

Bulanık Ortamda Tedarikçi Seçimi

Özgür DEMİRTAŞ¹, Fulya ZARALI^{2*}, Sermed DOĞAN³

¹Kayseri Üniversitesi, Develi Sosyal ve Beşeri Bilimler Fakültesi, Sağlık Yönetimi Bölümü, KAYSERİ

²Kayseri Üniversitesi, Develi Hüseyin Şahin MYO, Lojistik Programı, KAYSERİ

³Kayseri Üniversitesi, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu, Sağlık Kurumları İşletmeciliği Programı, KAYSERİ

(Alınış / Received: 11.03.2020, Kabul / Accepted: 26.06.2020, Online Yayınlanma / Published Online: 31.12.2020)

Anahtar Kelimeler

Tedarikçi Seçimi
Çok Kriterli karar verme
Bulanık EDAS

Öz: Tedarikçi seçim süreci, işletme ihtiyaçlarını karşılayabilme yeterliliği en yüksek olan tedarikçiyi seçme olgusuna dayandığından tedarik zincirinde verilmesi gereken en önemli kararlar arasında yer almaktadır. Seçim sürecinde sadece nicel ya da nitel kriterleri dikkate alınmanın ötesinde işletme faaliyetlerini etkileyen tüm alternatif kararlar değerlendirilir. Bu çalışmada tedarik zinciri yönetiminin önemli bir halkası olan tedarikçi seçim süreci, Kayseri’de faaliyet gösteren bir işletmenin araç satın alma sürecine yönelik uygulanmıştır. Yöntem olarak bulanık EDAS (Ortalama Çözüm Uzaklığına Göre Değerlendirme) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın karar kriterleri literatürde sunulan ve yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın karar kriterleri literatürde sunulan ve ağırlıkta değerlendirme sürecinde ele alınan kriterlerden oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda değerlendirilen kriterler arasında ürün kalitesi en önemli kriteri oluştururken en uygun tedarikçi ise birinci tedarikçi olarak tespit edilmiştir

Supplier selection in fuzzy environment

Keywords

Supplier selection
Multi-criteria decision
making
Fuzzy EDAS

Abstract: The supplier selection process is an important decision that was made in the supply chain, as it is based on the fact of choosing the supplier with the highest ability to meet business needs. In the selection process, all alternative decisions that affect business activities are evaluated, not only considering the quantitative or qualitative criteria. In this study, the supplier selection process, which is an important link of supply chain management, was applied for the vehicle purchase process of an enterprise operating in Kayseri. For the aim of the study, we used Fuzzy EDAS((Evaluation based on Distance from Average Solution) method. The decision criterias of the study were established from the criterias that were given in the literature. According to the results, product quality was seen as the most important criteria, and the most suitable supplier was seen as the first supplier.

*İlgili Yazar, email: fzarali@gmail.com

1.Giriş

Komplike bir yapı gösteren işletmeler, inovasyon ya da yıkıcı etki yaratan gelişmelere ulaşma ve güncel adımlar atabilme adına teknik, operasyonel, yönetsel ve sürdürülebilir stratejik tercihlere ihtiyaç duymaktadır. Bu gereksinim ise müşteri taleplerindeki artış, teknolojik imkanlar ve yenilikler düzeyindeki değişimlere bağlı olarak müşteri ihtiyaçları farklılaşmış ve daha düşük fiyat ile daha yüksek kalitenin aynı anda talep etmeye başlanmasından ileri gelmektedir [1]. İşletmelerin müşteri ihtiyaçları ve beklentilerinde yaşanan değişime cevap verebilmesi tedarik sürecini etkin yönetebilmesi ile mümkün olabilmektedir.

Tedarik süreci, firmanın mevcut durum analizi sonucunda ihtiyacın ortaya çıkması ile başlamaktadır. İşletmeler tedarik sürecinde karar alırken; rekabet koşullarında varlığını sürdürme, kaynakları maliyet-etkililik doğrultusunda yönlendirme, rekabet üstünlüğünün sürekliliği, ortalamanın üzerinde gelir elde

etme gibi unsurları etkilemesi bakımından uygulama aşamasında hangi yöntemin benimseneceğine ilişkin birbiriyle çelişen pek çok kriter etken olabilmektedir. Karar sürecinin karmaşık yapısı, içinde bulunduğumuz zaman dilimine göre şekillenmesi ayrıca kararların farklılaşması ve sayıca artması yeni yöntem önerilerini bir bakıma zorunlu kılmaktadır [2]. Ancak karar verme sürecinde belirsizlikleri daha net bir biçimde ortaya koymak yerine yalnızca niceliksel kriterler dikkate alınarak model yapısını belirleme [3], eksik bilgiler ve yanlış tercihler gibi birçok etki faktörü dikkate alınmamaktadır [4].

Tedarikçi seçim problemi, çok sayıda alternatif arasından ihtiyaçlara cevap verebilme yetisi en yüksek olan kriterleri seçme zorluğudur. Kararların doğru bir biçimde alınması ise tedarikçilerden müşteriye kadar uzanan süreç içerisinde [5], işlevsel alanlarda daha fazla iletişim, etkileşim ve bilgi akışını sağlayan analitik yöntemlerin varlığı ile ilgilidir [6]. İşletmeler için kısa, orta ve uzun vadeli hedeflerin gerçekleştirilmesinde maksimum fayda getirecek tedarikçi seçimi, çok sayıda kriterin dikkate alınması ile gerçekleştirilir [7]. Bu nedenle çok kriterli bir problemdir ve en iyi tedarikçi seçimi için çelişkili maddi ve maddi olmayan faktörler arasında bir takas yapmayı [8] bunlarla birlikte sistematik ve şeffaf bir yaklaşım sürecini gerektirmektedir [9]. Ayrıca organizasyonlar için verilmesi gereken en önemli kararlar [1] arasında olmakla birlikte bir dizi fiyat listesini taramaktan çok daha fazlasını gerektirir ve seçim hem nicel hem de nitel değişkenleri içeren çok çeşitli faktörlere bağlı olabilmektedir [10].

Karar verme aşamasında birçok kriterin kısıtlılık göstermesi nedeniyle karar alım süreci bulanık bir ortamda gerçekleştirilirken karar alımı da oldukça güçtür. Karmaşıklığa yol açan bulanık ortam, girdi verilerindeki belirsizlik olarak ifade edilebilir [11]. Zadeh, karar verme süreçlerinde belirsizliklerle başa çıkmak için bulanık küme teorisini geliştirmiştir [12]. Bulanık küme teorisi, tedarikçi seçim probleminde belirsizliğin olduğu durumlarda kullanılmaktadır [13]. Bu doğrultuda tedarikçi seçim sürecinin yaratmış olduğu belirsizlik bulutunun önüne geçmek ve karar verme aşamasında çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık EDAS kullanılarak tedarikçiler arasından en uygun ve verimli olanını seçmek çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

2. Literatür Taraması

2.1. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetimi literatürde dikkat çekmekle [14] birlikte araştırmacılar tarafından farklı vurgulamalarda bulunularak tanımlaması yapılmıştır. Genel bir ifade olarak tedarik zinciri, malların bir yerden bir yere taşınması değil [15] üretim, üretim ve tedarik sürecinin her bir elemanın hammaddeden son kullanıcıya kadar çeşitli örgütsel sınırları kapsayan bir zincir olarak ifade edilmektedir [16]. Başka bir tanımda ise; ana müşterilere, ürünlere, hizmetlere ve diğer paydaşlara değer katan [17], bitmiş bir ürünün son kullanıcıya veya müşteriye tesliminde yer alan karmaşık bir faaliyet ağının koordinasyonu [18], iç-dış tedarik zinciri [19] ve tedarik zincirinin faaliyetlerini verimli bir şekilde planlama, uygulama ve kontrol etme süreci şeklinde ifade edilmektedir [20].

