



TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE BULANIK ESNEK KÜMELER TEORİSİ

FUZZY SOFT SETS THEORY FOR SUPPLIER SELECTION

Safa HOŞ¹ - Buğra BAĞCI²-

Öz

Tedarikçi seçimi, işletmeler için hayati önem taşıyan stratejik kararlardan biridir. Günümüz işletmelerinin rekabet koşulları ise hem ulusal hem uluslararası düzeyde gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Yoğun rekabetin yaşandığı piyasa koşullarında işletmeler ise beraber çalışacakları doğru tedarikçileri belirleyerek, faaliyetlerini uzun dönemli planlayıp üstünlük sağlamayı istemektedirler. Çünkü seçilen tedarikçi işletmenin uzun dönemli başarısını etkileyen önemli unsurların başında gelmektedir. Bu çalışmada İstanbul’da Makine İmalat Sanayi’nde faaliyetlerini sürdüren bir firmanın tedarikçi seçim problemi Bulanık Esnek Kümeler Teorisi ile çözüme ulaştırılmıştır. Tedarikçi seçimi için literatür incelenmiş ve yaygın olarak kullanılan fiyat, kalite, teslimat ve esneklik kriterlerinden faydalanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, bulanık esnek kümeler teorisi ile değerlendirilen 6 tedarikçi önceliklerine göre sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi Seçimi, Bulanık Esnek Kümeler Teorisi, Karar Verme

Abstract

Supplier selection is one of the vital strategic decisions for businesses. The competitive conditions of today's businesses are getting harder day by day, both nationally and internationally. In the market conditions where there is intense competition, businesses want to determine the right suppliers to work with and plan their activities in the long term and want to gain an advantage. Because the selected supplier is one of the most important factors affecting the long-term success of the business. In this study, the supplier selection problem of a company operating in the Machinery Manufacturing Industry in Istanbul was solved with the Fuzzy Soft Sets Theory. The literature has been reviewed for supplier selection and commonly used price, quality, delivery and flexibility criteria have been used. As a result of the analysis, 6 suppliers evaluated with fuzzy soft sets theory are ranked according to their priorities.

Keywords: Supplier Selection, Fuzzy Soft Sets Theory, Decision Making

¹ Arş. Gör. Dr., Hitit Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, safahos@hitit.edu.tr, Orcid: [0000-0002-9555-1782](https://orcid.org/0000-0002-9555-1782).

² Dr. Öğr. Üyesi, Hitit Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, bugrabagci@hitit.edu.tr, Orcid: [0000-0002-3268-3702](https://orcid.org/0000-0002-3268-3702).

1. GİRİŞ

Günümüzde çevresel faktörlerin hızla değişmesi ile teknoloji alanındaki yenilikler ve devamında gelişen rekabet ortamı, işletmelerin ayakta kalmalarını zorlaştırmaktadır. Rekabet koşullarının gün geçtikçe zorlaşması işletmelerin karar verme süreçlerini daha karmaşık bir hale getirmekte ancak doğru ve etkin karar verebilen işletmeler faaliyetlerini sürdürebilmektedirler. Bu nedenle karar vermenin, işletmelerin en önemli faaliyetlerinden biri olduğu söylenebilir ve rekabet avantajı sağlamak için gereklidir. Yoğun rekabet ortamında ayakta kalmayı başaran işletmelerin ise tedarik zincirlerini etkin bir şekilde yönettikleri görülmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminin tarihsel gelişimine bakıldığında, bir kaynak planlaması olarak ortaya çıktığı ve günümüzde müşteri ilişkileri yönetiminden maliyetleri azaltmaya hatta daha etkin karar vermeye kadar pek çok süreci içeren önemli bir kavram haline geldiği görülmektedir (Tan, 2001: 44).

Rekabet koşullarının gün geçtikçe zorlaşmasındaki temel nedenlerden olan müşteri istek ve ihtiyaçlarının farklılaşması, işletmelere ürünlerinin kalitesini muhafaza ederken aynı zamanda daha ucuza ve daha hızlı müşteriye ulaşabilmek adına stratejiler belirlemeyi amaç edindirmiştir. Bu amaç, işletmelerin rekabet avantajı kazanmak adına farklı işletmelerle çalışmasını sağlayacak olan kaynak kullanımı ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

Tedarik zincirinin ortaya çıkmasını sağlayan ve tedarik zinciri performansını etkileyen en önemli faktörlerin başında kaynak kullanımı, kaynak kullanım kararlarının başında da tedarikçi seçimi gelmektedir (Özdemir, 2010: 61). Çünkü işletmeler faaliyetlerini sürdürmek için tedarikçi desteğine ihtiyaç duyarlar. Dolayısıyla, bu durum da işletmeleri güçlü tedarikçilerle çalışmaya ve güçlü tedarikçileri seçmeye zorlamaktadır.

İşletmelerin belirlemiş oldukları hedeflere ulaşabilmesi ve rekabet avantajı sağlayabilmesi adına tedarikçiler ile kurulan ilişkiler, hammadde, yarı mamül veya mamül tedarik etmenin ötesinde bir iş ortaklığına dönüşmüştür. Tedarikçi, maliyet, lojistik faaliyetler ve tedarik zinciri performansını etkilediğinden, tedarikçi seçimi işletmeler için büyük önem taşımaktadır. Tedarikçi seçiminde amaç, müşteri istek ve ihtiyaçlarına cevap verebilecek, uygun fiyata, kaliteli ürünleri zamanında temin edebilecek tedarikçiyi seçebilmektir.

Tedarik zincirinde yer alan süreçlerden olan satın alma, işletmeler için en önemli stratejik konulardan bir tanesidir. Çünkü bir ürünün toplam maliyetinin %80'nini o ürünün üretilmesi için gerekli olan materyallerin satın alınması maliyeti oluşturmaktadır (Rahaman, 2017, s.19). İşletmeler ise bu maliyetleri minimize etmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle uygun olan tedarikçilerin değerlendirilebilmesi için, tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Tedarikçi seçim problemlerinde kalite, teslimat, geçmiş dönem performansı, garanti politikası, üretim tesisleri, üretim kapasitesi, teknik yeterlilik ve finansal durum gibi pek çok kriter kullanılmaktadır. En sık kullanılan tedarikçi seçim kriterlerinin ise kalite, fiyat, teslimat ve esneklik olduğu bilinmektedir (Parahinski ve Benton, 2004: 42-43).

Tedarikçi seçim kriterleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, tedarikçinin başarısını ve performansını değerlendirmede kullanılan çok sayıda kriter olduğu görülmektedir. Dickson (1966) tarafından belirlenen ve ardından yapılan çalışmalarla sayısı artan tedarikçi kriterleri, değişen ve gelişen piyasa yapısına göre gelecekte de tekrar şekillenecektir.

