

**SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇERÇEVEDE
TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME
PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜNDE
SEZGİSEL BULANIK TOPSİS
YÖNTEMİNİN KULLANILMASI: BİR
MOBİLYA İŞLETMESİ ÖRNEĞİ**



Kafkas Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi
KAÜİİBFD
Cilt, 11, Sayı 21, 2020
ISSN: 1309 – 4289
E – ISSN: 2149-9136

Makale Gönderim Tarihi: 30.08.2019

Yayına Kabul Tarihi: 27.01.2020

Özlem KARADAĞ
ALBAYRAK
Dr. Öğr. Üyesi
Kafkas Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi
Türkiye
ozlemkaradagalbayrak@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0832-0490

Ömer ALKAN
Doç. Dr.
Atatürk Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler
Fakültesi
Türkiye
oalkan@atauni.edu.tr
ORCID: 0000-0002-3814-
3539

ÖZ | Bu çalışma endüstriyel kuruluşlarda karşılaşılan karar verme problemlerinden biri olan tedarikçi seçimi ve değerlendirme problemleri çözümü için sürdürülebilir çerçevede bir yöntem sunmaktadır. Bu çalışmada ofis mobilyası üretimi yapan ve ürünlerinin çoğunu ihraç eden bir firmanın birincil hammadde olan sac tedarikçilerini kendi beklentilerini karşılama oranlarına göre değerlendirilmiştir. Bunun için firmaya tedarikçileri sürdürülebilir çerçevede beş kriter ve on iki alt kriterden oluşan bir değerlendirme yöntemi ile değerlendirmeleri önerilmiştir. Değerlendirme yapmak için sezgisel bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışma ile elde edilen tedarikçi değerlendirme sonuçları firma için söz konusu problemin değerlendirilmesi hususunda alternatif bir çözüm önerisi olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi ve Değerlendirmesi, Sezgisel Bulanık TOPSİS, ÇKKV Teknikleri

JEL Kodu: C6, L61, L74

Alanı: İşletme

Türü: Araştırma

DOI: 10.36543/kauibfd.2020.001

Atıfta bulunmak için: Albayrak, Ö., K. & Alkan, Ö. (2020). Sürdürülebilir çerçevede tedarikçi değerlendirme probleminin çözümünde sezgisel bulanık TOPSİS yönteminin kullanılması: bir mobilya işletmesi örneği. *KAÜİİBFD*, 11(21), 1-20

USING THE INTUITIVE FUZZY TOPSIS METHOD TO SOLVE THE SUPPLIER ASSESSMENT PROBLEM IN A SUSTAINABLE FRAMEWORK: A CASE STUDY OF A FURNITURE COMPANY



Kafkas University
Economics and Administrative
Sciences Faculty
KAUJEASF
Vol. 11, Issue 21, 2020
ISSN: 1309 – 4289
E – ISSN: 2149-9136

Article Submission Date: 30.08.2019

Accepted Date: 27.01.2020

Özlem KARADAĞ
ALBAYRAK
Asst. Prof.
Kafkas University
Faculty of Economics and
Administrative Sciences
Turkey
ozlemkaradagalbayrak@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0832-0490

Ömer ALKAN
Assoc. Prof. Dr.
Atatürk University
Faculty of Econometrics
Sciences
Turkey
oalkan@atauni.edu.tr
ORCID: 0000-0002-3814-3539

ABSTRACT

The aim of this study is to provide a sustainable method for the solution of supplier selection and evaluation problems which is one of the decision making problems in industrial organizations. In this research, an evaluation method consisting of five criteria and twelve sub-criteria in a sustainable framework was proposed in order to rank the sheet metal suppliers, which are the raw materials of a company producing office furniture and exporting most of their products, according to their own expectations. Intuitive fuzzy TOPSIS method was used for evaluation. As a result of the study, supplier evaluation results for the company have been given a ranking from good to bad, and an alternative solution proposal has been developed for the evaluation of this problem.

