip-2 bulanık kümeler kullanarak tedarikçi seçimi için üç farklı yöntem uygulamışlardır ve bu yöntemler tedarikçilerin ölçütlerinin ve performansının önemine göre uyarlamışlardır. Kar ve Chatterjee (2014), risk faktörlerine dayalı olarak ham petrol tedarikçilerinin alternatiflerinin sıralamasını belirlemek için aralık tip-2 bulanık kümeler yöntemini uygulamışlardır. Heidarzade vd., (2016), aralık tip-2 bulanık değerler kullanmış ve iki aralıklı tip-2 bulanık küme arasındaki mesafeyi hesaplamak için de yeni bir formül geliştirmişlerdir. Bu yaklaşımı kullanarak hiyerarşik kümeleme tabanlı bir yöntem önermişler ve tedarikçi seçim problemini 8 kriter ve 8 tedarikçi ile analiz etmişlerdir. Abdullah ve Otteman (2017), tedarikçi seçimi için aralık tip-2 bulanık küme teorisini uyguladıkları çalışmasında karar vericilerin adımlarının bazılarını entropi ile değiştirerek TOPSIS yaklaşımını farklı aralıklarla ortaya koymuşlardır. Paksoy ve Öztürk (2019), uygun tedarikçi seçimi için üç farklı yöntem üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada önce kural tabanı olmayan aralık tip-2 bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemi daha sonra ise aralık tip-2 bulanık-kural tabanlı analitik hiyerarşi prosesi kullanılmıştır. İki yöntem sonucunda elde edilen sıralama sonuçları üzerinde Kendall Tau Korelasyonuna dayalı sıralama performansı değerlendirmesi işlemi yapılmıştır. Yucesan vd., (2019), plastik enjeksiyon döküm tesisinde Best-Worst Metodu (BWM) ve aralık tip-2 bulanık küme teorisine dayanan yeşil tedarikçi seçimi için çok fazlı bir ÇKKV modeli uygulamışlardır

Aralık tip-2 bulanık küme teorisi farklı çalışmalar kapsamında da kullanılmaktadır. Wu ve Tan (2006), tanklardaki sıvı seviye sistemini kontrol etmek için aralık tip-2 bulanık mantık denetleyicileri ile birlikte genetik algoritmalar kullanmışlardır. Bernardo vd., (2012), finansal

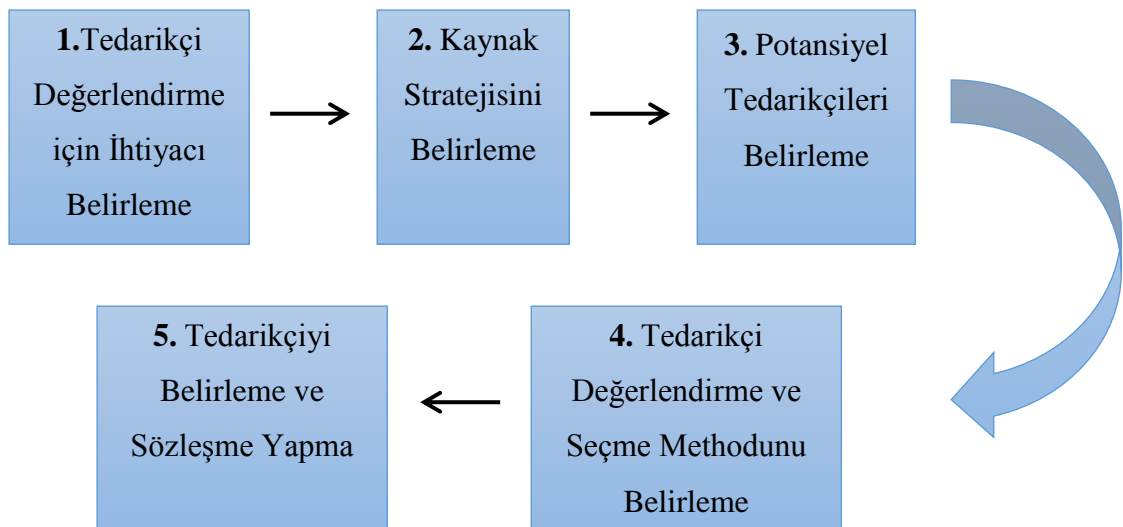
uygulamaların modellenmesi ve tahmini için bir tip-2 bulanık mantık sistemini kullanmışlardır. Xing vd., (2019), arazi örtüsü sınıflamasındaki belirsizliğe odaklanmak için aralık tip 2 bulanık küme teorisini kullanmışlardır. Qin ve ark. (2020), aralık tip-2 bulanık küme teorisine dayanarak akıl yürütme yöntemi ile risk analizi yapmıştır.

2. Tedarikçi Seçimi

İşletmeler için finansal, operasyonel ve stratejik açıdan ürün ve hizmet alımı oldukça önemlidir. Satın alınan ürünlerin maliyeti işletmelerin toplam maliyetleri içerisinde önemli bir yer tutmakta ve bu ürünlerin kalitesi işletmelerin hizmet kalitesini önemli ölçüde belirlemektedir. İşletmeler açısından bir diğer önemli faktör ise tedarikçilerin ürünleri zamanında teslim etmesidir. İşletmeler ürün temin edebileceği tedarikçiyi ya da tedarikçileri seçerken işletmenin hizmet sürecini ve verimliliklerini olumsuz etkilemeyecek tedarikçileri tercih etmeli ve bu tedarikçiler işletmenin stratejik hedeflerine uyum gösterebilmelidir (Rowbotham vd., 2007: 308).

İşletmeler doğru tedarikçiye ancak tedarikçi yönetimi ile ulaşabilmektedirler. İşletmelerin tedarikçi yönetimini başarılı ve uzun süreli yapabilmelerini sağlayacak en önemli faktörlerden biri de tedarikçi seçme ve değerlendirme sürecidir. Geçmişte ürün ya da hizmet satın alırken en uygun fiyatı veren tedarikçiyi seçmek yeterliken bugün işletmelerin tedarikçileri birçok kriter gereince incelemesi ve değerlendirmesi gerekmektedir. Tedarikçi değerlendirme sürecinde beş aşama söz konusudur ve bu aşamalar Şekil 1’de gösterilmektedir.