Karar verme sürecinin sübjektif olduğu ve belirsizlik içerdiği bilinmektedir. Tedarikçi seçimi ise, etkin bir karar verme sürecini gerektirmektedir. İşletmelerin etkin karar verebilmesi için çok sayıda karar verme tekniği geliştirildiği görülmektedir. Geleneksel karar verme teknikleri, kesin olmayan ve belirsizlik içeren durumları incelemekte yetersiz

kalabilmektedir. Böyle durumlarda daha esnek hesaplama yapmaya ve karar vermeye yardımcı olan teknikler kullanılması ile daha doğru sonuçlara ulaşılabileceği düşünülmektedir. Bulanık esnek kümeler teorisi de karar verme algoritmalarıyla etkin karar verme sürecine katkı sağlamaktadır. Özellikle sübjektif kararların değerlendirilmesi konusunda bulanık esnek kümeler teorisi algoritmalarının öne çıktığı görülmektedir. Bulanık esnek kümeler üzerinde tanımlanan, farklı yapıdaki matris çarpımları bu tekniği geleneksel yöntemlerden ayırmaktadır.

Çalışmanın amacı, İstanbul'da Makine İmalat Sanayi'nde faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçilerini bulanık esnek kümeler yardımıyla sıralamak ve en iyi tedarikçiyi seçmektir. Burada, tedarikçi seçiminde kullanılacak olan kriterler ise kalite, fiyat, teslimat ve esneklik olarak belirlenmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında, tedarikçi seçiminin işletmelerin hayati konularından olması ve bu seçimin çok bilinen klasik karar verme yöntemleriyle değil, bulanık esnek kümeler kullanılarak yapılacak olması çalışmayı literatürde önemli hale getirmektedir. Ayrıca, bulanık esnek kümelere ait karar verme algoritmalarının çok sık kullanılmamasının yanında tedarikçi seçimine ilk kez uygulanıyor olması da yine çalışmanın bir başka önemine vurgu yapmaktadır. Özellikle kalite, teslimat, esneklik ve fiyat gibi soyut kavramlardan oluşan tedarikçi seçim kriterlerinin, kesin olmayan ve yaklaşık bilgileri kullanarak matematiksel olarak ifade edilmesine imkân sağlayan bulanık esnek kümeler teorisi ile somutlaştırılarak sıralanacak olması çalışmayı benzer çalışmalardan ayırmaktadır.

Çalışmanın sonucunda, bulanık esnek kümelere ait karar verme algoritmaları kullanılarak, bir firmanın iki yöneticisine ait değerlendirmeler analiz edilmiş ve tedarikçiler belirlenen teslimat, kalite, fiyat ve esneklik kriterlerine göre sıralanmıştır.

Çalışmanın bundan sonraki bölümleri şu şekilde devam etmektedir. İkinci bölümde literatür incelemesi yer almaktadır. Üçüncü bölümde bulanık kümeler, esnek kümeler, bulanık esnek kümeler ve bulanık esnek kümeler üzerinde matris çarpımları anlatılmıştır. Dördüncü bölümde, kullanılan veri seti ve bu veri setinin özellikleri yer almaktadır. Beşinci bölümde, analiz bulguları yer almaktadır. Çalışma, makaleye ait sonuçlar ve önerilerin yer aldığı altıncı bölüm ile son bulmaktadır.

2.LİTERATÜR İNCELEMESİ

Çalışmada literatür taraması iki ana çerçevede yapılmıştır. Bunlar tedarikçi seçim kriterleri ve seçim problemlerinde kullanılan teknikler olarak ayrılmaktadır. Öncelikle tedarikçi seçim kriterlerine ait literatür çok sınırlı da olmasına rağmen burada paylaşılmıştır.

Dickson (1966) tedarikçi seçim kriterleri ile ilgili yapmış olduğu çalışmada satın alma personelleri ile görüşmüş ve 23 tane tedarikçi seçim kriteri belirlemiştir. Bu kriterleri önem düzeylerine göre sıralamış ve önem düzeyi en yüksek çıkan kriterlerin kalite ve teslimat olduğunu belirtmiştir. Crosby vd. (1990) çalışmalarında fiyat, kalite ve teslimat kriterlerinin tedarikçi seçimindeki temel kriterler olduğunu ifade etmişlerdir. Weber vd. (1991) ise Dickson tarafından belirlenen kriter sayısını 74'e çıkararak tedarikçi seçim kriterleri üzerine çalışma gerçekleştirmiş ve öne çıkan kriterleri fiyat, kalite ve teslimat olarak bulmuşlardır. Fawcett vd. (1997) tedarikçi seçimi ile ilgili temel faktörlerin maliyet, kalite, teslimat ve esneklik olduğunu ifade etmişlerdir. Pi ve Low (2006) çalışmalarında tedarikçi seçimi yapabilmek için fiyat, kalite ve teslimat kriterlerinden faydalanmışlardır. Karagöz vd. (2019) çalışmalarında 2000 yılından sonra tedarikçi seçimi ile ilgili literatürde yapılan çalışmalarını incelemiş ve incelenen çalışmalar içerisinde en çok kullanılan tedarikçi seçim kriterlerinin kalite, maliyet/fiyat, teslimat, esneklik, servis, teknoloji, üretim ve yönetim olduğunu ifade etmiştir.

Tedarikçi seçim problemlerinde kullanılan nicel teknikler ile ilgili literatür incelendiğinde, çok kriterli karar verme ve çok amaçlı karar verme tekniklerinin tedarikçi seçiminde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Tedarikçi seçim problemlerinde AHP, ELECTRE, Veri Zarflama, TOPSIS, VIKOR, ve PROMETHEE yöntemleri sıklıkla kullanılan çok kriterli karar verme teknikleridir. Bu teknikler kullanılarak yapılan çalışmalardan bazıları şunlardır: Barbarasoğlu ve Yazgaç (1997) çalışmalarında AHP yöntemini, Liu vd. (2000) tedarikçi seçim problemi ile ilgili yapmış oldukları çalışmalarında veri zarflama analizi (VZA) yöntemini, Dağdeviren ve Eren (2001) çalışmalarında AHP-(0-1) Hedef Programlama yöntemlerini, Tam ve Tummala (2001) çalışmalarında analitik hiyerarşik proses (AHP) yöntemini kullanmışlardır. Wang vd. (2004) çalışmalarında analitik hiyerarşik proses (AHP) ve öncelikli hedef programlama (ÖHP) yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Soner ve Önüt (2006) havalandırma ve klima üreten bir firmanın tedarikçilerinin değerlendirilmesinde AHP-ELECTRE yöntemlerini, Dağdeviren ve Eraslan (2008) çalışmalarında PROMETHEE, Supçiller ve Çapraz (2011) çalışmalarında mukavva kutu üreten bir firmanın tedarikçi seçimi için AHP-TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanarak tedarikçi seçmişlerdir. Akyüz (2012) çalışmasında bir firmanın ambalaj tedarikçisi seçim problemi için bulanık VIKOR yöntemini tercih etmiştir. Şevkli (2010) çalışmasında ELECTRE, Pitchipoo vd. (2015) çalışmasında gri ilişkisel analiz (GİA), Konys (2019) çalışmasında yapay sinir ağları (YSA) yöntemlerini kullanarak tedarikçi seçim işlemini gerçekleştirmiştir.