Keywords: Sustainable Supplier Selection and Evaluation, Intuitive Fuzzy TOPSIS, MCDM Techniques

Jel codes: C6, L61, L74

Scope: Business Administration

Type: Research

Cite this Paper: Albayrak, Ö., K. & Alkan, Ö. (2020). Using the intuitive fuzzy TOPSIS method to solve the supplier assessment problem in a sustainable framework: a case study of a furniture company. *KAUJEASF*, 11(21), 1-20

1. GİRİŞ

Tedarik zinciri boyunca tedarikçi seçimi ve değerlendirme satın alma yöneticilerinin karşılaştığı en önemli zorluklardan biri de çevik sistemlere uyum sağlayabilen doğru tedarikçi türlerinin seçimi ve değerlendirilmesidir. (Amindoust vd., 2012). Aynı zamanda bir organizasyon için karlılık ve örgütsel rekabet pozisyonu üzerindeki doğrudan etkisi nedeniyle kritik kararlardan biri olarak kabul edilir (Memari vd., 2019).

Genel olarak tedarikçi seçim ve değerlendirmede ekonomik özellikler dikkate alınmaktadır. Fakat son yıllarda tedarikçi seçimi ve değerlendirme problemleri sürdürülebilirlik çerçevesinde de incelenmektedir. Sürdürülebilirlik kavramı işletmeler için Elkington (1997) tarafından üçlü performans (Triple Bottom Line [TBL]) sistemi olarak tanıtılmış ve bugünkü eylemlerimizin gelecek nesilleri etkilemesi nedeni ile ekonomik, sosyal ve çevresel seçeneklerin kapsamını sınırlandırmamızı sağlama prensibi olarak açıklanmıştır. Yani üçlü performans yaklaşımı ekonomik, çevresel ve sosyal performansın önemini vurgulayan bir yönetim ve performans değerlendirme yaklaşımıdır (Avcı Öztürk ve Özçelik, 2014). Sürdürülebilir Tedarik Zinciri (STZ) yönetimi kavramı, çevresel farkındalıkla birlikte ekonomik ve sosyal düşünceyi geleneksel tedarik zinciri yönetimine entegre etmektir (Sen, 2018).

Literatürdeki yapılan tedarikçi değerlendirme ve seçme çalışmalarının çoğunda ekonomik değerlendirme kriterlerinin kullanıldığı görülmüştür. Zimmer vd. (2015) tarafından yapılan çalışma istatistikleri de bununla paralel sonuçlar ortaya koymuştur. 148 adet çalışmanın tamamında kullanılan değerlendirme kriterlerinin %52.5 da ekonomik boyuta sahip alt kriterler, %38.1 de çevresel boyuta sahip alt kriterler ve %9.4 sosyal boyuta sahip alt kriterlerden meydana gelmiştir. Tedarikçilerin seçimi ve değerlendirilmesinde tek başına ekonomik göstergeler yeterli olamamaktadır. Tedarik zinciri boyunca dış kaynak kullanım trendlerinin artması, çevre politikaları ve sosyal kaygılar nedeni ile şirketler tedarikçi seçim faaliyetlerini ekonomik, sosyal ve çevresel değerlerin birleşimini içeren ve üçlü performans yaklaşımı kullanarak tedarik zinciri faaliyetlerine entegre etmeye yöneltmiştir (Sen vd., 2018). Bu üçlü performans faktörünü aynı anda hesaba katan tedarikçi seçimi problemi sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi problemi olarak kabul edilir

Tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Çünkü, çağdaş tedarik zinciri yönetiminde, potansiyel tedarikçilerin performansları değerlendirilirken sadece tek bir faktör maliyetini dikkate almak yerine, aynı anda etkili birçok kritere göre değerlendirilme yapılmaktadır (Ho vd., 2010). ÇKKV tekniklerinin yapısında bulunan belirsizliği çözüme dahil ederek problem çözebilmek için Zadeh (1965) tarafından önerilen bulanık küme teorisi bu yöntemlere adapte edilmiştir. Klasik bulanık küme teorisinde elemanlar “üyelik fonksiyonu” olarak ifade edilen aralığa bir k derecesi ile ($0 \leq k \leq 1$) dâhil olmaktadır. Atanassov (1986) tarafından kriterlerin göreceli önem dereceleri karar vericiler tarafından belirlenirken yaşanacak kararsızlık (tereddüt) ve dolayısıyla bir elemanın üyelik derecesinin belirlenmenin zorlaşmasını ifade edilebilmek için Sezgisel Bulanık Kümeler (SBK) tanımlanmıştır (Başar, 2017). Sezgisel bulanık küme kavramı karar vericilerin dilsel tercihlerini ifade ederken üye olma derecesi, üye olmama derecesi ve tereddüt derecesi kullanması nedeni ile etkin bir araçtır (Efe vd., 2015). Bu nedenle bu çalışmada klasik bulanık küme teorisi yerine sezgisel bulanık küme teorisi kullanılmıştır. SBK’in belirsizlik ve bulanıklık ile başa çıkmada uygun olduğu, özellikle belirsiz ya da kesin olmayan karar bilgilerini ifade etmek için kullanılması gereken bir araç olduğu, ortaya çıkmıştır (Memari vd., 2019).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde sezgisel bulanık küme teorisine dayanan ve