Küreselleşme olgusu, iletişim ve bilgi teknolojisinde meydana gelen yıkıcı etkilerle birlikte, rekabetçi baskıların artması işletmeleri hayatta kalabilme ve varlığını sürdürebilme bağlamında belirli standartlara yönlendirmektedir [21]. Buna bağlı olarak işletmelerin rekabet edilebilirliği açısından ihtiyaçlara hızlı cevap verebilecek düşük maliyet ve yüksek kalitede hizmet sunumu, müşterilere mal ve hizmet sağlamak için karar verme süreçlerinde koordine, entegre tasarımı ve tüm bileşenlerin kontrolüne cevap verebilecek tedarik zincirini geliştirmeye zorlamaktadır [22]. Tedarik zinciri yönetiminde etkinliği ve başarıyı sağlamak için tüketicilere en optimal biçimde ulaşma yolları ve karşılaşılabilecek engellerde nasıl bir yöntem ile üstesinden gelineceği vurgulanması yapılırken müşteri beklentileri, küreselleşme, bilgi teknolojisi, hükümet düzenlemeleri, rekabet ve çevre unsurları da karar sürecine dahil edilmelidir [18]. Bu doğrultuda tedarik zinciri yönetimi, değişimlere hızlı cevap verebilme, ihtiyaçlara en iyi şekilde uyum sağlamak için gelişim ve değişim aktivasyonu [23], işlevler arasın entegrasyon ile sinerji yakalamayı [24], en iyi tedarik zinciri konfigürasyonunu bulma [20], verimlilik ve rekabet avantajını artırma [16], uzun vadeli performans iyileştirme [17], doğru nitelikte, doğru miktarda ürünün hasarsız ve tam zamanında aktarımı [25] ve maliyet avantajını öngörmektedir.

2.2. Tedarikçi Seçim Süreci Ve Seçim Kriterleri

Tedarikçi seçimi, ihtiyaç arzı gösteren hammaddelerin, yarı mamullerin, gerekli malzeme ve ekipmanın kimden ve ne kadar satın alınacağını belirlemesidir [26;27]. Tedarikçi seçiminin amacı, bir firmanın ihtiyaçlarını sürekli ve kabul edilebilir bir maliyetle karşılama potansiyeli en yüksek tedarikçilerin tespiti

[28] başka bir ifade ile süreçlerin uyumlaştırılmasıyla en uygun tedarikçinin seçilmesidir [29]. Bu nedenle "optimal ortaklar" seçme, sistematik, şeffaf ve hedefe yönelik bir tedarikçi yönetim sürecini gerektirmektedir [30;9]. Ancak tedarikçi seçim süreci sadece fiyat ve kalite beklentisinin ötesinde, alıcının özel üretim ihtiyaçlarını karşılama [31], uzun vadeli ve stratejik uyum gibi niteliksel kriterler ile "gelecekteki üretim yeteneklerinin değerlendirilmesi" gibi kalitatif kriterleri [3;32], hizmet esnekliği ve değişikliklere cevap vermeyi içermektedir [7]. Mendoza [33] tarafından geliştirilen etkin bir tedarikçi seçim süreci; uygun tedarikçi için ihtiyacın kabul edilmesi, satın alma kriterlerinin ve stratejilerinin tespiti, tedarik kaynaklarının belirlenmesi, tedarikçilerin sınıflandırılması, uygun seçim yöntemi ile tedarikçilerin seçimi ve son aşama nihai sözleşmenin imzalanması olarak ifade edilmiş ve bu olgunlaşma süreci Şekil 1'e yansıtılmıştır [33].



Şekil 1. Tedarikçi Seçim Süreci

Belirtilen değerlendirmeler doğrultusunda tedarikçi seçim süreci, en iyi tedarikçileri bulmak için çelişkili maddi ve maddi olmayan faktörler arasında bir denge kurarak tedarik maliyetini en aza indirmeyi, aynı zamanda kalite ve hizmet performansını en üst düzeye çıkarmayı hedefleyen çok amaçlı bir karar verme problemidir [34]. Tedarikçi seçimine yönelik ilk çalışmalardan biri Dickson [35] tarafından gerçekleştirilmiş ve Dickson, satın alma yöneticilerinden elde edilen verilere dayanarak tedarikçi seçimi için 23 önemli değerlendirme kriteri belirlemiştir. Bu kriterler arasında ürün kalitesi, teslimata yönelik geçmiş performans ve garanti politikası en önemli üç kriter olarak ifade edilmiştir [27]. Tedarikçi seçim sürecine yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda kalite, fiyat, esneklik, zamanında teslimat gibi kriterler üzerine odaklanılmıştır. Swift [29] tedarik kararlarında satın alma yöneticileri arasında farklılığın olup olmadığını belirlemeye yönelik gerçekleştirilen çalışmada, tedarikçi seçim kriterleri olarak fiyat, ürünün güvenilirliği, mevcut teknik destek ve ürünün toplam maliyeti olarak ifade edilmiştir. Weber ve Ellram [31] satın alıcıya karar verme sürecinde belirli alternatifler sunarak çok amaçlı bir programlama modeli geliştirilmiş ve tedarikçi seçiminde fiyat, kalite ve teslimat kriterlerine vurgu yapılmıştır. Håkansson ve Wootz [36] tedarikçi seçiminde alıcı kararını etkileyen kriterleri, tedarikçi özellikleri (itibar ve büyüklük) ve teklif özellikleri (fiyat ve kalite) olarak iki gruba ayırmışlardır. Humphreys ve arkadaşları [37] çevresel faktörleri tedarikçi seçim sürecine entegre eden bilgi tabanlı bir sistem geliştirilerek bu sistemde fiyat, kalite ve esneklik kriterleri dikkate alınmıştır. Öz ve Baykoç [38] uzman sistemlerinin diğer yöntemlere göre daha gerçekçi sonuçlar verdiğini ve tedarikçi değerlendirme ve seçme aşamasında tüm bileşenler için geçerli olan fiyat, kalite ve teslimat zamanı kriterlerini belirlemişlerdir. Pi ve Low [39] gereksinimleri karşılayacak tedarikçileri kalite, zamanında teslimat, fiyat ve servis gibi birden fazla kriter bakımından değerlendirmeye dahil etmişlerdir. Özel ve Özyörük [5] bulanık aksiyomatik tasarım kullanılarak tedarikçi seçim sürecini etkileyen kriterleri; fiyat, kalite esneklik ve teslim süresi bakımından değerlendirmişlerdir. Son olarak Sarkis ve Talluri [40] stratejik ve operasyonel faktörler üzerinde kalite, teslimat ve esneklik gibi kriterleri etkisini vurgulamışlardır. Tedarikçi seçimiyle ilgili belirtiler doğrultusunda uygun tedarikçi seçimi için kalite, fiyat, esneklik ve teslimat performansları gibi birçok nicel ve nitel faktörler dikkate alınmalıdır [4].