Yapılan literatür incelemesi sonucunda da, çalışmada kullanılan özellikle yöntem farklılığının literatüre önemli katkılar sunacağı düşünülmektedir. Ayrıca işletmeler açısından önemli konulardan olan tedarikçi seçimi gibi gerçek bir karar sürecinin daha önce incelenmeyen bir yöntemle ele alınması da literatüre yapılacak katkılardan olacaktır.

3.YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada toplanan verilerin analiz edilmesi için kullanılacak bulanık küme, esnek küme ve bulanık esnek küme kavramları açıklanacaktır.

3.1. Bulanık Kümeler

Bulanık kümeler teorisi, 1965 yılında Zadeh tarafından ortaya atılmıştır. Zadeh'in bulanık kümeleri tanımlamasının altında yatan temel sebep, insanların mantık yapılarının bulanık olduğu ve bu durumun açıklanması için klasik iki değerli mantığın (0-1) yeterli olmayacağı fikridir (Zadeh, 1965).

İşte bulanık kümeler, bu şekilde bulanık mantığın temel ögesi olmuştur. Bulanık kümeler ve bulanık sayıların sonsuz değerli mantık ile birleştirilmesi yoluyla bulanık mantık açıklanmaya çalışılmaktadır (Bojadziev, 2007: 43).

Bu düşüncelerden hareketle Zadeh bulanık kümeleri aşağıdaki şekilde tanımlamıştır.

U bir evrensel küme olsun. Evrensel U kümesi üzerinde tanımlanan bulanık F kümesi,

$$\mu_F: U \rightarrow [0,1]$$

üyelik fonksiyonu ile,

$$\tilde{A} = \left\{ \left(\mu_F(x) / x \right) : x \in U, \mu_F(x) \in [0,1] \right\} \quad (1)$$

şeklinde tanımlanmaktadır (Zadeh, 1965: 339).

Burada,

μ : Bulanık \tilde{F} kümesinin üyelik fonksiyonu

$\mu_{\tilde{F}}(x)$: x elemanın bulanık \tilde{F} kümesine ait olma derecesi

Bulanık kümeler teorisinde genellikle bulanık bir F kümesi, \tilde{F} şeklinde ifade edilmektedir.

$U = \{a, b, c, d, e\}$ evrensel küme olmak üzere, bir \tilde{F} bulanık kümesi için elemanlara ait üyelik dereceleri;

$$\mu_{\tilde{F}}(a) = 0, \quad \mu_{\tilde{F}}(b) = 0.3, \quad \mu_{\tilde{F}}(c) = 1, \quad \mu_{\tilde{F}}(d) = 0.6, \quad \mu_{\tilde{F}}(e) = 0.8$$

şeklinde hesaplanmış olsun.

Bu durumda \tilde{F} kümesi;

$$\tilde{F} = \left\{ \frac{0.3}{b}, \frac{1}{c}, \frac{0.6}{d}, \frac{0.8}{e} \right\}$$

$$\tilde{F} = \{(b, 0.3), (c, 1), (d, 0.6), (e, 0.8)\}$$

$$\tilde{F} = \{0, 0.3, 1, 0.6, 0.8\}$$

şekillerinde birbirine eşit 3 farklı biçimde gösterilebilir.

Burada herhangi bir elemanın üyelik derecesinin 1 olması o elemanın kümeye tam üyeliğini ifade etmektedir. Bu durum o elemanı kümenin merkezine taşımaktadır. Bulanık kümelerde üyelik fonksiyonunun seçimi ise, araştırmacı tarafından belirlenmektedir. Üyelik fonksiyonları da, üçgen, dikdörtgen, Gauss vb. şekilli olabilmektedir.

Bulanık mantık tanımı incelendiğinde üyelik değerlerinin $[0,1]$ aralığında olması akla olasılık konusunu getirmektedir. Bulanık mantık kavramının olasılık kavramıyla ortak yönleri bulunsa da, temelde çok büyük farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin, bir olayın meydana gelmesindeki belirsizlik durumu olasılık ile ilişkilidir. Bulanıklık durumu ise, belirsizlikten farklı olarak, olayın gerçekleşip gerçekleşmemesiyle değil, olayın hangi dereceye kadar gerçekleştiğiyle ilgilenmektedir (Baykal ve Beyan, 2004: 311).

Günlük hayattaki olayların matematiksel yöntemlerle modellenmesi sırasında, gerek insanların algıları gerekse dilsel ifadeler sebebiyle zorluklar yaşanmaktadır. Burada karşılaşılan bulanık veriler klasik matematiksel metotlar yerine ancak bulanık kümeler teorisi yardımıyla modellenebilmektedir.

3.2.Esnek Kümeler

Esnek kümeler teorisi ilk olarak 1999 yılında Molodtsov tarafından ortaya atılmıştır. Molodtsov çalışmasında, özellikle esnek hesaplamalar ve esnek işlemler üzerine yoğunlaşmış olsa da hemen sonrasında başlayan esnek küme çalışmaları özellikle esnek karar verme üzerine gerçekleşmiştir.

Molodtsov esnek kümeyi aşağıdaki şekilde tanımlamıştır.

U bir evrensel küme olsun. $P(U)$, U kümesinin alt kümelerinin oluşturduğu kuvvet kümesi, E kümesi ise parametreler kümesi ve $S \subset E$ olmak üzere,

$$f_S: E \rightarrow P(U)$$

olacak şekilde,

$$F_S = (f_S, E) = \{(x, f_S(x)) : x \in E, f_S(x) \in P(U)\} \quad (2)$$

şeklinde tanımlanan F_S kümesine Esnek Küme denir.

Bu tanımdan hareketle, U evrensel kümesinin alt kümelerinin özelliklerle ifade edilmiş bir ailesinin esnek kümeyi ifade ettiği söylenebilir.