sürdürülebilir tedarikçi seçim ve değerlendirme çalışmalarının çoğunda TOPSİS yöntemi kullanıldığı görülmüştür. Memari vd (2019) bir otomotiv yedek parça üreticisine sürdürülebilir tedarikçi seçmek için, Efe vd. (2015) ergonomik ürün konsept seçimi için ve Boran (2011) sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemlerinin çözümünde bu yöntemi kullanmışlardır. Sen vd. (2018) sezgisel bulanık ortamda TOPSİS, MOORA ve Gri İlişki Analizi yöntemleri kullanarak sürdürülebilir tedarikçi seçimi problemini çözmüşlerdir.

Bu çalışmada sürdürülebilir tedarik zinciri boyunca İstanbul’ da faaliyet gösteren bir ofis mobilyası firmasında kullanılan ve firmanın birinci derece hammaddesi olan DKP Sac tedarikçilerinin sürdürülebilir tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi problemi TOPSİS yöntemi kullanılarak sezgisel bulanık ortamda çözülmüştür.

Çalışmanın akışı şu şekilde ilerlemektedir. İkinci bölümde kavramsal çerçeve yapılmıştır. Üçüncü bölümde kabul edilen araştırma metodolojisi tanıtılmış, dördüncü bölümde uygulama yapılmış ve beşinci bölümde tartışma sonuca yer verilmiştir.

2. TEORİK ARKA PLAN

Tedarikçi seçimi problemleri çok sayıda değerlendirme kriteri içeren ve değerlendirilecek alternatiflerin belli olduğu bir karar verme problemleridir (Özkır, 2018). Tedarikçi seçiminde geleneksel yaklaşım problemi yalnızca ekonomik yönden dikkate almaktır. Fakat, iş dünyasında küreselleşme, rekabetçi piyasa koşulları ve değişen müşterileri talepleri sadece ekonomik kriterleri değerlendirme için yetersiz kılar (Amindoust vd., 2012). Bu açıdan sürdürülebilir tedarikçi seçim problemleri de değerlendirme ve seçim yapılırken çevresel, ekonomik ve sosyal değerlendirme kriterlerinin entegre edildiği ve sürdürülebilir performansların ölçüldüğü karar problemleri olarak kabul edilir. Sürdürülebilir bir tedarikçi, kendilerinden talepte bulunacak firmalar için iyi bir organizasyon imajı yaratmada önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca tedarikçi sürdürülebilirlik performansı, kurumsal tedarik zinciri sürdürülebilirlik performansının artmasına yardımcı olur. Bu gibi nedenler ile tedarikçilerin sürdürülebilirlik performanslarının değerlendirilmesi, doğru tedarikçileri belirlemesi ve seçme konusunda çok önemlidir (Khan vd., 2018).

Tedarikçi seçim ve değerlendirmede en önemli kısım değerlendirme kriterlerinin neler olacağına karar vermektir. Literatürdeki bazı çalışmalarda değerlendirme kriterleri literatürde kullanım sıklıklarına göre belirlenirken, diğer bir kısmında da değerlendirmeyi talep eden firma ihtiyaçlarına göre belirlenmiştir.

Amindoust vd. (2012) uygulama yapılacak firmaya sosyal, çevresel ve ekonomik kriterlerin bir listesini vermiş ve kendileri için uygun olan değerlendirme kriterlerini belirlemelerini istemiştir. Khan vd. (2018) bulanık entropi yöntemi kullanarak değerlendirme kriterleri içinde üç çerçeve için en büyük ağırlıklı kriterleri belirlemişlerdir. Buna göre ekonomik çerçevede “Kalite” (% 10.87), çevresel çerçevede “Temiz Teknoloji Uygulaması” (% 11.51) ve sosyal çerçevede “Bilgi Açıklamaları” (% 13.75) en üst sıradaki yer alan kriterler olmuşlardır.