Şekil 1: Tedarikçi Değerlendirme Aşamaları



Kaynak: Monzka vd., 2009: 237.

Tedarikçileri değerlendirirken kullanılan yöntemler işletmeden işletmeye farklılıklar gösterebilmekte (Elazgöz, 2006: 108-109) ve işletmenin faaliyet gösterdiği sektöre, satın alınan ürünün türüne ve koşullarına bağlı olarak farklı kriterler kullanılabilir. Ancak tedarikçileri değerlendirirken kullanılan en yaygın kriterler; fiyat, kalite ve teslimat performansdır (Kannan ve Tan, 2006: 763). Bu kriterlere ek olarak; Chang vd., (2011), teknolojik yetenek, servis, ürün teslimatında istikrar, teslim süresi, değişim taleplerine zamanında cevap, üretim kapasitesi ve finansal durum kriterlerini, Wu vd., (2013), stok kapasitesi, ödeme şartları, mesafe kriterlerini, Abdullah ve Otteman (2017) ise teknolojik düzey ve esneklik kriterlerini kullanmışlardır.

Turizm sektöründe giderek artan rekabetten dolayı konaklama işletmeleri müşterilerine sunduğu olanakları ve hizmet kalitesini arttırmaya çalışmaktadır. İşletmeler ancak bu sayede rekabet gücünü ve pazar payını arttırabilmektedir. Konaklama işletmelerindeki yüksek ürün çeşidi ve tüketiminden dolayı doğru tedarikçi seçimi işletmenin karlılığını ve hizmet kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu bağlamda konaklama işletmeleri faaliyetlerine katkı sağlayan doğru tedarikçileri tercih etmeli ve bu tedarikçiler ile iyi ilişkiler kurabilmelidir. Doğru tedarikçi seçimi ve tedarik zincirinin başarılı bir şekilde yönetilmesi işletmenin hizmet sürecinin aksamaması, optimum maliyet ile ürün tedarik etmesi ve faaliyetlerini sürdürebilmesi açısından oldukça önemlidir (Tellioglu ve Etilioglu, 2019: 147).

3. Metodoloji

Çalışmada beş yıldızlı bir konaklama işletmesinin süt ve süt ürünleri grubuna yönelik olarak çalıştığı tedarikçilerin değerlendirilmesi ve performanslarının ölçülmesi amaçlanmaktadır. İşletmelerde gerek çalışılan tedarikçilerin sayısal olarak fazlalığı ve gerekse çalışılacak tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin fazla ve çeşitli oluşu, tedarikçi seçimi probleminin doğal olarak bir ÇKKV problemine evrilmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla tedarikçi seçimi bir ÇKKV problemidir. Benzer koşullar konaklama işletmeleri için de geçerlidir. Özellikle yüksek sezon olarak nitelenen yaz aylarında her şey dahil konseptinde çalışan konaklama işletmelerinde gıda ürünlerinin tedarik edilmesi ve bu süreçte çalışılan tedarikçiler işletme faaliyetlerinin sürdürülebilirliği noktasında en önemli konudur.

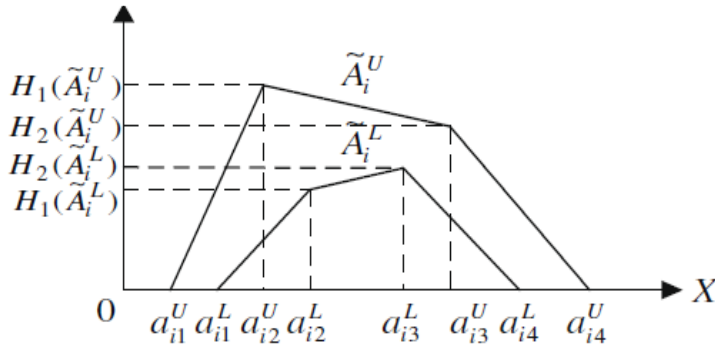
Karar verme problemleri çözümlenirken içerdiği belirsizlikle mücadelede bulanık kümeler kullanılmaktadır. Son yıllarda araştırmacılar kesin üyelik fonksiyonlarının tanımlanmasının imkânsız olduğu durumlarda ve dilsel belirsizlik, muğlaklık, yetersiz bilgiye sahip olma gibi

belirsizliğin farklı türleri ile mücadelede tip-2 bulanık kümeleri kullanmaya başlamışlardır. Bir aralık tip-2 bulanık kümeyi şu şekilde gösterebiliriz (Çebi ve Otay, 2015; 334):

$$\begin{aligned}\tilde{A}_i &= (\tilde{A}_i^U, \tilde{A}_i^L) \\ \tilde{A}_i^U &= (a_{i1}^U, a_{i2}^U, a_{i3}^U, a_{i4}^U; H_1(\tilde{A}_i^U), H_2(\tilde{A}_i^U)) \\ \tilde{A}_i^L &= (a_{i1}^L, a_{i2}^L, a_{i3}^L, a_{i4}^L; H_1(\tilde{A}_i^L), H_2(\tilde{A}_i^L)) \\ H_1(\tilde{A}_i^U), H_2(\tilde{A}_i^U), H_1(\tilde{A}_i^L), H_2(\tilde{A}_i^L) &\in [0,1]\end{aligned}$$

Eşitlikteki \tilde{A}_i^U ve \tilde{A}_i^L tip I bulanık kümeler gibi oluşturulmuş üst ve alt yamuksal üyelik fonksiyonlarını ifade eder ve $a_{i1}^U, a_{i2}^U, a_{i3}^U, a_{i4}^U, a_{i1}^L, a_{i2}^L, a_{i3}^L, a_{i4}^L$ ile ifade edilen değerler ise tip 2 bulanık sayıların referans noktalarıdır. $H_j(\tilde{A}_i^U)$ ve $H_j(\tilde{A}_i^L)$ ise $a_{i(j+1)}^U$ ve $a_{i(j+1)}^L$ nin üyelik değerlerini ifade eder. Bir tip 2 bulanık küme \tilde{A} nın üyelik fonksiyonu Şekil 2’ de olduğu gibidir.