Burada,

U : Alternatifler kümesi (Evrensel küme)

E : Özellikler kümesi (Parametreler kümesi)

$P(U)$: Kuvvet kümesi (Alt kümelerin kümesi)

f_S : F_S esnek kümesinin yaklaşım fonksiyonu

adı verilmektedir.

Bir evrensel (alternatifler) küme üzerinde esnek kümenin tanımlanabilmesi için o alternatifleri karakterize eden özelliklerin (parametreler) açıkça ifade edilmesi gerekmektedir. Esnek kümelerin sıralı ikili şeklinde gösterildiği düşünüldüğünde, ilk bileşende özellik, ikinci bileşende ise birinci bileşende belirtilen özelliğe sahip alternatif nesnelere yer almaktadır. Dolayısıyla bu şekilde özellikler ve alternatiflerin sıralı ikili şeklinde ifade edildiği kümeler esnek kümeler olarak adlandırılmaktadır (Molodtsov, 1999: 20).

Esnek kümeler teorisinde temel düşünce yaklaşımıdır. x_1 ve x_2 iki parametre (özellik) olmak üzere, $f_S(x_1) \subset f_S(x_2)$ olması durumu x_2 parametresinin yaklaşım değerinin x_1 parametresinin yaklaşım değerinden büyük olduğunu göstermektedir. Yani bu durum, ele alınan uzayda x_2 parametresinin x_1 parametresinden daha çok elemanla ilişkili olduğunu ifade etmektedir (Enginoğlu, 2008: 30).

Esnek kümelerin gösterimi üzerine bir örnek aşağıdaki şekilde verilebilir.

$U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5\}$ alternatifler (nesnelere) kümesi, $E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ parametreler kümesi ve $S = \{x_1, x_2, x_4\} \subset E$ olmak üzere,

$$f_S(x_1) = \{u_1, u_5\}, \quad f_S(x_2) = \emptyset, \quad f_S(x_4) = \{u_1, u_4\}$$

şeklinde verilmiş olsun.

Bu durumda F_S esnek kümesi;

$$F_S = \{(x_1, \{u_1, u_5\}), (x_2, \emptyset), (x_4, \{u_1, u_4\})\}$$

$$F_S = \{(x_1, \{u_1, u_5\}), (x_4, \{u_1, u_4\})\}$$

şeklinde ifade edilebilir (Maji vd., 2002: 1080).

Burada, aynı elemanın farklı özellikler ile ilişkili olabileceği görülmektedir. Ayrıca esnek kümelerde bir özellik ile hiçbir alternatifin ilişkili olmaması durumu da \emptyset şeklinde ifade edilmektedir.

3.3. Bulanık Esnek Kümeler

Bulanık esnek kümeler ilk kez 2001 yılında Maji vd. tarafından ortaya atılmıştır. Maji ve arkadaşları bu çalışmalarında esnek kümeleri bulanık alt kümelere uygulayarak bulanık esnek kümeleri tanımlamışlardır.

Bulanık esnek kümeler aşağıdaki şekilde tanımlanabilir.

U evrensel küme ve E parametreler kümesi olsun. U evrensel kümesi üzerinde tanımlanan tüm bulanık kümelerin kümesi $F(U)$ ve $A \subseteq E$ olmak üzere U kümesi üzerinde tanımlanan bir Γ_A bulanık esnek kümesi,

$$\gamma_A: E \rightarrow F(U)$$

$$\gamma_A(x) = \left\{ \frac{\mu_{\gamma_A(x)}(u)}{u} : u \in U, \mu_{\gamma_A(x)}(u) \in [0,1] \right\} \quad (3)$$

bulanık kümesi ile,

$$\Gamma_A = \{(x, \gamma_A(x)) : x \in E, \gamma_A(x) \in F(U)\} \quad (4)$$

ve $\forall x \notin A$ için $\gamma_A(x) = \emptyset$ biçiminde tanımlanır.

Burada,

U : alternatifler kümesi

E : parametreler kümesi

γ_A : yaklaşım kümesidir (Roy ve Maji, 2007: 414).

Bir evrensel (alternatifler) küme üzerinde bulanık esnek kümenin tanımlanabilmesi için o alternatifleri karakterize eden özelliklerin (parametreler) açıkça ifade edilmesi gerekmektedir. Bulanık esnek kümelerin sıralı ikili şeklinde gösterildiği düşünüldüğünde, ilk bileşende özellik, ikinci bileşende ise birinci bileşende belirtilen özelliğe belli üyelik derecesiyle sahip alternatif nesnelere yer almaktadır. Dolayısıyla bu şekilde özellikler ve alternatiflerin sıralı ikili şeklinde ifade edildiği kümeler bulanık esnek kümeler olarak adlandırılmaktadır.

Bulanık esnek kümelerin gösterimi üzerine bir örnek aşağıdaki şekilde verilebilir.

$U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5\}$ alternatifler (nesnelere) kümesi, $E = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$ parametreler kümesi ve $A = \{x_1, x_2, x_4\} \subset E$ olmak üzere,

$$\gamma_A(x_1) = \left\{ \frac{0.6}{u_1}, \frac{1}{u_3} \right\}, \quad \gamma_A(x_2) = \emptyset, \quad \gamma_A(x_4) = \left\{ \frac{0.1}{u_2}, \frac{0.7}{u_4} \right\}$$

olsun.

Bu durumda Γ_A bulanık esnek kümesi;

$$\Gamma_A = \left\{ \left(x_1, \left\{ \frac{0.6}{u_1}, \frac{1}{u_3} \right\} \right), (x_2, \emptyset), \left(x_4, \left\{ \frac{0.1}{u_2}, \frac{0.7}{u_4} \right\} \right) \right\}$$

$$\Gamma_A = \left\{ \left(x_1, \left\{ \frac{0.6}{u_1}, \frac{1}{u_3} \right\} \right), \left(x_4, \left\{ \frac{0.1}{u_2}, \frac{0.7}{u_4} \right\} \right) \right\}$$

şeklinde ifade edilebilir.

Bulanık esnek kümelerde verilerin hem daha rahat görülebilmesi hem de elektronik ortama daha rahat aktarılabilmesi sebebiyle tablo yöntemi kullanılabilir.

En genel haliyle kullanılabilir tablo şu şekilde tanımlanabilir. $U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_m\}$ bir evrensel küme, $E = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ parametreler kümesi ve $A \subset E$ olsun. U evrensel kümesi üzerinde tanımlanan bir Γ_A bulanık esnek kümesinin bilgi tablosu; $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ve $j = 1, 2, 3, \dots, n$ olmak üzere;

$$\mu_{\Gamma_A}: U \times E \rightarrow [0, 1]$$

dönüşümü yardımıyla, tablo 1 şeklinde ifade edilebilir (Maji vd., 2002: 1080).