Çalışmalarda tedarikçi seçim süreci farklı kriterler ile ele alınmakla birlikte seçim sürecinde de farklı yöntemlerin uygulandığı gözlemlenmiştir. Bu yöntemler arasında çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemi geniş bir kullanım alanına sahiptir. Literatürde ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar

incelendiğinde genel olarak; personel seçimi, birimlerin etkinliklerinin ölçülmesi, tedarikçi seçimi ve yatırım alternatiflerinin değerlendirilmesi gibi alanları kapsamaktadır. Bu bağlamda ÇKKV, karar sürecini kriterlere göre modelleme ve karar vericinin süreç sonunda elde edeceği faydaları en büyükleyecek şekilde analiz etme sürecine dayanır [2]. Çok kriterli karar verme süreçlerinde genellikle AHP [41;42;43;44;45;46], TOPSIS [47;48;49;50], ELECTRE [51;52;53], VIKOR [54;55;56;57] ve PROMETHEE [58;59;60;61] yöntemleri kullanılmaktadır.

İnsan kararları ve tercihleri genellikle belirsiz olmakla birlikte kesin bir sayısal değerle tahmin edilemediğinden dolayı gerçek hayat durumlarını modellemek için veriler yetersiz kalmaktadır [62;63]. Bu gibi durumlarda bulanık kümeler teorisi belirsizliklerle başa çıkmada en iyi araçlardan biridir [64]. Literatürde belirsizlikleri ortadan kaldırmak için çok kriterli karar verme yöntemleri olarak Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Bulanık Ağırlıklı Çarpım, Bulanık Ağırlıklı Toplam, Bulanık PROMETHEE ve Bulanık TOPSIS yöntemleri önerilmektedir [65;66;67;68;69]. Araştırmada belirsizlikleri ortadan kaldırmak için geliştirilen çok kriterli karar verme yöntemlerinde yeni bir yaklaşım olan Bulanık EDAS yöntemi kullanılmıştır.

3. Bulanık Mantık

Gerçek hayat problemleri birçok belirsiz kısıtlar içermektedir ve karar vericiler alternatiflerin sonuçlarını kesin sayısal ifadelerle değerlendiremezler. Bu nedenle, verilerde olabilecek eksiklikler ve karar vericinin algısına dayanan belirsizlikler için bulanık mantık en etkili ve en uygun yöntemdir [70]. Bulanık mantık, 1965 yılında Zadeh tarafından geliştirilmiştir. Zadeh, bulanık mantık da kesin belli olan değerler yerine yaklaşık değerler kullanmış ve bilgi çok az, az, küçük, büyük şeklinde dilsel ifadeler ile tanımlanmıştır [71] Bu çalışmada belirsiz ortamlarda tedarikçi seçim problemini ele almak için yeni bir yöntem olan Bulanık EDAS yaklaşımı önerilmiştir. Önerilen yöntemde alternatifler ve kriterlerin değerlendirilmesinde üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır. $A = (a_1, a_2, a_3)$ bulanık sayı olmak üzere Eşitlik 1'de üçgen bulanık sayının üyelik fonksiyonu verilmiştir Ghorabae ve diğerleri [72]

$$\mu_A(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_2-a_1} & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3-x}{a_3-a_2} & a_2 \leq x \leq a_3 \end{cases} \quad \text{Ve 0 diğer durumlarda} \quad (1)$$

İki üçgen bulanık sayı A ve B olmak üzere $A = (a_1, a_2, a_3)$, $B = (b_1, b_2, b_3)$ ve k sabit sayısının bulanık sayılarla aritmetik işlemleri Eşitlik 2'den Eşitlik 9'a kadar aşağıda tanımlanmıştır.

- Toplama:

$$A \oplus B = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (2)$$

$$A + k = (a_1 + k, a_2 + k, a_3 + k) \quad (3)$$

- Çıkarma:

$$A \ominus B = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1) \quad (4)$$

$$A - k = (a_1 - k, a_2 - k, a_3 - k) \quad (5)$$

- Çarpma:

$$A \otimes B = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3) \quad (6)$$

$$A \times k = \begin{cases} (a_1 \times k, a_2 \times k, a_3 \times k) & \text{eğer } k > 0 \\ (a_3 \times k, a_2 \times k, a_1 \times k) & \text{eğer } k < 0 \end{cases} \quad (7)$$

- Bölme:

$$A \oslash B = (a_1/b_3, a_2/b_2, a_3/b_1) \quad (8)$$

$$A \div k = \begin{cases} (a_1/k, a_2/k, a_3/k) & \text{eğer } k > 0 \\ (a_3/k, a_2/k, a_1/k) & \text{eğer } k < 0 \end{cases} \quad (9)$$

$A = (a_1, a_2, a_3)$ üçgen bulanık sayısı olmak üzere A bulanık sayısının durulaştırılmış değeri eşitlik 10'da verilmiştir.

$$k(A) = \frac{1}{3}(a_1 + a_2 + a_3) \quad (10)$$

$A = (a_1, a_2, a_3)$ üçgen bulanık sayısı olmak üzere A bulanık sayısı ile sıfır arasındaki maksimum değeri bulmak için (ψ) fonksiyonu tanımlanmıştır. $\psi(A)$ fonksiyonu eşitlik 11'de verilmiştir.

$$\psi(A) = \begin{cases} A & \text{eğer } k(A) > 0 \\ 0 & \text{eğer } k(A) < 0 \end{cases} \quad (11)$$

4. Bulanık Edas Yöntemi

EDAS yöntemi, Ghorabae ve ark. [73] tarafından önerilmiş çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir. Ghorabae ve ark. [72] EDAS yöntemini bulanık küme yaklaşımı ile birleştirerek Bulanık EDAS yöntemini geliştirmişlerdir. Bulanık EDAS yöntemini, tedarik seçimi problemi için kullanmışlar ve 5 tedarikçi firmayı 6 kritere göre değerlendirip seçim yapmışlardır. Ghorabae ve ark. [74] EDAS yöntemini aralıklı ikinci tip bulanık sayı ile birleştirerek taşeron firma seçimi için kullanmıştır. Çalışmada, inşaat sektörü için 8 alternatif ve 7 kritere göre taşeron firma seçimi yapılmıştır. Stevic ve ark. [75] pvc doğrama üreticisi seçimi, Zhank ve ark. [76] yeşil tedarik seçimi, Bayrakdaroğlu ve Kundakçı [77] ar-ge proje seçimi için, Stevic ve ark. [78] tedarik seçimi için Bulanık EDAS yöntemini kullanmışlardır. Ayrıca Kahraman ve ark. [79] EDAS yöntemini sezgisel bulanık sayılarla birleştirerek sezgisel Bulanık EDAS yöntemi ile Stanujkic ve ark. [80] EDAS yöntemini gri sayılarla birleştirerek gri EDAS yöntemini geliştirmişlerdir.

Bu çalışmada, bulanık EDAS yöntemi kullanılarak tedarik seçimi yapılmıştır. Karar vericiler, kriterlerin ağırlıklarını ve her bir kritere göre alternatiflerin derecelendirmelerini sözel terimlerle ifade etmişler ve bu sözel terimler, üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Alternatifler kümesi A , kriterler kümesi K ve karar vericiler kümesi KV olmak üzere bulanık EDAS yönteminin adımları aşağıda verilmiştir [72]

:

$$\begin{aligned} A &= \{A_1, A_2, \dots, A_n\} \\ K &= \{K_1, K_2, \dots, K_c\} \end{aligned} \quad (12)$$

$$KV = \{KV_1, KV_2, \dots, KV_k\}$$

Adım 1: Birleştirilmiş karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} \quad (13)$$

$$x_{ij} = \frac{1}{k} \oplus_{p=1}^k x_{ij}^p \quad (14)$$

x_{ij}^p değeri A_i ($1 \leq i \leq n$) alternatifinin p .inci karar verici tarafından ($1 \leq p \leq k$) atanan K_j ($1 \leq j \leq m$) kriteri altında aldığı performans değerini göstermektedir.