Şekil 2: Aralık Tip 2 Bulanık Küme \tilde{A} (Çebi ve Otay, 2015; 334; Lee ve Chen, 2008; 3261)



Bu çalışmada tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçiminde aralık tip 2 bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Yöntemin aşamalarına geçmeden yöntemin işlem basamaklarını daha iyi takip edebilmek ve kavrayabilmek için aralık tip-2 bulanık kümelerde yapılan aritmetik işlemlerden bazılarını özetlemek gerekmektedir. İlgili literatür incelendiğinde yöntemin işlem basamaklarına geçilmeden önce özet aritmetik işlemlerin verildiği görülmektedir (Lee ve Chen, 2008; Chen ve Lee, 2010; Chen vd., 2012; Çebi ve Otay, 2015; Deveci vd., 2017; Ayvaz ve Kuşakcı, 2017):

3.1.Aralık Tip 2 Bulanık Kümelerde Aritmetik İşlemler

İki tip 2 bulanık sayının toplanması;

$$\tilde{\tilde{A}}_1 \oplus \tilde{\tilde{A}}_2 = \left(\begin{array}{l} a_{11}^U + a_{21}^U, a_{12}^U + a_{22}^U, a_{13}^U + a_{23}^U, a_{14}^U + a_{24}^U; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^U), H_1(\tilde{A}_2^U)), \min(H_2(\tilde{A}_1^U), H_2(\tilde{A}_2^U)), \\ a_{11}^L + a_{21}^L, a_{12}^L + a_{22}^L, a_{13}^L + a_{23}^L, a_{14}^L + a_{24}^L; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^L), H_1(\tilde{A}_2^L)), \min(H_2(\tilde{A}_1^L), H_2(\tilde{A}_2^L)) \end{array} \right) \quad (1)$$

Tip 2 bulanık sayılarda çıkarma;

$$\tilde{\tilde{A}}_1 - \tilde{\tilde{A}}_2 = \left(\begin{array}{l} a_{11}^U - a_{24}^U, a_{12}^U - a_{23}^U, a_{13}^U - a_{22}^U, a_{14}^U - a_{21}^U; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^U), H_1(\tilde{A}_2^U)), \min(H_2(\tilde{A}_1^U), H_2(\tilde{A}_2^U)), \\ a_{11}^L - a_{24}^L, a_{12}^L - a_{23}^L, a_{13}^L - a_{22}^L, a_{14}^L - a_{21}^L; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^L), H_1(\tilde{A}_2^L)), \min(H_2(\tilde{A}_1^L), H_2(\tilde{A}_2^L)) \end{array} \right) \quad (2)$$

Tip 2 bulanık sayılarda çarpma;

$$\tilde{\tilde{A}}_1 \otimes \tilde{\tilde{A}}_2 = \left(\begin{array}{l} a_{11}^U * a_{21}^U, a_{12}^U * a_{22}^U, a_{13}^U * a_{23}^U, a_{14}^U * a_{24}^U; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^U), H_1(\tilde{A}_2^U)), \min(H_2(\tilde{A}_1^U), H_2(\tilde{A}_2^U)), \\ a_{11}^L * a_{21}^L, a_{12}^L * a_{22}^L, a_{13}^L * a_{23}^L, a_{14}^L * a_{24}^L; \\ \min(H_1(\tilde{A}_1^L), H_1(\tilde{A}_2^L)), \min(H_2(\tilde{A}_1^L), H_2(\tilde{A}_2^L)) \end{array} \right) \quad (3)$$

Tip 2 bulanık sayının sabit bir sayıyla çarpımı ve sabit bir sayıya bölünmesi;

$$k * \tilde{\tilde{A}}_1 = \left(\begin{array}{l} (k \times a_{11}^u, k \times a_{12}^u, k \times a_{13}^u, k \times a_{14}^u); H_1(\tilde{A}_1^u), H_2(\tilde{A}_1^u), \\ (k \times a_{11}^l, k \times a_{12}^l, k \times a_{13}^l, k \times a_{14}^l); H_1(\tilde{A}_1^l), H_2(\tilde{A}_1^l) \end{array} \right) \quad (4-5)$$

$$\frac{\tilde{\tilde{A}}_1}{k} = \left(\begin{array}{l} \left(\frac{1}{k} \times a_{11}^u, \frac{1}{k} \times a_{12}^u, \frac{1}{k} \times a_{13}^u, \frac{1}{k} \times a_{14}^u \right); H_1(\tilde{A}_1^u), H_2(\tilde{A}_1^u), \\ \left(\frac{1}{k} \times a_{11}^l, \frac{1}{k} \times a_{12}^l, \frac{1}{k} \times a_{13}^l, \frac{1}{k} \times a_{14}^l \right); H_1(\tilde{A}_1^l), H_2(\tilde{A}_1^l) \end{array} \right)$$

Tip 2 bulanık sayının sırasının (rank) belirlenmesi;

$$\tilde{\tilde{A}}_i = (\tilde{A}_i^U, \tilde{A}_i^L) = \left(\begin{array}{l} (a_{i1}^U, a_{i2}^U, a_{i3}^U, a_{i4}^U); H_1(\tilde{A}_i^U), H_2(\tilde{A}_i^U), \\ (a_{i1}^L, a_{i2}^L, a_{i3}^L, a_{i4}^L); H_1(\tilde{A}_i^L), H_2(\tilde{A}_i^L) \end{array} \right) \quad (6)$$