Tablo 1. Bulanık Esnek Kümelerde Bilgi Tablosu

μ_{Γ_A}	x_1	x_2	x_n
u_1	$\mu_{\Gamma_A(x_1)}(u_1)$	$\mu_{\Gamma_A(x_2)}(u_1)$	$\mu_{\Gamma_A(x_n)}(u_1)$
u_2	$\mu_{\Gamma_A(x_1)}(u_2)$	$\mu_{\Gamma_A(x_2)}(u_2)$	$\mu_{\Gamma_A(x_n)}(u_2)$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
u_m	$\mu_{\Gamma_A(x_1)}(u_m)$	$\mu_{\Gamma_A(x_2)}(u_m)$	$\mu_{\Gamma_A(x_n)}(u_m)$

Eğer, $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ve $j = 1, 2, 3, \dots, n$ olmak üzere $a_{ij} = \mu_{\Gamma_A(x_j)}(u_i)$, ise Γ_A bulanık esnek kümesi aşağıdaki gibi matris şeklinde de gösterilebilir.

$$[a_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{2n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdot & \cdot & \cdot & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Yukarıdaki matrise U evrensel kümesi üzerinde $m \times n$ boyutlu $fs - matris$ (bulanık esnek matris) adı verilmektedir (Çağman ve Enginoğlu, 2012: 111).

3.3.1. Bulanık Esnek Matris Çarpımları

U evrensel kümesi üzerinde tanımlı tüm $m \times n$ boyutlu $fs - matris$ lerin kümesi $FSM_{m \times n}$ ile gösterilsin.

$[a_{ij}]$ ve $[b_{ik}]$ ($m \times n$) boyutlu iki bulanık esnek matris olmak üzere, bu iki matrisin “VE” çarpımı;

$$\wedge: FSM_{m \times n} \times FSM_{m \times n} \rightarrow FSM_{m \times n^2}, [a_{ij}] \wedge [b_{ik}] = [c_{ip}]$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada $c_{ip} = \min\{a_{ij}, b_{ik}\}$ ve $p = nx(j - 1) + k$ dir.

$[a_{ij}]$ ve $[b_{ik}]$ ($m \times n$) boyutlu iki bulanık esnek matris olmak üzere, bu iki matrisin “VEYA” çarpımı;

$$\vee: FSM_{mxn} \times FSM_{mxn} \rightarrow FSM_{mxn^2}, [a_{ij}] \vee [b_{ik}] = [c_{ip}]$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada $c_{ip} = \max\{a_{ij}, b_{ik}\}$ ve $p = nx(j - 1) + k$ dir.

$[a_{ij}]$ ve $[b_{ik}]$ (mxn) boyutlu iki bulanık esnek matris olmak üzere, bu iki matrisin “DEĞİL – VE” çarpımı;

$$\bar{\wedge}: FSM_{mxn} \times FSM_{mxn} \rightarrow FSM_{mxn^2}, [a_{ij}] \bar{\wedge} [b_{ik}] = [c_{ip}]$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada $c_{ip} = \min\{a_{ij}, 1 - b_{ik}\}$ ve $p = nx(j - 1) + k$ dir.

$[a_{ij}]$ ve $[b_{ik}]$ (mxn) boyutlu iki bulanık esnek matris olmak üzere, bu iki matrisin “DEĞİL – VEYA” çarpımı;

$$\bar{\vee}: FSM_{mxn} \times FSM_{mxn} \rightarrow FSM_{mxn^2}, [a_{ij}] \bar{\vee} [b_{ik}] = [c_{ip}]$$

şeklinde tanımlanmaktadır. Burada $c_{ip} = \max\{a_{ij}, 1 - b_{ik}\}$ ve $p = nx(j - 1) + k$ dir (Çağman ve Enginoğlu, 2012: 114).

3.3.2.fs-Max-Min Karar Verme

U evrensel kümesi üzerinde tanımlı tüm mxn boyutlu fs – matrislerin kümesi FSM_{mxn} ile gösterilsin.

$[c_{ip}] \in FSM_{mxn^2}$ ve $\forall k \in I = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ için, $I_k = \{p: \exists i, c_{ip} \neq 0, (k - 1)n < p \leq kn\}$ olsun.

Bu durumda, fs – max – min karar fonksiyonu aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$Mm: FSM_{mxn^2} \rightarrow FSM_{mx1},$$

$$Mm[c_{ip}] = [d_{i1}] = \left[\max_k \{t_{ik}\} \right]$$

Burada,

$$t_{ik} = \begin{cases} \min_{p \in I_k} \{c_{ip}\}, & I_k \neq \emptyset \\ 0, & I_k = \emptyset \end{cases}$$

dir. Bu şekilde elde edilen tek boyutlu $Mm[c_{ip}]$ fs-matrisine max – min karar fs – matrisi adı verilir. Bu durumda $[d_{i1}]$ matrisi kullanılarak aşağıdaki gibi U evrensel kümesinin alt kümesi elde edilebilir.

$$opt_{[d_{i1}]}(U) = \left\{ \frac{d_{i1}}{u_i}: u_i \in U, d_{i1} \neq 0 \right\}$$

Bu kümeye optimum alternatifler kümesi denir ve bu küme karar sonucunu içermektedir (Çağman ve Enginoğlu, 2012: 115).

4.VERİ SETİ VE ÖZELLİKLERİ

Çalışmada kullanılan veriler anket yoluyla toplanmıştır. İstanbul'da Makine İmalat Sanayi'nde faaliyet gösteren bir firmanın karar verici pozisyonunda eşit söz hakkına sahip iki tepe yöneticisi, anket sorularına elektronik ortamda cevap vermişlerdir. İki yönetici de hem akademik çalışmaya katkı sağlamak hem de sonuçların kendi işletmeleri ile paylaşıldığında değerlendirme yapabilecekleri düşüncesiyle anket formlarını itina ile cevaplamışlardır. İki yöneticiye ait anket formlarında da herhangi bir eksik veriye rastlanmamıştır.