Adım 2: Kriter ağırlıkları matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$W = [w_j]_{1 \times m} \quad (15)$$

$$w_j = \frac{1}{k} \oplus_{p=1}^k w_j^p \quad (16)$$

w_j^p , K_j ($1 \leq j \leq m$) kriterinin p . ($1 \leq p \leq k$) karar verici tarafından atanan ağırlık değeridir.

Adım 3: Ortalama çözüm matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$AV = [av_j]_{1 \times m} \quad (17)$$

$$av_j = \frac{1}{n} \oplus_{p=1}^k x_{ij} \quad (18)$$

av_j matris elemanları her kriter için alternatiflerin ortalama çözüm değerini ifade etmektedir. Bu nedenle bu matrisin boyutu kriter ağırlıkları matrisi boyutu ile eşittir.

Adım 4: B kümesi fayda kriterlerini ve N kümesi maliyet kriterlerini göstermektedir. Bu adımda, kriter tiplerine göre (fayda ve maliyet) ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (PDA) ve ortalamadan negatif uzaklık matrisi (NDA) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$PDA = [pda_{ij}]_{n \times m} \quad (19)$$

$$NDA = [nda_{ij}]_{n \times m} \quad (20)$$

$$pda_{ij} = \begin{cases} \frac{\psi(x_{ij} \ominus av_j)}{k(av_j)} \\ \frac{\psi(av_j \ominus x_{ij})}{k(av_j)} \end{cases} \quad (21)$$

$$nda_{ij} = \begin{cases} \frac{\psi(av_j \ominus x_{ij})}{k(av_j)} \\ \frac{\psi(x_{ij} \ominus av_j)}{k(av_j)} \end{cases} \quad (22)$$

pda_{ij} ve nda_{ij} j .alternatifin i . kriter için ortalama çözüm değerinden pozitif ve negatif uzaklık performans değerini göstermektedir.

Adım 5: Bütün alternatifler için ağırlıklandırılmış pozitif ve negatif uzaklık değeri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$sp_i = \bigoplus_{j=1}^m (w_j \otimes pda_{ij}) \quad (23)$$

$$sn_i = \bigoplus_{j=1}^m (w_j \otimes nda_{ij}) \quad (24)$$

Adım 6: Bütün alternatifler için sp_i ve sn_i normalize değerleri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$nsp_i = \frac{sp_i}{\max_i(k(sp_i))} \quad (25)$$

$$n sn_i = 1 - \frac{sn_i}{\max_i(k(sn_i))} \quad (26)$$

Adım 7: Bütün alternatifler için değerlendirme skoru (as_i) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$as_i = \frac{1}{2} (nsp_i \oplus n sn_i) \quad (27)$$

Adım 8: Alternatifler değerlendirme skorlarına göre (as_i) büyükten küçüğe sıralanır. Değerlendirme skoru büyük olan en iyi alternatif olarak belirlenir.

5.Uygulama

Bu bölümde, önerilen bulanık EDAS yöntemi ile tedarik seçim problemine çözüm geliştirilmiştir. Altı alternatif tedarikçi firma (A1,A2,A3,A4,A5,A6) alanında uzman 5 karar verici tarafından değerlendirilmiştir. Alternatiflerin değerlendirilmesinde, 16 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler; ürün fiyatı (K1), üretim kapasitesi (K2), ürün kalitesi (K3), tedarik zamanı (K4), talep değişim esnekliği (K5), kalite alt yapısı (K6), finansal yapısı (K7), garanti politikaları (K8), servis imkanları (K9), Türkiye ortaklıklarına ulaşım (K10), milli imkan kullanımı (K11), coğrafi yakınlık (K12), firmanın referansları (K13), Ar-Ge yatırım oranları (K14), inovasyon performansı (K15), iletişim kanalları (K16) dır. Kriterler arasından ürün fiyatı (K1), maliyet kriteri ve diğer kriterler fayda kriteri olarak değerlendirilmiştir. 5 karar verici tarafından kriterler Tablo 1`deki [81] sözel değişkenler kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonuçları Tablo 2`te verilmiştir. Ayrıca 6 alternatif, her bir kritere göre 5 karar verici tarafından Tablo 2`de yer alan sözel değişkenler kullanılarak değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 3`te verilmiştir.

Tablo 1: Değerlendirmede kullanılan sözel değişkenler ve üçgen bulanık sayı karşılıkları

Sözel Değişkenler	Kriterlerin ve alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan üçgen bulanık Sayılar		
Çok düşük (ÇD)	0	0	0,1
Düşük(D)	0	0,1	0,3
Orta Düşük(OD)	0,1	0,3	0,5
Orta(O)	0,3	0,5	0,7
Orta Yüksek (OY)	0,5	0,7	0,9
Yüksek (Y)	0,7	0,9	1
Çok yüksek(ÇY)	0,9	1	1

Tablo 2: Dört Karar Verici Tarafından Kriter Ağırlıklarının Sözel Değişkenler ile Değerlendirilmesi

Kriterler	KV-1	KV-2	KV-3	KV-4	KV-5
K1	ÇY	Y	ÇY	Y	Y
K2	ÇY	Y	Y	Y	Y
K3	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY	ÇY
K4	Y	Y	ÇY	Y	ÇY
K5	Y	D	D	O	D
K6	Y	ÇY	ÇY	Y	Y
K7	O	D	D	D	O
K8	Y	Y	Y	O	Y
K9	D	OD	OD	D	D
K10	O	O	D	O	O
K11	Y	Y	Y	ÇY	Y
K12	D	OD	OD	D	D
K13	D	D	ÇD	D	ÇD
K14	O	O	Y	D	Y
K15	Y	ÇY	ÇY	Y	Y
K16	O	D	O	Y	O

Tablo 3: Karar Vericiler Tarafından Alternatiflerin Sözel Değişkenler ile Değerlendirilmesi