Şeklinde ifade edilen tip 2 bulanık sayının rankını ikizkenar yamuk şeklinde aralık tip 2 bulanık kümelerle şu şekilde tanımlayabiliriz:

$$\begin{aligned}
\text{Rank}(\tilde{A}_i) = & M_1(\tilde{A}_i^U) + M_1(\tilde{A}_i^L) + M_2(\tilde{A}_i^U) + M_2(\tilde{A}_i^L) + M_3(\tilde{A}_i^U) + M_3(\tilde{A}_i^L) - \\
& \frac{1}{4}(S_1(\tilde{A}_i^U) + S_1(\tilde{A}_i^L) + S_2(\tilde{A}_i^U) + S_2(\tilde{A}_i^L) + S_3(\tilde{A}_i^U) + S_4(\tilde{A}_i^L)) + \\
& H_1(\tilde{A}_i^U) + H_1(\tilde{A}_i^L) + H_2(\tilde{A}_i^U) + H_2(\tilde{A}_i^L)
\end{aligned} \quad (7)$$

Eşitlikte $M_p(\tilde{A}_i^j)$; a_{ip}^j ve $a_{i(p+1)}^j$ elemanlarının ortalamasını ifade eder.

$$M_p(\tilde{A}_i^j) = (a_{ip}^j + a_{i(p+1)}^j) / 2, \quad 1 \leq p \leq 3 \quad (8)$$

$S_q(\tilde{A}_i^j)$ ise a_{iq}^j ve $a_{i(q+1)}^j$ elemanlarının standart sapmasını ifade eder.

$$S_q(\tilde{A}_i^j) = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{k=q}^{q+1} \left(a_{ik}^j - \frac{1}{2} \sum_{k=q}^{q+1} a_{ik}^j \right)^2}, \quad 1 \leq q \leq 3, \quad (9)$$

$S_4(\tilde{A}_i^j)$; $a_{i1}^j, a_{i2}^j, a_{i3}^j$ ve a_{i4}^j elemanlarının standart sapmasını ifade eder.

$$S_4(\tilde{A}_i^j) = \sqrt{\frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 \left(a_{ik}^j - \frac{1}{4} \sum_{k=1}^4 a_{ik}^j \right)^2} \quad (10)$$

$H_p(\tilde{A}_i^j)$; \tilde{A}_i^j ikizkenar yamuk üyelik fonksiyonundaki $a_{i(p+1)}^j$ elemanının üyelik değerini ifade eder ve burada, $1 \leq p \leq 2$, $j \in \{U, L\}$ ve $1 \leq i \leq n$ 'dir.

3.2. Aralık Tip-2 Bulanık TOPSIS

Aralık tip 2 bulanık TOPSIS modeli aşağıdaki adımları içermektedir (Chen ve Lee, 2010; Chen vd., 2012) :

Adım 1: Karar matrisi ve ağırlıklı karar matrisinin oluşturulması

$$Y_p = (\tilde{f}_{ij}^p)_{m \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{f}_{11}^p & \tilde{f}_{12}^p & \dots & \tilde{f}_{1n}^p \\ \tilde{f}_{21}^p & \tilde{f}_{22}^p & \dots & \tilde{f}_{2n}^p \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{f}_{m1}^p & \tilde{f}_{m2}^p & \dots & \tilde{f}_{mn}^p \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\bar{Y} = (\tilde{f}_{ij})_{m \times n}, \quad (12)$$

$$\tilde{f}_{ij} = \left(\frac{\tilde{f}_{ij}^1 \oplus \tilde{f}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{f}_{ij}^k}{k} \right), \quad (13)$$

burada \tilde{f}_{ij} aralık tip 2 bulanık kümedir ve k karar vericilerin sayısını ifade eder.

Adım 2: W_p ağırlık matrisi ve \bar{W} ortalama ağırlık matrisinin oluşturulması.

$$W_p = \left(\tilde{w}_i^p \right)_{1 \times m} = \begin{bmatrix} f_1 & f_2 & \dots & f_m \\ \tilde{w}_1^p & \tilde{w}_2^p & \dots & \tilde{w}_m^p \end{bmatrix}, \quad (14)$$

$$\bar{W} = \left(\tilde{w}_i^p \right)_{1 \times m}, \quad (15)$$

$$\tilde{w}_i = \frac{\tilde{w}_i^1 \oplus \tilde{w}_i^2 \oplus \dots \oplus \tilde{w}_i^k}{k}, \quad (16)$$

burada \tilde{w}_i aralık tip-2 bulanık kümedir ve k karar vericilerin sayısını ifade eder.

Adım 3: \bar{Y}_w ağırlıklı karar matrisinin oluşturulması.

$$\bar{Y}_w = \left(\tilde{v}_{ij} \right)_{m \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \tilde{v}_{12} & \dots & \tilde{v}_{1n} \\ \tilde{v}_{21} & \tilde{v}_{22} & \dots & \tilde{v}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{v}_{m1} & \tilde{v}_{m2} & \dots & \tilde{v}_{mn} \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{w}_i \otimes \tilde{f}_{ij}, \quad 1 \leq i \leq m, \quad \text{ve} \quad 1 \leq j \leq n \quad (18)$$

Adım 4: 7 nolu eşitlik aracılığıyla \tilde{v}_{ij} aralık tip-2 bulanık kümenin sıralama değeri $Rank(\tilde{v}_{ij})$ hesaplanır. \bar{Y}_w^* sıralı ağırlıklı karar matrisi oluşturulur.

$$\bar{Y}_w^* = \left(Rank(\tilde{v}_{ij}) \right)_{m \times n}, \quad 1 \leq i \leq m \quad \text{ve} \quad 1 \leq j \leq n \quad (19)$$

Adım 5: Pozitif ideal çözümü $x^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_m^+)$ ve negatif ideal çözümü $x^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_m^-)$ belirleme.

$$v_i^+ = \begin{cases} \max_{1 \leq j \leq n} \{ Rank(\tilde{v}_{ij}) \}, & \text{eğer } f_i \in F_1 \\ \min_{1 \leq j \leq n} \{ Rank(\tilde{v}_{ij}) \}, & \text{eğer } f_i \in F_2 \end{cases} \quad (20)$$

ve

$$v_i^- = \begin{cases} \min_{1 \leq j \leq n} \{ Rank(\tilde{v}_{ij}) \}, & \text{eğer } f_i \in F_1 \\ \max_{1 \leq j \leq n} \{ Rank(\tilde{v}_{ij}) \}, & \text{eğer } f_i \in F_2 \end{cases} \quad (21)$$

Eşitlikte F_1 fayda kriterleri kümesini ve F_2 maliyet kriterleri kümesini ifade etmektedir.