Literatürdeki Sürdürülebilir Tedarikçi Seçimi (STS) çalışmalarının en detaylı araştırılması Zimmer vd. (2016) tarafında 143 adet çalışma incelenerek yapılmıştır. Bu çalışma neticesinde ekonomik, sosyal ve çevresel değerlendirme kriterleri ve kullanılan değerlendirme yöntemleri sınıflandırılmıştır. Değerlendirme kriterlerinden ekonomik, çevresel ve sosyal en yaygın on kriter aşağıdaki gibidir.

Ekonomik Kriterler: Kalite, Esneklik, Fiyat, Teslim Süresi, İlişki Seviyesi, Maliyet, Teknik Kapasite, Lojistik Maliyeti, Tersine Lojistik ve Red Oranı.

Çevresel Kriterler: Çevre Yönetim Sistem Belgesi, Kaynak Tüketimi, Çevreci Tasarım, Geri dönüşüm, Ekolojik Etkinin Kontrolü, Atık Su, Enerji Tüketimi, Yeniden Kullanım, Emisyon Miktarı, Çevresel Davranış Kuralları,

Sosyal Kriterler: Paydaşların Katılımı, Personel Eğitimi, Sosyal Yönetim Taahhüdü, Sağlık ve Güvenlik, Paydaş İlişkileri, Sosyal Davranış Kuralları, Sürdürülebilir Projeler için Bağışlar, Paydaşların Hakları, Güvenlik Uygulamaları, Yıllık Kaza Sayısı.

2.1. Sürdürülebilir Tedarikçi Değerlendirme Kriterleri

Değerlendirme yapılırken kullanılacak değerlendirme kriterleri genellikle literatürden seçilmektedir. Fakat değerlendirme yapacak firmanın özellikle önem verdiği ve kendisi ile ilgi gördüğü kriterleri seçmesi de önemlidir. Bu nedenle literatürde kullanılan pek çok değerlendirme kriteri ile bir tablo hazırlanıp Amindoust vd.'nin (2012) çalışmalarında olduğu gibi kriter seçiminde firma için uygun görülenlerin kullanılabilmesi için kriterleri seçmeleri istenmiştir ve tercih edilen kriter listesi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Firma Tarafından Seçilen Değerlendirme Kriterleri.

Ana Kriter	Alt Kriter	Değerlendirme için Uygunluğu	
		Evet	Hayır
Ekonomik Kriterler	Kalite	x	
	Esneklik		x
	Fiyat	x	
	Teslim Süresi	x	
	İlişki Seviyesi		x
	Teknik Kapasite	x	
	Lojistik Maliyeti		x
	Tersine Lojistik		x
Çevresel Kriterler	Red Oranı	x	
	Çevre Yönetim Sistem Belgesi	x	
	Kaynak Tüketimi		x
	Çevreci Tasarım		x
	Geri dönüşüm	x	
	Ekolojik Etkinin Kontrolü(Kirletici Kontrol)	x	
	Atık Su		x
	Enerji Tüketimi	x	
	Yeniden Kullanım		x
Çevresel Davranış Kuralları		x	
Sosyal Kriterler	Paydaşların Katılımı		x
	Personel Eğitimi		x
	Sosyal Yönetim Taahhüdü	x	
	Sağlık ve Güvenlik	x	
	Paydaş İlişkileri		x
	Sosyal Davranış Kuralları		x
	Sürdürülebilir Projeler için Bağışlar	x	
	Paydaşların Hakları		x
	Yıllık Kaza Sayısı		x

Firmanın seçtiği değerlendirme kriterler ve kriterlerin kullanıldığı çalışmalar Tablo 2de verilmiştir.

Tablo 2. Değerlendirme Kriterlerinin Kullanıldığı Çalışmalar.