İki yöneticinin mevcut tedarikçilerini fiyat, kalite, teslimat ve esneklik kriterlerine göre puanlayabilmeleri için rekabetçi öncelikler ölçeğinden faydalanılmıştır. Fiyat, kalite, teslimat ve esneklik kriterleri işletmelere rekabet avantajı sağladığından dolayı rekabetçi öncelikler olarak ifade edilmiş ve ölçek aşağıdaki Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Rekabetçi Öncelikler (Tedarikçi Seçim Kriterleri) Ölçeği

KRİTERLER	MADDELER
Fiyat	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Stok miktarını azaltmak ✓ Kapasite kullanım oranını arttırmak ✓ Maliyetleri azaltmak ✓ İşgücü verimliliğini arttırmak
Kalite	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Yüksek performanslı ürünler sunmak ✓ Tutarlı ve güvenilir ürünler sunmak ✓ Tasarım özelliklerine uygun ürün geliştirmek
Teslimat	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hızlı teslimat sağlamak ✓ Teslimat vaatlerini yerine getirmek ✓ Üretim sürelerini kısaltmak
Esneklik	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tasarımda hızlı değişiklikler yapmak ✓ Üretim miktarlarında hızlı değişimler yapmak ✓ Yeni ürünler sunmak ✓ Ürün özelliklerinin sayısını arttırmak ✓ Ürün çeşitliliği sunmak ✓ Karma ürün sunmak

Kaynak: Boyer ve McDermott (1999)

Cevaplayıcılar için rekabetçi öncelikler ölçeği kullanılarak hazırlanan anket 5'li likert ölçeği şeklinde oluşturulmuştur. Cevaplayıcılar her bir tedarikçi için ayrı ayrı ölçekte yer alan seçim kriterlerini, önem düzeylerine göre puanlamışlardır. Cevaplayıcılar tedarikçileri bu kriterlere göre değerlendirmiştir. 5'li likert'te *1-Çok Az, 2-Az, 3-Orta, 4-Yüksek, 5-Çok Yüksek* düzeyleri ifade etmektedir.

5.ANALİZ VE BULGULAR

Çalışmada bir firmanın karar verme yetkisi bulunan iki üst düzey yöneticisine, kriterler ve alternatif tedarikçileri içeren bir anket formu sunulmuştur. Burada kriterler, rekabetçi öncelikler olarak bilinen teslimat, kalite, fiyat ve esneklik olmuştur. Alternatif olarak ise firmanın hammadde tedarikçisinde bağlantılı olduğu 6 tedarikçi alınmıştır. Karar vericiler söz konusu kriterler bağlamında alternatif tedarikçileri değerlendirmişlerdir.

İki cevaplayıcıdan alınan cevaplar bulanıklaştırılarak aşağıdaki matrisler elde edilmiştir.

$$P(1) = \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \\ T_5 \\ T_6 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,21 & 0,17 & 0,18 & 0,24 \\ 0,14 & 0,20 & 0,23 & 0,23 \\ 0,27 & 0,16 & 0,27 & 0,28 \\ 0,20 & 0,17 & 0,15 & 0,23 \\ 0,14 & 0,17 & 0,11 & 0,10 \\ 0,36 & 0,21 & 0,17 & 0,27 \end{bmatrix}$$

$$P(2) = \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \\ T_5 \\ T_6 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,11 & 0,12 & 0,19 & 0,22 \\ 0,16 & 0,25 & 0,23 & 0,22 \\ 0,10 & 0,25 & 0,17 & 0,18 \\ 0,24 & 0,19 & 0,14 & 0,13 \\ 0,19 & 0,13 & 0,27 & 0,12 \\ 0,30 & 0,19 & 0,29 & 0,21 \end{bmatrix}$$

Burada $P(1)$ ve $P(2)$ matrisleri iki farklı karar vericinin değerlendirmelerini ifade etmektedir. Matrislerin satırlarında alternatifler, sütunlarında ise kriterler (teslimat, kalite, fiyat, esneklik) yer almaktadır.

Çalışmamızda iki yöneticinin de ortak fikrinin ortaya çıkarılması amaç edinildiği için matrisler “ VE ” operatörü ile çarpılmıştır. “ VE ” matris çarpımı, ele aldığı durumların aynı anda sağlanması istendiğinde kullanılmaktadır. Yani karar vericilerin ortak fikrinin söz konusu olduğu durumda, karar matrislerinin “ VE ” operatörü ile çarpılması gerekecektir. Bu durum, ikili Aristo mantığından hareketle iki kümenin kesişimini ifade ederken de söz konusu olmaktadır. Yani herhangi iki kümenin ortak kesişimi “ VE ” bağlacı ile anlatılmaktadır. Bu düşünceden hareketle, çalışmada yer alan iki karar vericinin de ortak kararının nicel olarak değerlendirilmesi durumu söz konusu olduğundan “ VE ” matris çarpımı kullanılmıştır.

“ VE ” çarpım sonucu elde edilen matris aşağıda gösterilmektedir.

$$\begin{bmatrix} 0,11 & 0,12 & 0,19 & 0,21 & 0,11 & 0,12 & 0,17 & 0,17 & 0,11 & 0,12 & 0,18 & 0,18 & 0,11 & 0,12 & 0,19 & 0,22 \\ 0,14 & 0,14 & 0,14 & 0,14 & 0,16 & 0,20 & 0,20 & 0,20 & 0,16 & 0,23 & 0,23 & 0,22 & 0,16 & 0,23 & 0,23 & 0,22 \\ 0,10 & 0,25 & 0,17 & 0,18 & 0,10 & 0,16 & 0,16 & 0,16 & 0,10 & 0,25 & 0,17 & 0,18 & 0,10 & 0,25 & 0,17 & 0,18 \\ 0,20 & 0,19 & 0,14 & 0,13 & 0,17 & 0,17 & 0,14 & 0,13 & 0,15 & 0,15 & 0,14 & 0,13 & 0,23 & 0,19 & 0,14 & 0,13 \\ 0,14 & 0,13 & 0,14 & 0,12 & 0,17 & 0,13 & 0,17 & 0,12 & 0,11 & 0,11 & 0,11 & 0,11 & 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 \\ 0,30 & 0,19 & 0,29 & 0,21 & 0,21 & 0,19 & 0,21 & 0,21 & 0,17 & 0,17 & 0,17 & 0,17 & 0,27 & 0,19 & 0,27 & 0,21 \end{bmatrix}$$

Burada elde edilen çarpım matrisin elemanları şu şekilde hesaplanmaktadır.

$$x_{11} = \{0,11\} = \min\{a_{11}, b_{11}\}$$

$$x_{12} = \{0,12\} = \min\{a_{11}, b_{12}\}$$

$$x_{13} = \{0,19\} = \min\{a_{11}, b_{13}\}$$

$$x_{14} = \{0,21\} = \min\{a_{11}, b_{14}\}$$

$$x_{15} = \{0,11\} = \min\{a_{12}, b_{11}\}$$

$$x_{16} = \{0,12\} = \min\{a_{12}, b_{12}\}$$

...