Adım 6: Her bir alternatifin pozitif ($d^+(x_j)$) ve negatif ($d^-(x_j)$) ideal çözüme uzaklıklarının hesaplanması.

$$d^+(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\text{Rank}(\tilde{v}_{ij}) - v_i^+)^2}, \quad (22)$$

$$d^-(x_j) = \sqrt{\sum_{i=1}^m (\text{Rank}(\tilde{v}_{ij}) - v_i^-)^2}, \quad 1 \leq j \leq n \quad (23)$$

Adım 7: Pozitif ideal çözüm açısından göreceli yakınlık derecelerinin hesaplanması.

$$C(x_j) = \frac{d^-(x_j)}{d^+(x_j) + d^-(x_j)}, \quad 1 \leq j \leq n \quad (24)$$

Adım 8: $C(x_j)$ değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralanması. Büyük değerler ilgili alternatifin daha yüksek önceliğe sahip olduğunu ifade eder.

4. Uygulama

Çalışmada Alanya’da faaliyette bulunan, her şey dahil konseptiyle müşterilerine hizmet veren ve ülkemizin önde gelen 5 yıldızlı otel gruplarından birine ait olan bir konaklama işletmesinin grubunun süt ve süt ürünleri tedarikçileri değerlendirilmiş, performansları ölçülerek sıralama yapılmıştır.

1. Adım: Tedarikçi seçiminde yönelik ilgili literatürden ve firmanın satın alma müdürü, finans müdürü ve işletme müdürünün karar verici olarak belirlendiği heyetin fikir ve önerileri doğrultusunda, süt ve süt ürünleri grubunda yer alan ve firmanın yoğun bir şekilde alım yaptığı 4 tedarikçiyi değerlendirmek için 7 temel kriter belirlenmiştir. Bu kriterler; ürün teslimat performansı, satış sonrası hizmet, marka bilinirliği, fiyat avantajı, ödeme avantajı, güvenilirlik ve stok kapasitesidir.

Tablo 1: Tedarikçi Seçim Kriterleri

	Prahanski & Benton	Chang vd	Noural & Kannan	Shin vd.	Veber vd.	Wu vd.	Türk vd.	Abdullah & Otteman
Fiyat	x	x	x	x	x	x	x	x
Marka/Kalite	x	x	x	x		x	x	x
Teslimat	x	x	x	x	x	x	x	x
Satış Sonrası Hizmet	x	x	x		x	x	x	
Ödeme Avantajı			x			x		
Güvenilirlik			x	x	x			
Stok Kapasitesi						x		

Kriter ağırlıklarını ve alternatifleri değerlendirmede kullanılan ölçekler (Chen ve Lee, 2010)

Tablo 2 ve Tablo 3' de olduğu gibidir.

Tablo 2: Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesinde Kullanılan Dilsel Değişkenler

Dilsel Değişken	Tip 1 Bulanık Küme	Aralık Tip 2 Bulanık Küme
Çok Düşük (ÇD)	(0,0,0,0.1;1,1)	(0,0,0,0.1;1,1), (0,0,0,0.1;1,1)
Düşük (D)	(0,0.1,0.1,0.3;1,1)	(0,0.1,0.1,0.3;1,1), (0,0.1,0.1,0.3;1,1)
Orta Düşük (OD)	(0.1,0.3,0.3,0.5;1,1)	(0.1,0.3,0.3,0.5;1,1), (0.1,0.3,0.3,0.5;1,1)
Orta (O)	(0.3,0.5,0.5,0.7;1,1)	(0.3,0.5,0.5,0.7;1,1), (0.3,0.5,0.5,0.7;1,1)
Orta Yüksek (OY)	(0.5,0.7,0.7,0.9;1,1)	(0.5,0.7,0.7,0.9;1,1), (0.5,0.7,0.7,0.9;1,1)
Yüksek (Y)	(0.7,0.9,0.9,1;1,1)	(0.7,0.9,0.9,1;1,1), (0.7,0.9,0.9,1;1,1)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9,1,1,1;1,1)	(0.9,1,1,1;1,1), (0.9,1,1,1;1,1)

Tablo 3: Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel Değişkenler

Dilsel Değişken	Tip 1 Bulanık Küme	Aralık Tip 2 Bulanık Küme
Çok Zayıf (ÇZ)	(0,0,0,1;1,1)	(0,0,0,1;1,1), (0,0,0,1;1,1)
Zayıf (Z)	(0,1,1,3;1,1)	(0,1,1,3;1,1), (0,1,1,3;1,1)
Orta Zayıf (OZ)	(1,3,3,5;1,1)	(1,3,3,5;1,1), (1,3,3,5;1,1)
Orta (O)	(3,5,5,7;1,1)	(3,5,5,7;1,1), (3,5,5,7;1,1)
Orta İyi (Oİ)	(5,7,7,9;1,1)	(5,7,7,9;1,1), (5,7,7,9;1,1)
İyi (İ)	(7,9,9,10;1,1)	(7,9,9,10;1,1), (7,9,9,10;1,1)
Çok İyi (Çİ)	(9,10,10,10;1,1)	(9,10,10,10;1,1), (9,10,10,10;1,1)

Karar vericilerin yaptıkları değerlendirmeler sonucu eşitlik 11-13 aracılığıyla bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 4: Bulanık Karar Matrisi