	KV-1						KV-2						KV-3						KV-4						KV-5					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	ÇY	Y	Y	O	D	Y	ÇY	Y	Y	Y	O	Y	ÇY	Y	O	O	D	O	ÇY	Y	O	O	Y	O	Y	ÇY	Y	O	Y	Y
K2	Y	Y	D	D	O	O	Y	Y	O	D	O	D	ÇY	ÇY	D	O	D	O	ÇY	Y	D	Y	O	O	Y	Y	Y	D	O	O
K3	ÇY	Y	Y	Y	D	O	Y	ÇY	Y	Y	O	D	Y	Y	Y	O	D	O	Y	ÇY	Y	Y	D	O	Y	Y	Y	O	Y	O
K4	Y	ÇY	O	Y	O	Y	Y	Y	O	O	O	Y	Y	Y	D	Y	O	Y	Y	Y	D	Y	O	Y	Y	ÇY	O	O	Y	O
K5	ÇY	Y	Y	O	O	Y	Y	Y	O	O	O	Y	Y	Y	Y	O	O	Y	Y	ÇY	Y	O	O	D	ÇY	Y	Y	O	Y	Y
K6	ÇY	Y	Y	D	D	O	ÇY	Y	Y	D	D	D	ÇY	Y	Y	Y	O	O	ÇY	Y	O	Y	D	O	Y	Y	Y	D	D	O
K7	Y	ÇY	O	O	D	D	Y	ÇY	O	O	Y	D	Y	ÇY	O	O	D	D	Y	Y	O	O	D	D	Y	ÇY	O	O	O	O
K8	Y	Y	D	D	ÇD	ÇD	Y	ÇY	O	Y	O	O	Y	Y	O	D	D	O	ÇY	Y	D	Y	O	O	Y	Y	O	D	O	O
K9	Y	Y	O	O	O	O	ÇY	Y	O	O	O	D	Y	Y	O	O	O	O	Y	ÇY	O	O	O	O	Y	Y	Y	O	Y	O
K10	ÇY	ÇY	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	O	Y	Y	ÇY	O	Y	Y	Y	ÇY	ÇY	Y	O	Y	Y
K11	ÇY	Y	Y	O	Y	O	ÇY	Y	Y	D	Y	O	ÇY	Y	Y	O	O	O	ÇY	Y	Y	O	Y	O	Y	ÇY	Y	O	Y	O
K12	Y	Y	Y	O	D	D	Y	ÇY	Y	O	Y	O	Y	Y	Y	D	D	O	Y	Y	Y	Y	D	O	Y	Y	Y	O	Y	O
K13	ÇY	ÇY	Y	O	O	O	Y	Y	O	O	O	O	Y	ÇY	O	O	O	O	Y	Y	O	O	Y	O	Y	ÇY	Y	O	O	O
K14	Y	Y	O	D	D	D	Y	Y	O	D	D	D	ÇY	Y	O	D	D	D	ÇY	ÇY	O	Y	D	D	Y	Y	Y	D	Y	D
K15	Y	Y	Y	O	O	D	Y	Y	Y	O	Y	Y	Y	ÇY	Y	O	O	O	Y	Y	O	O	Y	D	Y	ÇY	Y	O	Y	Y
K16	ÇY	Y	Y	Y	Y	Y	Y	ÇY	O	O	Y	Y	ÇY	Y	Y	O	O	Y	ÇY	Y	O	Y	Y	D	Y	ÇY	Y	O	Y	Y

Karar vericiler tarafından değerlendirilen alternatiflerin, bulanık değerleri ve bulanık kriter ağırlıkları sırasıyla Eşitlik 14 ve Eşitlik 16 kullanılarak birleştirilmiş ve Tablo 4`de verilmiştir. Her bir kritere göre alternatiflerin birleştirilmiş bulanık değerleri Tablo 5`de verilmiştir. Elde edilen birleştirilmiş karar matrisi kullanılarak Eşitlik 18 yardımıyla her kriter için alternatiflerin ortalama çözüm değerleri elde edilmiştir. Ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (PDA) ve ortalamadan negatif uzaklık matrisi (NDA) Eşitlik 19 ve 20 kullanılarak oluşturulmuştur. Tüm alternatifler için ortalama değere olan pozitif ve negatif uzaklıklar Eşitlik 21 ve 22 yardımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen bu değerler Tablo 6 ve Tablo 7`de verilmiştir. Bu tablolardaki ortalamadan pozitif uzaklık ve ortalamadan negatif uzaklık değerleri elde edilirken, üçgen bulanık sayı ile sıfır arasındaki maksimum değeri bulmak için Eşitlik 12`de yer alan μ fonksiyonundan faydalanılmıştır. Daha sonra Eşitlik 23 ve 24 kullanılarak pozitif ve negatif uzaklık değerleri kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış pozitif ve negatif uzaklıklar hesaplanmıştır. Uzaklık değerleri Eşitlik 25 ve 26 kullanılarak normalize edilmiştir. Normalize ağırlıklı uzaklık değerleri Eşitlik 27 kullanılarak her alternatif için değerlendirme puanı hesaplanmış ve hesaplanan tüm bu değerler Tablo 8`de sunulmuştur.

Tablo 4: Birleştirilmiş Bulanık Kriter Ağırlıkları

Kriterler	Kriter Ağırlıkları		
K1	0,78	0,94	1,00
K2	0,74	0,92	1,00
K3	0,90	1,00	1,00
K4	0,78	0,94	1,00
K5	0,20	0,34	0,52
K6	0,78	0,94	1,00
K7	0,06	0,26	0,46
K8	0,56	0,74	0,86
K9	0,04	0,18	0,38
K10	0,24	0,42	0,62
K11	0,74	0,92	1,00
K12	0,04	0,18	0,38
K13	0,00	0,06	0,58
K14	0,40	0,58	0,74
K15	0,78	0,94	1,00
K16	0,32	0,50	0,68

Tablo 5: Karar Matrisi

	A1			A2			A3			A4			A5			A6			AV		
K1	0,86	0,98	1,00	0,74	0,92	1,00	0,54	0,74	0,88	0,38	0,58	0,76	0,34	0,50	0,66	0,54	0,74	0,88	0,57	0,74	0,86
K2	0,78	0,94	1,00	0,74	0,92	1,00	0,20	0,34	0,52	0,20	0,34	0,52	0,24	0,42	0,62	0,24	0,42	0,62	0,40	0,56	0,71
K3	0,74	0,92	1,00	0,78	0,94	1,00	0,70	0,90	1,00	0,54	0,74	0,88	0,20	0,34	0,52	0,24	0,42	0,62	0,53	0,71	0,84
K4	0,70	0,90	1,00	0,78	0,94	1,00	0,18	0,34	0,54	0,54	0,74	0,88	0,38	0,58	0,76	0,62	0,82	0,94	0,53	0,72	0,85
K5	0,78	0,94	1,00	0,74	0,92	1,00	0,62	0,82	0,94	0,30	0,50	0,70	0,38	0,58	0,76	0,56	0,74	0,86	0,56	0,75	0,88
K6	0,86	0,98	1,00	0,70	0,90	1,00	0,62	0,82	0,94	0,28	0,42	0,58	0,06	0,18	0,38	0,24	0,42	0,62	0,46	0,62	0,75
K7	0,70	0,90	1,00	0,86	0,98	1,00	0,30	0,50	0,70	0,30	0,50	0,70	0,20	0,34	0,52	0,06	0,18	0,38	0,40	0,57	0,72
K8	0,74	0,92	1,00	0,74	0,92	1,00	0,18	0,34	0,54	0,28	0,42	0,58	0,18	0,32	0,50	0,24	0,40	0,58	0,39	0,55	0,70
K9	0,74	0,92	1,00	0,74	0,92	1,00	0,38	0,58	0,76	0,30	0,50	0,70	0,38	0,58	0,76	0,24	0,42	0,62	0,46	0,65	0,81
K10	0,78	0,94	1,00	0,82	0,96	1,00	0,62	0,82	0,94	0,62	0,82	0,94	0,62	0,82	0,94	0,70	0,90	1,00	0,69	0,88	0,97
K11	0,86	0,98	1,00	0,74	0,92	1,00	0,70	0,90	1,00	0,24	0,42	0,62	0,62	0,82	0,94	0,30	0,50	0,70	0,58	0,76	0,88
K12	0,70	0,90	1,00	0,74	0,92	1,00	0,70	0,90	1,00	0,32	0,50	0,68	0,20	0,34	0,52	0,24	0,42	0,62	0,48	0,66	0,80
K13	0,74	0,92	1,00	0,82	0,96	1,00	0,46	0,66	0,82	0,30	0,50	0,70	0,32	0,50	0,68	0,30	0,50	0,70	0,49	0,67	0,82
K14	0,78	0,94	1,00	0,74	0,92	1,00	0,38	0,58	0,76	0,20	0,34	0,52	0,14	0,26	0,44	0,00	0,10	0,30	0,37	0,52	0,67
K15	0,70	0,90	1,00	0,78	0,94	1,00	0,62	0,82	0,94	0,30	0,50	0,70	0,54	0,74	0,88	0,34	0,50	0,66	0,55	0,73	0,86
K16	0,82	0,96	1,00	0,78	0,94	1,00	0,54	0,74	0,88	0,46	0,66	0,82	0,62	0,82	0,94	0,56	0,74	0,86	0,63	0,81	0,92