Ana Kriter	Alt Kriter	Kriter Özelliği	Açıklama	Kullanıldığı Çalışma
Ekonomik Kriterler	Kalite	Fayda	Tedarikçinin firma beklentisini karşılama düzeyidir.	Lee vd. (2009),Kuo vd (2010), Punniyamoorthy vd. (2010), Tseng ve Chiu (2013), Mafakheri vd. (2011), Amindoust vd. (2012), Azadnia vd.(2012), Ghadimi ve Heavey (2014), Zhong,ve Yao (2017).
	Fiyat	Maliyet	Tedarikçilerin aynı standart ürün için verdikleri fiyattaki avantaj düzeyi.	Aydın Keskin vd (2010), Kuo vd (2010), Punniyamoorthy vd. (2010), Mafakheri vd. (2011), Amindoust vd. (2012), Azadnia vd.(2012), Dai ve Blackhurst (2012), Ghadimi ve Heavey (2014), Zhong,ve Yao (2017).
	Teslim Süresi	Maliyet	Tedarikçilerin aynı standart ürün için verdikleri teslim süresindeki avantaj düzeyi.	Kuo vd (2010), Tseng ve Chiu (2013), Mafakheri vd. (2011), Amindoust vd. (2012), Azadnia vd.(2012), Ghadimi ve Heavey (2014), Orji ve Wei (2014).
	Teknik Kapasite	Fayda	Firmanın mevcut ve gelecekteki talebini karşılamak için tedarikçinin teknoloji gelişimi.	Aydın Keskin vd (2010), Kuo vd (2010), Punniyamoorthy vd. (2010), Amindoust vd. (2012), Orji ve Wei (2014).
	Red Oranı	Maliyet	Yıl içinde kalite kontrol işlemi sonucu tespit edilen red ürün düzeyidir.	Lee vd. (2009).
Çevresel Kriterler	Çevre Yönetim Sistem Belgesi	Fayda	Tedarikçinin ISO 14000 gibi çevre ile ilgili sertifikalara sahip olup olmadığı.	Humphreys vd (2003), Hsu ve Hu(2009), Lee vd. (2009), Awasthi vd. (2010), Tseng ve Chiu (2013), Mafakheri vd. (2011), Amindoust vd. (2012), Azadnia vd.(2012), Orji ve Wei (2014).
	Geri dönüşüm	Fayda	Ürünlerin geri dönüşüm seviyesi	Amindoust vd. (2012), Orji ve Wei (2014).
	Ekolojik Etkinin Kontrolü(Kirletici Kontrolü)	Fayda	Katı, sıvı ve gaz atıkların miktar kontrolü ve temizlenmesi faaliyetleri	Bai ve Sarkis (2010), Tseng ve Chiu (2013), Amindoust vd. (2012), Azadnia vd.(2012), Orji ve Wei (2014).
	Enerji Tüketimi	Maliyet	Enerji tüketiminin kontrolü	Lee vd. (2009).
Sosyal Kriterler	Sosyal Yönetim Taahhüdü	Fayda	Çocuk işçiliği, ayrımcılık vb. gibi önemli sosyal yönlerin sağlanmasında uyum ve sürekli iyileştirme sağlama taahhüdü	Alikhani vd. (2019).
	Sağlık ve Güvenlik	Fayda	Sağlık, güvenlik, konularında sosyal yönlerin sağlanmasında uyum ve sürekli iyileştirme sağlama taahhüdü	Alikhani vd. (2019)., Aydın Keskin vd (2010), Bai ve Sarkis (2010), Amindoust vd. (2012), Azadnia vd.(2012), Dai ve Blackhurst (2012), Ghadimi ve Heavey (2014), Orji ve Wei (2014).
	Sürdürülebilir Projeler için Bağışlar	Fayda	Tedarikçinin çevre korumaya karşı özerk sosyal sorumluluğu	Lee vd. (2009).

2.2. Sürdürülebilir Tedarikçi Değerlendirme Yöntemleri

Sürdürülebilirlik çerçevesinde tedarikçi değerlendirme faaliyetini yapabilmek için pek çok farklı modelle yöntem uygulanabilmektedir. Bu konuda ana yaklaşımlar nitel yöntemler, matematiksel programlama, matematiksel analitik, yapay zekâ ve hibrit modeller olarak ayrılabilir (Memari, 2019). Bu yöntemlerin içinde ÇKKV tekniklerinden tedarikçi değerlendirme problemlerinin birden fazla değerlendirme kriterini aynı anda barındırmaları nedeni ile sıklıkla yararlanılmaktadır. Sürdürülebilir tedarikçi yönetiminde kullanılan ÇKKV tekniklerinden başlıcaları Analitik Hiyerarşik Proses (AHP), Analitik Ağ Prosesi (ANP), Data Envelopment Analysis (DEA), TOPSİS, Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations (PROMETHEE), ELimination and Choice Expressing Reality (ELECTRE), Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR), Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) olarak sınıflandırılabilir (Zimmer vd., 2016).