\tilde{f}_{11}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{12}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{13}	((0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{14}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{21}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{22}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{23}	((0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00) (0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00))
\tilde{f}_{24}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{31}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{32}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{33}	((0,57 0,77 0,77 0,90 1,00 1,00) (0,57 0,77 0,77 0,90 1,00 1,00))
\tilde{f}_{34}	((0,57 0,77 0,77 0,90 1,00 1,00) (0,57 0,77 0,77 0,90 1,00 1,00))
\tilde{f}_{41}	((0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{42}	((0,63 0,83 0,83 0,97 1,00 1,00) (0,63 0,83 0,83 0,97 1,00 1,00))
\tilde{f}_{43}	((0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{44}	((0,63 0,80 0,80 0,93 1,00 1,00) (0,63 0,80 0,80 0,93 1,00 1,00))
\tilde{f}_{51}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{52}	((0,57 0,77 0,77 0,93 1,00 1,00) (0,57 0,77 0,77 0,93 1,00 1,00))

\tilde{f}_{53}	((0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{54}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{61}	((0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{62}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{63}	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{64}	((0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{71}	((0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00) (0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00))
\tilde{f}_{72}	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{73}	((0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,70 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{f}_{74}	((0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00) (0,70 0,87 0,87 0,97 1,00 1,00))

2. Adım: Sonrasında eşitlik 14-16 aracılığıyla bulanık ağırlık matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 5: Bulanık Ağırlık Matrisi

\tilde{w}_1	((0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_2	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_3	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_4	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_5	((0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,77 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_6	((0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,90 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{w}_7	((0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,83 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))

3. Adım: Eşitlik 17-18 yardımıyla ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 6: Ağırlıklandırılmış Bulanık Karar Matrisi

\tilde{v}_{11}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{12}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{13}	((0,63 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,63 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{14}	((0,75 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,75 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{21}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{22}	((0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{23}	((0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00) (0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00))
\tilde{v}_{24}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{31}	((0,59 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00) (0,59 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{32}	((0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{33}	((0,43 0,72 0,72 0,90 1,00 1,00) (0,43 0,72 0,72 0,90 1,00 1,00))
\tilde{v}_{34}	((0,43 0,72 0,72 0,90 1,00 1,00) (0,43 0,72 0,72 0,90 1,00 1,00))
\tilde{v}_{41}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{42}	((0,49 0,78 0,78 0,97 1,00 1,00) (0,49 0,78 0,78 0,97 1,00 1,00))
\tilde{v}_{43}	((0,54 0,84 0,84 1,00 1,00 1,00) (0,54 0,84 0,84 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{44}	((0,49 0,75 0,75 0,93 1,00 1,00) (0,49 0,75 0,75 0,93 1,00 1,00))
\tilde{v}_{51}	((0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00) (0,64 0,90 0,90 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{52}	((0,43 0,72 0,72 0,93 1,00 1,00) (0,43 0,72 0,72 0,93 1,00 1,00))
\tilde{v}_{53}	((0,54 0,84 0,84 1,00 1,00 1,00) (0,54 0,84 0,84 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{54}	((0,59 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00) (0,59 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{61}	((0,81 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,81 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{62}	((0,75 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00) (0,75 0,97 0,97 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{63}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{64}	((0,81 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00) (0,81 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{71}	((0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00) (0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00))
\tilde{v}_{72}	((0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00) (0,69 0,93 0,93 1,00 1,00 1,00))

\tilde{v}_{73}	((0,58 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00) (0,58 0,87 0,87 1,00 1,00 1,00))
\tilde{v}_{74}	((0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00) (0,58 0,84 0,84 0,97 1,00 1,00))

4. Adım: Eşitlik 7 yardımı ile aralık tip 2 bulanık kümenin rank değerleri hesaplanmıştır.

$$\bar{Y}_w^* = \begin{bmatrix} 9,36 & 9,36 & 9,15 & 9,56 \\ 9,36 & 9,17 & 8,82 & 9,36 \\ 8,98 & 9,17 & 8,10 & 8,10 \\ 9,36 & 8,46 & 8,80 & 8,31 \\ 9,17 & 8,12 & 8,80 & 8,98 \\ 9,77 & 9,56 & 9,36 & 9,77 \\ 8,82 & 9,36 & 8,97 & 8,82 \end{bmatrix}$$

5. Adım: Eşitlik 20-21 ile pozitif ve negatif ideal sonuçlar belirlenmiştir.

$$X^+ = [9,56 \ 9,36 \ 9,17 \ 9,36 \ 9,17 \ 9,77 \ 9,36]$$

$$X^- = [9,15 \ 8,82 \ 8,10 \ 8,31 \ 8,12 \ 9,36 \ 8,82]$$

6. Adım: Her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözüme uzaklıkları eşitlik 22-23 aracılığıyla hesaplanmıştır.