Tablo 6: Tüm Alternatiflerin Ortalamaya Pozitif Uzaklık Değerleri

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
K1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,43	0,00	0,45	-0,27	0,23	0,67	-0,13	0,24	0,72	-0,43	0,00	0,45
K2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,21	0,40	0,92	-0,21	0,40	0,92	-0,39	0,14	0,85	-0,39	0,26	0,85
K3	-0,14	0,30	0,67	-0,10	0,33	0,67	-0,20	0,27	0,67	-0,43	0,04	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K4	-0,22	0,26	0,66	-0,13	0,31	0,66	0,00	0,00	0,00	-0,45	0,03	0,49	0,00	0,00	0,00	-0,33	0,14	0,58
K5	-0,13	0,26	0,60	-0,02	0,23	0,60	-0,35	0,10	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K6	0,17	0,59	0,88	-0,03	0,46	0,88	-0,22	0,33	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K7	-0,03	0,59	1,06	0,29	0,74	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K8	0,07	0,67	1,11	-0,10	0,67	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K9	-0,10	0,42	0,84	-0,27	0,42	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K10	-0,22	0,07	0,36	-0,08	0,10	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,32	0,03	0,36
K11	-0,02	0,30	0,57	-0,10	0,22	0,57	-0,24	0,19	0,57	0,00	0,00	0,00	-0,35	0,09	0,49	0,00	0,00	0,00
K12	-0,16	0,36	0,79	-0,12	0,39	0,79	-0,16	0,36	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K13	-0,12	0,37	0,77	0,29	0,43	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K14	0,21	0,80	1,20	-0,17	0,76	1,20	-0,56	0,11	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K15	-0,23	0,23	0,63	-0,17	0,29	0,63	-0,34	0,12	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K16	-0,12	0,19	0,47	-0,17	0,17	0,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tablo 7: Tüm Alternatiflerin Ortalamaya Negatif Uzaklık Değerleri

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
K1	0,00	0,33	0,60	0,05	0,24	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K2	0,12	0,67	1,07	-0,14	0,64	1,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
K3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,37	0,92	-0,13	0,42	0,86
K4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,54	0,96	0,00	0,00	0,00	-0,32	0,14	0,67	0,00	0,00	0,00
K5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,19	0,34	0,79	-0,27	0,17	0,68	-0,41	0,01	0,43
K6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,20	0,33	0,77	0,13	0,44	1,13	-0,26	0,33	0,84
K7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,53	0,12	0,74	-0,53	0,12	0,74	-0,21	0,23	0,92	0,04	0,69	1,17
K8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,27	0,39	0,95	-0,34	0,24	0,77	-0,19	0,23	0,95	-0,34	0,28	0,84
K9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,46	0,11	0,67	-0,37	0,24	0,79	-0,46	0,07	0,67	-0,24	0,36	0,88
K10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,29	0,07	0,41	-0,29	0,07	0,41	-0,29	0,06	0,41	0,00	0,00	0,00
K11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,06	0,46	0,86	0,00	0,00	0,00	-0,17	0,35	0,78
K12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,30	0,25	0,74	-0,06	0,32	0,93	-0,21	0,37	0,87
K13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,50	0,02	0,54	-0,32	0,26	0,78	-0,29	0,17	0,75	-0,32	0,26	0,78
K14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,28	0,35	0,90	-0,13	0,26	1,01	0,14	0,81	1,28
K15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,21	0,33	0,79	-0,47	-0,01	0,45	-0,16	0,33	0,73
K16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,32	0,09	0,48	-0,24	0,19	0,58	-0,39	-0,01	0,38	-0,29	0,09	0,45

Tablo 8: Ağırlıklandırılmış Toplam Uzaklıklar, Normalize Değerleri ve Değerlendirme Sonuçları

	nspj			nsnj			asj			kasj
A1	-0,10	0,89	2,21	0,97	0,68	0,42	0,43	0,78	1,31	0,84
A2	-0,18	0,87	2,21	1,02	0,71	0,42	0,42	0,79	1,31	0,83
A3	-0,46	0,41	1,46	1,13	0,68	-0,14	0,34	0,54	0,66	0,51
A4	-0,32	0,19	0,74	1,32	0,37	-1,16	0,50	0,28	-0,21	0,19
A5	-0,19	0,13	0,59	1,33	0,49	-1,47	0,57	0,31	-0,44	0,15
A6	-0,28	0,11	0,60	1,31	0,16	-1,47	0,52	0,13	-0,44	0,07

Tablo 8’de yer alan k(asj) değeri Eşitlik 10 kullanılarak hesaplanmıştır. k(asj) değerine göre alternatifleri sıraladığımızda; A1>A2>A3>A4>A5> A6 şeklinde olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre A1 alternatifi en iyi tedarikçi olarak seçilmelidir.

5.Sonuç

Tedarik zincirinin önemli bir halkasını oluşturan tedarikçi seçimi işletmeler için verilmesi gereken en önemli kararlardan birisidir. Çünkü tedarikçi seçimi sadece maliyete bakılarak değil hem nicel hem de nitel değişkenleri içeren çok çeşitli faktörlere bağlı bir karar verme sürecidir. Bu amaçla bu çalışmada nitel ve nicel faktörlerin dikkate alındığı Bulanık EDAS yöntemi ile Kayseri ilinde faaliyet gösteren bir işletme için tedarikçi seçimi yapılmıştır. 5 karar verici ile 6 tane alternatif seçilmiş ve bu alternatifler, ürün fiyatı, üretim kapasitesi, ürün kalitesi, tedarik zamanı, talep değişim esnekliği, kalite alt yapısı, finansal yapısı garanti politikaları, servis imkanları, Türkiye ortaklıklarına ulaşım, milli imkan kullanımı, coğrafi yakınlık firmanın referansları, Ar-Ge yatırım oranları, inovasyon performansı ve iletişim kanalları kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Kriterler 5 karar verici tarafından sözel olarak değerlendirilmiş ve değerlendirme sonucunda ürün kalitesi en önemli kriter olarak belirlenmiştir. 5 farklı karar vericiden görüş alınması çalışmanın sonuç etkinliğine katkı sağlamıştır. 6 alternatif karar vericiler tarafından sözel olarak değerlendirilmiş bulanık EDAS yöntemi ile en uygun 1. Tedarikçi seçilmiştir.

Mevcut çalışmanın tedarikçi seçim sürecinde bulanık EDAS yöntemi ile farklı bir uygulama ortaya koymasının literatüre önemli kazanımlar sağladığı düşünülmektedir. Çalışma ele alınan kriterler kapsamında her ne kadar literatürde sıklıkla değerlendirmeye ele alınan kriterler ile yapılmış olsa da bu durumun bir kısıt yaratabileceği ve diğer çalışmalarda bu durumun da dikkate alınabileceği, ayrıca gelecek araştırmalarda sezgisel bulanık EDAS yöntemi, gri EDAS yöntemi kullanılarak yöntemlerin karşılaştırılmasının yapılabileceği önerilmektedir.