Oldukça fazla sayıda çalışmada klasik ÇKKV teknikleri ile birlikte Bulanık Küme Teorisi (BKT) kullanılmıştır. Alagöz ve Yapıcıoğlu (2019) Miktanda İndirim ve Hızlı Servis Seçeneklerinde Tedarikçi Seçimi ve Sipariş Tahsis Kararları problemi çözümünde bulanık TOPSİS, bulanık AHP ve hedef programlama temelli hibrit bir yöntem geliştirmişlerdir. Chen vd. (2010) Yeşil tedarikçi seçimi için gri ilişkisel analizle birlikte bulanık küme teorisi uygulamışlardır.

Sezgisel Bulanık Küme (SBK) teorisi BKT'nin daha genelleştirilmiş bir halidir ve gerçek hayat problemlerinin ele alınmasında daha uygun bir yöntemdir. Sezgisel Bulanık Kümeleri (SBK) teorisindeki tereddüt kavramı, özellikle karar vericiler için yararlıdır (Memari, 2019). Bulanık bir konsepte tekabül eden bir evrendeki bir elementin üyelik derecesinin ve üyelik dışı derecesinin toplamı birden az olabilir. Bulanık küme teorisinde, bilgi eksikliğini yani tereddütü üyelik dereceleri ile birleştirmenin bir yolu yoktur. Bu problemi gidermek için kullanılacak olası çözüm Atanassov (1986) tarafından tanıtılan SBK teorisini kullanmaktır (Liu ve Wang, 2007). Büyüközkan ve Göçer (2017) tedarikçi değerlendirme kriterlerinin seçimi için sezgisel bulanık AHP tekniğini ve rekabet halindeki alternatiflerin genel performanslarına göre sıralanması için sezgisel bulanık aksiyomatik tasarım (IFAD) ilkeleri kavramını kullanmışlardır. Efe vd. (2015) sezgisel bulanık TOPSİS yöntemi kullanılarak ergonomik ürün konsept seçimi problemini çözümlerdir.

Bu çalışma sezgisel bulanık TOPSİS yöntemi ile sürdürülebilir çerçevede tedarikçi değerlendirme problemlerinin çözümü için önerilmiştir. Bu yöntem önceki çalışmalarda çok az kullanılmıştır. Uygulama İstanbul'da faaliyet gösteren bir firmanın hammadde maliyetlerinin neredeyse yüzde seksenini oluşturan DKP sac tedarikçileri değerlendirmesinde yapılmıştır. Değerlendirme kriterleri için kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve bu kriterlerden hangilerinin firma için uygun olduğu görüşü firmadan alınmıştır. Böylece hem akademik hem de pratik bakış açısı bir arada sunulmuştur.

3. YÖNTEM

3.1. Sezgisel Bulanık Küme Teorisi

Nitelikleri ikili üyelik fonksiyonu şeklinde ifade eden klasik küme kavramının problemlerde özellikle kişisel yargıların ifade edilmesinde yetersiz kalması nedeni ile 1965 yılında Zadeh tarafından nitelikleri dereceli üyelik fonksiyonlarıyla ifade eden bulanık kümeler önerilmiştir. Bulanık küme teorisinde A kümesine ait bir elemanın o kümeye aitlik derecesi μ_A 'dır ve üye olmama derecesi de $1 - \mu_A$ 'dır. Yani üye olma ve olmama dereceleri toplamı 1'dir. Adak vd. (2012) bulanık küme teorisini şu şekilde açıklamışlardır. Bulanık set "A" iken ve Evrensel küme "E" iken bu kümenin x elemanı

iken;

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in E\} \text{ ve } \mu_A: E \rightarrow [0,1] \text{ ve } \mu_A \text{ üyelik derecesidir.} \quad (1)$$

Gerçek hayat problemlerinde bu yaklaşım belirsizliği açıklamada yeterli görülmektedir, ait olma ve olmama derecesi her zaman 1' e eşit olmaz (Boran, 2009). Bu eksikliği gidermek için Atanassov (1986) tarafından sezgisel bulanık küme teorisi önerilmiştir. Aslında klasik bulanık küme teorisinin uzantısıdır ve kesin olmayan problemlerle başa çıkmakta daha esneklerdir. Adak vd. (2012) sezgisel bulanık küme teorisini şu şekilde açıklamışlardır. Bulanık set "A" iken ve Evrensel küme "E" iken bu kümenin x elemanı iken;

$$A = \{(x, \mu_A(x), \nu_A(x)) | x \in E\} \text{ ve } \mu_A: E \rightarrow [0,1] \text{ ve } \nu_A: E \rightarrow [0,1]. \quad (2)$$

$$\mu_A: \text{üyelik derecesi, } \nu_A = \text{ üye olmama derecesidir ve } 0 \leq \mu_A + \nu_A \leq 1. \quad (3)$$