$$d^+(x_1) = 0,61$$

$$d^-(x_1) = 1,87$$

$$d^+(x_2) = 1,42$$

$$d^-(x_2) = 1,30$$

$$d^+(x_3) = 1,55$$

$$d^-(x_3) = 0,85$$

$$d^+(x_4) = 1,60$$

$$d^-(x_4) = 1,17$$

7. Adım: Pozitif ideal çözüm açısından görelî yakınlık değerleri eşitlik 24 ile belirlenmiştir.

$$C(x_1) = \frac{1,87}{1,87 + 0,61} = 0,75$$

$$C(x_2) = \frac{1,30}{1,30 + 1,42} = 0,48$$

$$C(x_3) = \frac{0,85}{0,85 + 1,55} = 0,35$$

$$C(x_4) = \frac{1,17}{1,17 + 1,60} = 0,42$$

$$C(x_1) \geq C(x_2) \geq C(x_4) \geq C(x_3)$$

Sonuç

Konaklama işletmelerindeki yüksek ürün çeşitliliği ve tüketiminden dolayı satın alınan ürünlerin maliyeti işletmenin toplam maliyeti içerisinde önemli bir yer tutmaktadır. Bu önemli faktörden dolayı bu işletmelerde en önemli faaliyetlerden biri doğru tedarikçi seçimidir. Geçmiş yıllarda ürün satın alırken en uygun fiyatı veren tedarikçiyi seçmek yeterliyken bugün tedarikçilerin performansının birçok kritere göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Doğru tedarikçilerin işletmelerin kârlılığına ve hizmet kalitesine olan olumlu katkılarından dolayı işletmeler tedarikçileri mutlaka doğru yöntemler ile seçmeli ve doğru tedarikçiler uzun süreli iş ilişkileri geliştirmelidir. Doğru tedarikçi seçimi ayrıca işletmelerin rekabetçi pazar koşullarında faaliyetlerini sürdürebilmesini sağlayan önemli faktörlerden bir tanesidir. İşletmeler için doğru tedarikçi seçiminin önemli olduğunun belirtilmesine rağmen birçok işletme bu bilimsel yöntemlerden yeterince faydalanmamakta ve tedarikçi seçimini sübjektif kriterlere göre yapmaktadır.

Bu çalışmada, uygun tedarikçiyi belirlemek için aralık tip-2 bulanık TOPSIS (IT2FT) yönteminden faydalanılmıştır. Aralık tip-2 bulanık kümeler belirsizlikler ile başa çıkabilmede tip-1 bulanık kümelere göre daha başarılı olduğu için ÇKKV problemlerinin çözümünde son yıllarda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Sektörel olarak değerlendirildiğinde de çevresel etmenler ve geleceğin belirsizliğinin çok ciddi boyutlarda etki ettiği konaklama işletmelerinde bu yöntemlerin kullanılması firmalara doğru karar verme noktasında avantajlar sağlayacaktır. Yüksek sezon olarak nitelenen yaz aylarında, binlerce turistin aynı anda konakladığı ve her şey dahil konseptiyle hizmet veren bir firma göz önüne alındığında tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi probleminin ne kadar önemli olduğu ortadadır. Araştırmanın yapıldığı işletmedeki en uygun tedarikçiyi tespit etmek için belirlenen yedi kriter ve dört tedarikçi üç

uzman tarafından değerlendirilmiştir. Yedi kriter arasında en önemli kriterlerin ürün teslimi ve güvenilirliği olduğu belirlenmiştir. Literatürden farklı olarak maliyet avantajı uygulama yapılan işletme için en önemli kriter değildir. Bunun nedeni firmanın ülkemizin en büyük konaklama işletmelerinden biri olması ve kurumsal itibarın işletme için çok önemli olmasıdır. Yedi kriter arasında uzmanların değerlendirmesi incelendiğinde, en uygun tedarikçinin bir numaralı tedarikçi olduğu görölmektedir. Dolayısıyla işletme uzun vadeli ticari ilişkilerini şekillendirirken bir numaralı tedarikçi ile daha büyük miktarlarda alım yapma noktasında sözleşme yapabilir.

Çalışmanın yapıldığı konaklama işletmesi ülkemizin önde gelen ve en büyük zincir otellerinden biridir. Dolayısıyla benzer ölçekte faaliyette bulunan işletmeler için benzer kriterlerle aynı yöntemi kullanarak tedarikçi seçimi problemleri çözülebilir. Bunun yanı sıra farklı ÇKKV teknikleri ile de uygulamalar yapılıp karşılaştırılabilir. Ancak ölçek olarak daha küçük konaklama işletmelerine yönelik çalışmalarda farklı kriterlerin ön plana çıkması da muhtemeldir.

Kaynakça

Abdullah, Lazim ve Otteman, Adawiyah (2017). Multi-criteria Decision Making Method based on Interval Type-2 Fuzzy Sets for Supplier Selection. *Journal of Informatics and Mathematical Sciences*, 9 (1). 45-56.

Agarwall, P., Manjari, S., Mishira, V., Bag, M. ve Singh, V. (2011). A Review of Multi-Criteria Decision Making Techniques for Supplier Evaluation and Selection. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 2, 801-810.

Ayvaz, B. ve Kuşakcı, A. O. (2017). A trapezoidal type-2 fuzzy multi-criteria decision making method based on TOPSIS for supplier selection: An application in textile sector. 23(1), 71-80

Baas, S. M. ve Kwakernaak, H. (1977). Rating and Ranking of Multiple-Aspect Alternatives Using Fuzzy Sets. *Automatica*, 13, 47-58.

Belman, E. ve Zadeh, L.A. (1970). Decision-Making In A Fuzzy Environment. *Electronic Research Laboratory University of California*.

Bernardo, D., Hagrass, H., ve Tsang, E. (2012). An Interval Type-2 Fuzzy Logic System for the Modeling and Prediction of Financial Applications. *Lecture Notes in Computer Science*, 95–105. Kamel M., Karray F., Hagrass H. (edt) *Autonomous and Intelligent Systems. AIS 2012. Lecture Notes in Computer Science*, vol 7326. Berlin: Springer.

Chang, B., Chang, C. ve Wu, C. (2011). Fuzzy DEMATEL Method for Developing Supplier Selection Criteria. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 1850-1858

Chen, S. M., ve Lee, L. W. (2010). Fuzzy Multiple Attributes Group Decision-Making Based on the Interval Type-2 TOPSIS Method. *Expert Systems with Applications*, 37(4), 2790-2798.

Chen, S. M., Yang, M. W., Lee, L. W. ve Yang, S. W. (2012). Fuzzy multiple attributes group decision-making based on ranking interval type-2 fuzzy sets. *Expert Systems with Applications*, 39(5), 5295-5308.

Çebi, F., ve Otay, İ. (2015). Multi-Criteria and Multi-Stage Facility Location Selection Under Interval Type-2 Fuzzy Environment: A Case Study for a Cement Factory. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 8(2), 330-344.

Çelik, E. Gül, M. Aydın, N. Gümüş, A ve Güneri, A. (2015). A Comprehensive Review of Multi Criteria Decision Making Approaches Based on Interval Type-2 Fuzzy Sets. *Knowledge-Based Systems Volume 85*, September 2015, 329-341.