Kaynakça

- [1] Dağdeviren, M., Eren, T. 2001. Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanımı. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16(2), 41-52.
- [2] Yıldırım, B. F. 2018. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerine Giriş ss 1-30. Önder, E., Yıldırım B. F., ed. 2018. Sağlık Yönetiminde Karar Verme – I, Dora Basım Yayını, Bursa, 425s.
- [3] Boer, L. D., Wegen, L., Telgen, J. 1998. Outranking Methods in Support of Supplier Selection. European Journal of Purchasing and Supply Management, 4(2-3), 109-118.
- [4] Chen, C., Lin, C., Huang, S. 2006. A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management. International Journal Production Economics, 102(2), 289-301.
- [5] Özel, B., Özyörük, B. 2007. Bulanık Aksiyomatik Tasarımı İle Tedarikçi Firma Seçimi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22(3), 415-423.
- [6] Vonderembse, M. A., Tracey, M. 1999. The Impact of Supplier Selection Criteria and Supplier Involvement on Manufacturing Performance. The Journal of Supply Chain Management, 35(2), 33-39.
- [7] Wang, J., Cheng, C.H., Kun-Cheng, H. 2009. Fuzzy Hierarchical TOPSIS for Supplier Selection. Applied Soft Computing, 9(1), 377-386.
- [8] Ghodsypour, S. H., O'Brien, C. 1998. A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming. International Journal Production Economics, 56-57(1998), 199-212.
- [9] Boer L. D., Labro, E., Morlacchi, P. 2001. A Review of Methods Supporting Supplier Selection, European Journal of Purchasing and Supply Management, 7(2), 75-89.
- [10] Ho, W., Xu, X., Dey, P. K. 2010. Multi-Criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review. European Journal of Operational Research, 202(1), 16-24.
- [11] Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I. E. 2018. Green Supplier Selection Using Fuzzy Group Decision Making Methods: A Case Study for The Agri-food Industry. Computers and Operations Research, 89(2018), 337-347.
- [12] Amindoust, A., Ahmed, S., Saghafinia, A., Bahreininejad, A. 2012. Sustainable Supplier Selection: A Ranking Model Based on Fuzzy Inference System. Applied Soft Computing, 12(6), 1668-1677.
- [13] Amid, A., Ghodsypour, S. H., O'Brien, C. 2009. A Weighted Additive Fuzzy Multiobjective Model for the Supplier Selection Problem Under Price Breaks in a Supply Chain. International Journal Production Economics, 121(2), 323-332.
- [14] Verma, R., Pullman, M. E. 1998. An Analysis of the Supplier Selection Process. The International Journal of Management Science, 26(6), 739-750.

- [15] Tengilimoğlu, D., Yiğit, V. 2013. Sağlık İşletmelerinde Tedarik Zinciri ve Malzeme Yönetimi. Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi, Nobel Akademik Yayıncılık, 2. Basım, 422s.
- [16] Tan, K. C. 2001. A Framework of Supply Chain Management Literature. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7(2001), 39-48.
- [17] Carter, C. R., Rogers, D. S. 2008. A Framework of Sustainable Supply Chain Management: Moving Toward New Theory. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38(5), 360-387.
- [18] Hervani, A. A., Helms, M. M., Sarkis, J. 2005. Performance Measurement for Green Supply Chain Management. *Benchmarking: An International Journal*, 12(4), 330-353.
- [19] Harland, C. M. 1996. Supply Chain Management: Relationships, Chains and Networks. *British Journal of Management*, 7(Special Issue), 63-80.
- [20] Melo, M. T., Nickel, S., Gama, F. S. 2009. Facility Location and Supply Chain Management – A Review. *European Journal of Operational Research*, 196(2), 401-412.
- [21] Thomas, J. D., Griffin, P. M. 1996. Coordinated Supply Chain Management. *European Journal of Operational Research*, 94(1996), 1-15.
- [22] Spekman, R. E., Kamauff Jr, J. W., Myhr, N. 1998. An Empirical Investigation in to Supply Chain Management A Perspective on Partnerships. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 28(8), 630-650.
- [23] Surie, C., Wagner, M. 2005. Supply Chain Analysis ss 37-64. Stadler, H., Kilger, C. ed. 2005. *Supply Chain Management and Advanced Planning*, Springer Publishing, Germany, 509s.
- [24] Lambert, D. M., Cooper, M. C. 2000. Issues in Supply Chain Management. *Industrial Marketing Management*, 29(1), 65-83.
- [25] Mentzer, J. T., Witt, W. D., Keebler, J. S., Min, S., Nix, N. W., Smith, C. D., Zacharia, Z. G. 2001. Defining Supply Chain Management. *Journal of Business Logistics*, 22(2), 1-25.
- [26] Liu, F. F., Hai, H. L. 2005. The Voting Analytic Hierarchy Process Method for Selecting Supplier. *International Journal Production Economics*, 97(3), 308-317.
- [27] Ecer, F., Küçük, O. 2008. Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 355-369.
- [28] Kahraman, C., Cebeci, U., Ulukan, Z. 2003. Multi-criteria Supplier Selectino Using Fuzzy AHP. *Logistics Information Management*, 16(6), 382-394.
- [29] Swift, C. O. 1995. Preferences for Single Sourcing and Supplier Selection Criteria. *Journal of Business Research*, 32(2), 105-111.
- [30] Lasch, R., Janker, C. G. 2005. Supplier Selection and Controlling Using Multivariate Analysis. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 35(6), 409-425.
- [31] Weber, C. A., Ellram, L. M. 1993. Supplier Selection Using Multi-objective Programming: A Decision Support System Approach. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 23(2), 3-14.
- [32] Görener, A. 2009. Kesici Takım Tedarikçisi Seçiminde Analitik Ağ Sürecinin Kullanımı. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 4(1), 99-110.
- [33] Demirtaş, Ö., Akdoğan, A. A. 2014. Bulanık Ortamda Tedarikçi Seçimi: Savunma Sanayii'ne Yönelik Bir Uygulama. *Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 43(2014), 203-222.
- [34] Xia, W., Wu, Z. 2007. Supplier Selection with Multiple Criteria in Volume Discount Environments. *The International Journal of Management Science*, 35(5), 494-504.
- [35] Dickson, W. G. 1966. An Analysis of Vendor Selection: Systems and Decisions. *Journal of Purchasing*, 1(2), 5-17.
- [36] Håkansson, H. Wootz, B. 1975. Supplier in an International Environment: An Experimental Study. *Journal of Marketing Research*, 12(1), 46-51.
- [37] Humphreys, P. K., Wong, Y. K., Chan, F. T. S. 2003. Integrating Environmental Criteria into the Supplier Selection Process. *Journal of Materials Processing Technology*, 138(1-3), 349-356.
- [38] Öz, E., Baykoç, Ö. F. 2004. Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3), 275-286.