$$x_{1,14} = \{0,19\} = \min\{a_{64}, b_{62}\}$$

$$x_{1,15} = \{0,27\} = \min\{a_{64}, b_{63}\}$$

$$x_{1,16} = \{0,21\} = \min\{a_{64}, b_{64}\}$$

“VE” çarpım matrisi elde edildikten sonra *fs – max – min* algoritması gereği alternatif tedarikçilerin herbir kritere göre aldıkları puanların minimum değerlerinin oluşturduğu matris oluşturulur.

$$\begin{bmatrix} 0,11 & 0,11 & 0,11 & 0,11 \\ 0,14 & 0,16 & 0,16 & 0,16 \\ 0,10 & 0,10 & 0,10 & 0,10 \\ 0,13 & 0,13 & 0,13 & 0,13 \\ 0,12 & 0,12 & 0,11 & 0,10 \\ 0,19 & 0,19 & 0,17 & 0,19 \end{bmatrix}$$

Matrislerin “VE” çarpımının minimum matrisi elde edildikten sonraki adımda, her bir $i = \{1,2,3,4,5,6\}$ için $Mm([a_{ij}] \wedge [b_{ik}]) = [d_{i1}]$ vektörü hesaplanmalıdır.

Burada,

$$[d_{i1}] = \max_k t_{ik} = \max\{t_{i1}, t_{i2}, t_{i3}, t_{i4}\}$$

dir.

Buradan,

$$[d_{11}] = \max_k t_{1k} = \max\{t_{11}, t_{12}, t_{13}, t_{14}\} = \max\{0,11, 0,11, 0,11, 0,11\} = \{0,11\}$$

$$[d_{21}] = \max_k t_{2k} = \max\{t_{21}, t_{22}, t_{23}, t_{24}\} = \max\{0,14, 0,16, 0,16, 0,16\} = \{0,16\}$$

$$[d_{31}] = \max_k t_{3k} = \max\{t_{31}, t_{32}, t_{33}, t_{34}\} = \max\{0,10, 0,10, 0,10, 0,10\} = \{0,10\}$$

$$[d_{41}] = \max_k t_{4k} = \max\{t_{41}, t_{42}, t_{43}, t_{44}\} = \max\{0,13, 0,13, 0,13, 0,13\} = \{0,13\}$$

$$[d_{51}] = \max_k t_{5k} = \max\{t_{51}, t_{52}, t_{53}, t_{54}\} = \max\{0,12, 0,12, 0,11, 0,10\} = \{0,12\}$$

$$[d_{61}] = \max_k t_{6k} = \max\{t_{61}, t_{62}, t_{63}, t_{64}\} = \max\{0,19, 0,19, 0,17, 0,19\} = \{0,19\}$$

olur.

Bu durumda,

$$d_{i1} = \begin{matrix} T_1 \\ T_2 \\ T_3 \\ T_4 \\ T_5 \\ T_6 \end{matrix} \begin{bmatrix} 0,11 \\ 0,16 \\ 0,10 \\ 0,13 \\ 0,12 \\ 0,19 \end{bmatrix}$$

max – min karar matrisi elde edilir. Bu matris yardımıyla optimum alternatifler kümesi,

$$opt_{[d_{i1}]}(U) = \left\{ \frac{0,11}{T_1}, \frac{0,16}{T_2}, \frac{0,10}{T_3}, \frac{0,13}{T_4}, \frac{0,12}{T_5}, \frac{0,19}{T_6} \right\}$$

şeklinde elde edilir. Burada $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5, T_6$ söz konusu işletmenin 6 farklı alternatif tedarikçisini ifade etmektedir. Bulanık esnek kümeler üzerinde yapılan matris çarpımları sonucuna göre, ele alınan işletmenin karar verme yetkilisi olan iki üst düzey yöneticisinin ortak değerlendirmeleri ışığında teslimat, kalite, fiyat ve esneklik parametrelerine göre en uygun tedarikçinin T_6 olduğu ve devamındaki sıralamanın T_2, T_4, T_5, T_1 ve T_3 şeklinde devam ettiği söylenebilir.

6. SONUÇ

Çalışmada temel olarak işletmelerde karar verme sürecinin daha etkin şekilde ilerlemesi ve daha doğru sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır. Bu anlamda yeni karar verme tekniklerinin kullanımı ve literatürde yaygınlaştırılması fikri benimsenmiştir.

Günümüzde hem akademik çalışmalarda hem de günlük hayatta karar vermede kullanılan birçok nicel karar tekniği mevcuttur. Bu çalışmada da işletmelerin hayati konularından birisi olan tedarikçi seçimi, alışılmışın dışında bir karar verme tekniği ile ele alınmıştır. Özellikle rekabet koşullarının sertleştiği günümüzde işletmeler diğer işletmelere karşı avantajlar sağlamak istemektedir. Bu avantajlardan birisi de uygun parametrelerde uygun tedarikçinin seçimine dayalı olarak elde edilecek avantajdır.

İşletmeler faaliyetlerini devam ettirebilmek ve müşteri ihtiyaçlarını, uygun fiyata, kaliteli ve zamanında karşılayabilmek için farklı tedarikçilerle çalışmakta, kendileri için uygun tedarikçiyi seçmektedirler. Piyasadaki mevcut tedarikçiler içerisinde kendisi için uygun tedarikçiyi bulmak ve bir karar vermek zorunda olan işletmelerin başarısı tedarikçi seçiminde verecekleri karara bağlıdır ve bu nedenle tedarikçi seçimi işletmeler için büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda İstanbul'da Makine İmalat Sanayi'nde faaliyet gösteren bir firmanın iki tepe yöneticisinin, aynı alandaki 6 tedarikçi hakkındaki görüşleri toplanmış, bulanık esnek kümeler kullanılarak tedarikçiler teslimat, kalite, fiyat ve esneklik kriterlerine göre sıralanmış ve en önemli tedarikçiye karar verilmiştir.