Deveci, M., Demirel, N. Ç., ve Ahmetoğlu, E. (2017). Airline new route selection based on interval type-2 fuzzy MCDM: A case study of new route between Turkey-North American region destinations. *Journal of Air Transport Management*, 59, 83-99.

Elazgöz, İ. (2006). *Tedarik Zinciri Yönetimi Yaklaşımının Maliyet Hesaplama Çalışmalarına Etkisi*((Basılmamış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Gurung, S. ve Phipon, R. (2016). Multi-Criteria Decision-Making for Supplier Selection using AHP and TOPSIS method. *International Journal of Engineering Inventions*, 6 (2), 13-17.

Ghorabae , M., Amiri, M. Sadaghiani, J.S. ve Goodarzi, G. H. (2014). Multiple Criteria Group Decision-Making for Supplier Selection Based on COPRAS Method with Interval Type-2 Fuzzy Sets. *Int J Adv Manuf Technol*, 2014 (75), 1115–1130

Heidarzade, A, Mahdavi, I ve Amiri, N.M. (2016). Supplier Selection Using a Clustering Method Based on a New Distance for Interval Type-2 Fuzzy Sets: A Case Study. *Applied Soft Computing* Volume 38, January 2016, 213-231.

Kar, S ve Chatterjee, K. (2014). Supplier Selection Using Ranking Interval Type-2 Fuzzy Sets *Proceedings of the 3rd International Conference on Frontiers of Intelligent Computing: Theory and Applications (FICTA) 2014*, 9-17

Kannan, V.R. ve Tan, K.C. (2006). Buyer-Supplier Relationships The Impact of Supplier Selection and Buyer-Supplier Engagement on Relationship and Firm Performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 36 (10), 755-775.

Lee, L. W., ve Chen, S. M. (2008, July). Fuzzy multiple attributes group decision-making based on the extension of TOPSIS method and interval type-2 fuzzy sets. In *2008 International Conference on Machine Learning and Cybernetics (Vol. 6, pp. 3260-3265)*. IEEE.

Mendel, J. M. ve Rober, B. J. (2002). Type-2 Fuzzy Sets Made Simple. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 10(2), 117-127.

Monzka, R. Handfield, R. Giunipero, L. & Petterson, J. (2009). *Purchasing and Supply Chain Management (Fourth Edition)*. Ohio: South-Western Cengage Learning.

Noorul Haq, A. ve Kannan, G. (2006). Fuzzy Analytical Hierarchy Process for Evaluating and Selecting a Vendor in a Supply Chain Model. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, (2006) 29: 826–835

Paksoy, T. ve Ozturk, M. (2019). Aralık Tip-2 Bulanık Kural Tabanlı Ahp Yaklaşımı ile Tedarikçi Seçimi. *Verimlilik Dergisi*, 2019 (3), 115-140.

Prahanshi, C. ve Penton, W.C. (2004). Supplier Evaluations: Communication Strategies to Improve Supplier Performance. *Journal of Operations Management*, 22 (2004), 39–62.

Rowbotham, F. Galloway, L ve Azhashemi, M. (2007). *Operation Managenent in Context*. 2.th Edition. Oxford: Butterworth-Heinemann

Simic, D. Kovaceviz, I. Svircevic, V. ve Simic S. (2017). 50 Years of Fuzzy Set Theory and Models for Supplier Assessment and Selection: A Literature Review. *Journal of Applied Logic*. 24, 2017, 85-96.

Shin, H., Collier, D. ve Wilson D. (2000). Supply Management Orientation and Supplier/Buyer Performance. *Journal of Operations Management* 18 (2000), 317–333.

Tellioglu, S. ve Etlioğlu, M. (2019). Herşey Dahil Otellerdeki Satınalma Yöneticilerinin Satınalma Davranışlarını ve Kararlarını Etkileyen Faktörler. *SBEDERGİ:Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 3,4,132-149.

Turk, S. John, R ve Ozcan, E. (2014). Interval Type-2 Fuzzy Sets in Supplier Selection. 14th UK Workshop on Computational Intelligence UKCI2014, 8-10 Sept 2014, University of Bradford

Qin, J. (2017). Interval Type-2 Fuzzy Hamy Mean Operators and Their Application in Multiple Criteria Decision Making. *Granul. Comput.* 2(2017),249–269.

Qin, J., X., Y. ve Pedrycz, W. (2020). Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) for Risk Assessment Based on Interval Type-2 Fuzzy Evidential Reasoning Method. *Applied Soft Computing Journal* 89 (2020), 1-14.

Wu, C., Hsies, C. ve Chang, K. (2013). A Hybrid Multiple Criteria Decision Making Model for Supplier Selection. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013, 1-8.

Wu, D. ve Tan, D. (2006). Genetic Learning and Performance Evaluation of Interval Type-2 Fuzzy Logic Controllers. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 19 (2006), 829–841.

Xing, H., He, H., Hu, D. Jiang, T. ve Yu, X. (2019). An interval Type-2 Fuzzy Sets Generation Method for Remote Sensing Imagery Classification. *Computers & Geosciences*, 133 (2019),1-9

Veber, C., Current, J. ve Benton, W.C. (1991). Vender Selection Criteria and Methods. *European Journal of Operational Research*, 50 (1991), 2-18.

Yucesan, M., Mete, S., Serin, F., Çelik, E. ve Gül, M. (2019). An Integrated Best-Worst and Interval Type-2 Fuzzy TOPSIS Methodology for Green Supplier Selection .*Mathematics*, 7(182), 1-19

Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8, 338-353.

Zimmerman, H. (1978). Fuzzy Programming and Linear Programming with Several Objective Functions. *Fuzzy Sets and Systems Volume 1, Issue 1, January 1978, Pages 45-55.*

Zubar, H. A. ve Parthiban, P. (2014). Analysis of Supplier Selection Methods Through Analytical Approach. *Int. J. Logistics Systems and Management*, 18 (1), 100-125.