- [39] Pi, W., Low, C. 2006. Supplier Evaluation and Selection Via Taguchi Loss Functions and an AHP. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 27(5-6), 625-630.
- [40] Sarkis, J., Talluri, S. 2002. A Model for Strategic Supplier Selection. *The Journal of Supply Chain Management*, 38(4), 18-28.
- [41] Min, H. 1994. International Supplier Selection: A Multi-attribute Utility Approach. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 24(5), 24-33.
- [42] Levary, R. R. 2008. Using The Analytic Hierarchy Process to Rank Foreign Suppliers Based on Supply Risks. *Computer and Industrial Engineering*, 55(2), 535-542.
- [43] Chan, F. T. S., Chan, H. K. 2010. An AHP Model for Selection of Suppliers in the Fast Changing Fashion Market. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 51(9-12), 1195-1207.
- [44] Ishizaka, A., Pearman, C., Nemery, P. 2012. AHP Sort: An AHP-based Method for Sorting Problems. *International Journal of Production Research*, 50(17), 4767-4784.
- [45] Chamodrakas, I., Batis, D., Martakos, D. 2010. Supplier Selection in Electronic Marketplaces Using Satisficing and Fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 490-498.
- [46] Zeydan, M., Çolpan, C., Çobanoğlu, C. 2011. A Combined Methodology for Supplier Selection and Performance Evaluation. *Expert Systems with Applications*, 38(3), 2741-2751.
- [47] Awasthi, A., Chauhan, S. S., Goyal, S. K. 2010. A Fuzzy Multicriteria Approach for Evaluating Environmental Performance of Suppliers. *International Journal of Production Economics*, 126(2), 370-378.
- [48] Behzadian, M., Otaghsara, S. K., Yazdani, M., Ignatius, J. 2012. A State-of The-art Survey of TOPSIS Applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051-13069.
- [49] Dalalah, D., Hayajneh, M., Batieha, F. 2011. A Fuzzy Multi-criteria Decision Making Model for Supplier Selection. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8384-8391.
- [50] Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., Akay, D. 2009. A Multi-criteria Intuitionistic Fuzzy Group Decision Making for Supplier Selection with TOPSIS Method. *Expert Systems with Applications* 36(8), 11363-11368.
- [51] Liu, P., Zhang, X. 2011. Research on the Supplier Selection of a Supply Chain Based on Entropy Weight and Improved ELECTRE-III Method. *International Journal of Production Research*, 49(3), 637-646.
- [52] Montazer, G. A., Saremi, H. Q., Ramezani, M. 2009. Designing a New Mixed Expert Decision Aiding System Using Fuzzy ELECTRE III Method for Vendor Selection. *Expert Systems with Applications*, 36(8), 10837-10847.
- [53] Şevkli, M. 2010. An Application of the Fuzzy ELECTRE Method for Supplier Selection. *International Journal of Production Research*, 48(12), 3393-3405.
- [54] Chen, L. Y., Wang, T. 2009. Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 233-242.
- [55] Sanayei, A., Mousavi, S. F., Yazdankhah, A. 2010. Group Decision Making Process for Supplier Selection with VIKOR Under Fuzzy Environment. *Expert Systems with Applications*, 37(1), 24-30.
- [56] Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M., Tarokh, M. J. 2011. A Fuzzy VIKOR Method for Supplier Selection Based on Entropy Measure for Objective Weighting. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12160-12167.
- [57] Akyüz, G. 2012. Bulanık VIKOR Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(1), 197-215.
- [58] Chai, J., Liu, J. N. K., Ngai, E. W. T. 2013. Application of Decision-making Techniques in Supplier Selection: A Systematic Review of Literature. *Expert Systems with Applications*, 40(2013), 3872-3885.
- [59] Polat, G. 2016. Subcontractor Selection Using The Integration of The AHP and PROMETHEE Methods. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(8), 1042-1054.
- [60] Govindan, K., Kadziński, M., Sivakumar, R. 2017. Application of a Novel PROMETHEE-based Method for Construction of a Group Compromise Ranking to Prioritization of Green Suppliers in Food Supply Chain. *The International Journal of Management Science*, 71(2017), 129-145.
- [61] Peng, A., Xiao, X. 2013. Material Selection Using PROMETHEE Combined with Analytic Network Process Under Hybrid Environment. *Materials and Design*, 47(2013), 643-652.

- [62] Chen, C. 2000. Extensions of The TOPSIS for Group Decision-making Under Fuzzy Environment. *Fuzzy Sets and Systems* 114(2000), 1-9.
- [63] Kannan, D., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., Diabat, A. 2013. Integrated Fuzzy Multi Criteria Decision Making Method and Multi-objective Programming Approach for Supplier Selection and Order Allocation in a Green Supply Chain. *Journal of Cleaner Production*, 47(2013), 355-367.
- [64] Amid, A., Ghodsypour, S. H., O'Brien, C. 2006. Fuzzy Multiobjective Linear Model for Supplier Selection in a Supply Chain. *International Journal Production Economics*, 104(2), 394-407.
- [65] Ertuğtul, 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.
- [66] Triantaphyllou, E. Lin, C.T. 1996. Development and Evaluation of Five Fuzzy Multiattribute Decision-Making Methods. *International Journal of Approximate Reasoning*, 14(4), 281-310.
- [67] Guh, Y.Y., Hon, C.C., Wang, K.M., Lee, E.S. 1996. Fuzzy Weighted Average: A Max-Min Paired Elimination Method. *Computer and Mathematics with Applications*, 32(8), 115-123.
- [68] Chen, Y.H., Wang, T.C., Wu, C.Y. 2011. Strategic Decisions Using the Fuzzy PROMETHEE for IS Outsourcing. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 13216-13222.
- [69] Özçakar, N., Demir, H. H. 2011. Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi. *Istanbul Management Journal*, 22(69), 25-44.
- [70] Schitea, D., Deveci, M., Iordache, M., Bilgili, K., Akyurt İZ, Iordache I. 2019. Hydrogen Mobility Roll-up Site Selection Using Intuitionistic Fuzzy Sets Based WASPAS, COPRAS and EDAS. *International Journal of Hydrogen Energy* 44 (16), 8585-8600.
- [71] Elmas, P. D. Ç. 2007. *Yapay Zeka Uygulamaları*. Ankara: Seçkin.
- [72] Ghorabae, K.M., Zavadskas, E.K, Amiri, M., Turskis, Z. 2016. Extended EDAS Method for Fuzzy Multi-criteria Decision-making: An Application to Supplier Selection. *International Journal of computers communications and Control*. 11(3), 358-371
- [73] Ghorabae, M.K., Zavadskas, E.K., Olfat L., Turskis, Z. 2015. Multi-criteria Inventory Classification Using a New Method of Evaluation Based on Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451.
- [74] Ghorabae, K.M., Amiri, M., Zavadskas, E.K. ve Turskis, Z. 2017. Multi-Criteria Group Decision-Making Using an Extended EDAS Method with Interval Type-2 Fuzzy Sets. *Economics and Management*. 20, 48-68.
- [75] Stevic, Z., Vasiljevic, M., Zavadskas, E.K., Sremac, S. ve Turskis, Z. 2018. Selection of Carpenter Manufacturer Using Fuzzy EDAS Method. *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*. 29(3), 281-290.
- [76] Zhang, S., Wei, G., Gao, H., Wei, C., & Wei, Y. 2019. EDAS method for multiple criteria group decision making with picture fuzzy information and its application to green suppliers selections. *Technological and Economic Development of Economy*. 25(6), 1123-1138.
- [77] Bayrakdaroğlu, F.K., Kundakçı, N. 2019. Bulanık EDAS yöntemi ile Ar-Ge projesi seçimi. *UİİİD-IJEAS*, 2019 (24), 151-170.
- [78] Stević, Ž., Vasiljević, M., Puška, A., Tanackov, I., Junevičius, R., & Vesković, S. 2019. Evaluation of Suppliers Under Uncertainty: a Multiphase Approach Based on Fuzzy AHP and Fuzzy EDAS. *Transport*, 34(1), 52-66.
- [79] Kahraman, C., Ghorabae, K.M., Zavadskas, E.K., Onar, S.C., Yazdani, M., Oztays, B., 2017. Intuitionistic Fuzzy EDAS Method: An Application to Solid Waste Disposal Site Selection. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*. 25(1), 1-12.
- [80] Stanujkic, D., Zavadskas, E. K., Ghorabae, M. K. ve Turskis, Z. 2017. An Extension of The EDAS Method Based on the Use of Interval Grey Numbers. *Studies in Informatics and Control*, 26 (1), 5-12.
- [81] Chen, C.T. 2000. Extensions of the TOPSIS for Group Decision Making Under Fuzzy Environment. *Fuzzy sets and systems*. 114, 1-9.