Literatürde henüz yeni bir konu sayılan bulanık esnek kümeler ve bulanık esnek kümeler üzerinde matris çarpımları, çalışmanın yöntem bölümünü oluşturmuştur. Karar vericiler alternatif tedarikçileri, tedarikçi seçim kriterlerine (teslimat, kalite, fiyat, esneklik) göre değerlendirmiştir. İki karar vericinin ortak kararının araştırılması sebebiyle "VE" çarpım yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada "VE" çarpım yöntemi ile karar vericilerin birbirinden bağımsız verdikleri cevaplar çeşitli matris işlemleri ile birleştirilmiştir. Sonuçta, iki karar vericinin de ortak fikrinin yer aldığı optimum alternatifler matrisi elde edilmiş ve bu matrise göre tedarikçiler sıralanmıştır. Burada, alternatif tedarikçilerin 0 – 1 değerli olarak değil, bulanık sayılarla kümeyle dahil olmasının çalışmayı daha gerçekçi kıldığı düşünülmektedir. Ayrıca direkt tedarikçi seçiminin yanında ele alınan parametrelere göre tedarikçilerin sıralaması da elde edilmiştir. Dolayısıyla kullanılan bu yöntemle, tedarikçilerin alternatif olma sırası da bilinmektedir.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalar için, ikiden fazla kişinin ortak katılımının sağlanması ile daha geniş matris çarpımı kullanılarak daha katılımcı çözümler elde edilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca bulanık esnek kümeler teorisine ait matris çarpımları

farklı karar verme problemlerine de uygulanarak bu yöntemin daha farklı alanlara da uygulanabileceği gösterilebilir. Bütün bunlara ek olarak matrislerin “VEYA”, “DEĞİL – VE” ve “DEĞİL – VEYA” çarpımları uygun senaryolara uygulanarak sonuçlar değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

- Akyüz, G. A. (2012). Bulanık Vikor Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(1), 197-215.
- Barbarosoglu, G., & Yazgac, T. (1997). An Application of The Analytic Hierarchy Process to The Supplier Selection Problem. *Production And Inventory Management Journal*, 38(1), 14.
- Baykal, N. ve Beyan, T. (2004). Bulanık Mantık İlke Ve Temelleri, Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Bojadziev, G. (2007). *Fuzzy Logic For Business, Finance, And Management*, Vol. 23. World Scientific.
- Boyer, K. K., & McDermott, C. (1999). Strategic Consensus in Operations Strategy. *Journal of Operations Management*, 17(3), 289-305.
- Boyer, K. K., & Pagell, M. (2000). Measurement Issues in Empirical Research: Improving Measures of Operations Strategy and Advanced Manufacturing Technology. *Journal of Operations Management*, 18(3), 361-374.
- Crosby, L.A., Evans, K.R. & Cowles, D. (1990). Relationship Quality in Services Selling: An Interpersonal Influence Perspective, *The Journal of Marketing*, s.68-81.
- Çağman, N. ve Enginoğlu, S. (2012). Fuzzy Soft Matrix Theory and Its Application in Decision Making. *Iranian Journal of Fuzzy Systems*, 9(1), 109-119.
- Dağdeviren, M., ve Eren, T. (2001). Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 16(1).
- Dağdeviren, M., ve Erarslan, E. (2008). Promethee Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1).
- Diaz, M. S., Gil, M. J. Á., & Machuca, J. A. D. (2005). Performance Measurement Systems, Competitive Priorities and Advanced Manufacturing Technology: Some Evidence from The Aeronautical Sector. *International Journal of Operations & Production Management*, 25(8), 781-799.
- Dickson, G. W. (1966). An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions.
- Enginoğlu, S. (2008). Soft Kümeler Ve Soft Karar Verme Metodları, (Yüksek Lisans Tezi), Tokat: Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Fawcett, S.E., Stanley, L.L. & Smith, S.R., (1997). Developing A Logistics Capability to Improve The Performance of International Operations. *Journal of Business Logistics*, 18(2), 101–127.
- Joshi, M. P., Kathuria, R., & Porth, S. J. (2003). Alignment of Strategic Priorities and Performance: An Integration of Operations and Strategic Management Perspectives. *Journal of Operations Management*, 21(3), 353-369.

- Karaöz, A. E., Akyüz, G. A., ve Tekin, K. (2019). Tedarikçi Seçimi Uygulamaları: Bilgi ve İletişim Teknolojileri Perspektifli Kritik Bakış. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 362-378.
- Konys, A. (2019). Green Supplier Selection Criteria: From A Literature Review to A Comprehensive Knowledge Base. *Sustainability*, 11(15), 4208.
- Liu, J., Ding, F.Y. & Lall, V. (2000). Using Data Envelopment Analysis to Compare Suppliers for Supplier Selection and Performance Improvement, *Supply Chain Management*, 5(3), s.143-150.
- Maji, P.K, Kumar, B., Ranjit. R. & Akhil R. (2001). Fuzzy Soft Sets, *Journal of Fuzzy Mathematics*, 9(3), 589-602.
- Maji, P.K., Roy, A.R. & Biswas, R. (2002). An Application of Soft Sets in A Decision Making Problem, *Computers & Mathematics With Applications*, 44(8-9), 1077-1083.
- Molodtsov, D. (1999). Soft Set Theory—First Results, *Computers & Mathematics with Applications*, 37(4-5), 19-31.
- Özdemir, A. (2010). Ürün Grupları Temelinde Tedarikçi Seçim Probleminin Ele Alınması ve Analitik Hiyerarşi Süreci ile Çözümlemesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(1), 55-84.
- Pi, W. N., & 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.
- Pitchipoo, P., Venkumar, P. & Rajakarunakaran, S. (2015). Grey Decision Model for Supplier Evaluation and Selection in Process Industry: A Comparative Perspective, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 76, s. 2059-2069.
- Prahinski, C., & Benton, W. C. (2004). Supplier Evaluations: Communication Strategies to Improve Supplier Performance. *Journal of Operations Management*, 22(1), 39-62.
- Rahaman, F. J. (2017). A Qualitative Study into the Supplier Selection Decision-Making Process in the Malaysian SME Manufacturing Industry, (Doctoral dissertation, University of Westminster).
- Roy, A.R. ve Maji, P.K. (2007). A Fuzzy Soft Set Theoretic Approach to Decision Making Problems, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 203(2), 412-418.
- Soner, S., & Önüt, S. (2006). Multi-criteria Supplier Selection: An ELECTRE-AHP Application. *Sigma*, 4, 110-120.
- Şevkli, M. (2010). An Application of The Fuzzy ELECTRE Method for Supplier Selection, *International Journal of Production Research*, 48(12), s.3393-3405.
- Tam, M.C.Y. & Tummala, V.M.R., (2001). An Application of The AHP in Vendor Selection of A Telecommunications System, *Omega*, 29(2), s.171-182.
- Tan, K. C. (2001). A Framework of Supply Chain Management Literature. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(1), 39-48.
- Wang, G., Huang, S.H. & Dismukes, J.P. (2004). Product-Driven Supply Chain Selection Using Integrated Multi-Criteria Decision-Making Methodology, *International Journal of Production Economics*, 91(1), s.1-15.

- Ward, P. T., & Duray, R. (2000). Manufacturing Strategy in Context: Environment, Competitive Strategy and Manufacturing Strategy. *Journal of operations management*, 18(2), 123-138.
- Weber, C.A., Current, J. & Desai, A. (2000). An Optimization Approach to Determining The Number of Vendors to Employ. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(2), s.90-98.
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy Sets, *Information And Control*, 8(3), 338-353.