SBK teorisi, belirsizlik altındaki koşullarda çeşitli karar verme problemlerinde de kullanılmıştır (Memari, 2019). İki SBS arasındaki matematiksel işlemler ve ilişkiler aşağıda verilmiştir (Atanassov, 1986).

$$\text{Eğer } (\forall x \in E)(\mu_A(x) \leq \mu_B(x) \text{ ve } \nu_A(x) \geq \nu_B(x) \text{ ise } A \subset B; \text{ dir.} \quad (4)$$

$$\text{Eğer } A \subset B \text{ ve } B \subset A \text{ ise } A = B \text{ dir.} \quad (5)$$

$$\bar{A} = \{(\mu_A(x), \nu_A(x)) | x \in E\} \quad (6)$$

$$A \cap B = \{(x, \min(\mu_A(x), \mu_B(x)), \max(\nu_A(x), \nu_B(x))) | x \in E\}; \quad (7)$$

$$A \cup B = \{(x, \max(\mu_A(x), \mu_B(x)), \min(\nu_A(x), \nu_B(x))) | x \in E\}; \quad (8)$$

$$A + B = \{(x, \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x), \nu_A(x) \cdot \nu_B(x)) | x \in E; \quad (9)$$

$$A \cdot B = \{(x, \mu_A(x) \cdot \mu_B(x), \nu_A(x) + \nu_B(x) - \nu_A(x) \cdot \nu_B(x)) | x \in E. \quad (10)$$

Sezgisel bulanık karar matrisi aşağıdaki şekilde gösterilir ve bu matriste k. karar verici tarafından m adet alternatif ve n adet kriter için oluşturulmuş karar matrisidir (Boran, 2009).

$$R^{(k)} = (r_{ij}^k)_{m \times n} \quad (11)$$

Burada seri elemanlarını ifade eden r_{ij}^k 'tır ve i. alternatif ve j. kriterin aldığı sezgisel skoru yani Sezgisel Bulanık Sayı (SBS) değeridir.

$$r_{ij}^k = (\mu_{ij}^k, \nu_{ij}^k, \pi_{ij}^k) \quad (12)$$

Burada,

μ_{ij}^k i. alternatifin j. kriteri sağlama derecesi (üyelik derecesi),

ν_{ij}^k i. alternatifin j. kriteri sağlamama derecesi (üye olmama derecesi) ve

π_{ij}^k i. alternatifin j. kriter için karar vericinin belirsizlik(tereddüt derecesi) derecesidir. Tereddüt derecesi aşağıdaki şekilde ifade edilebilir ve yine 0 ile 1 arasında değer alır.

$$\pi_{ij}^k = 1 - \mu_{ij}^k - \nu_{ij}^k \quad (13)$$

π_{ij}^k değeri küçük olduğunda bilgi değeri daha güvenilir, büyük olduğunda ise belirsizlik daha fazladır denir. $r_{ij}^k = (1,0,0)$ en büyük ve $r_{ij}^k = (0,1,0)$ en küçük Sezgisel Bulanık Set (SBS) dir (Zhang ve Liu,2011).

İki sezgisel bulanık sayı $r_a = (\mu_a, \nu_a, \pi_a)$ ve $r_b = (\mu_b, \nu_b, \pi_b)$ olsun. Bu SBS arasındaki uzaklık aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır (Xu, Yager, 2008).

$$d(r_a, r_b) = \frac{1}{2} (|\mu_a - \mu_b| + |\nu_a - \nu_b| + |\pi_a - \pi_b|) \quad (14)$$

3.2. Dilsel Değişkenlerin Sezgisel Bulanık Sayılara Dönüştürülmesi

Dilsel değişkenler değeri doğal dil ifadesi olan değişkenlerdir. Geleneksel nicel ifadelerde doğru bir şekilde tanımlanamayacak kadar karmaşık veya çok tanımlanmış durumlarla başa çıkmada çok yararlıdır. Örneğin, nitel ölçütlere göre alternatiflerin derecelendirmeleri, çok iyi, iyi, adil, zayıf, çok zayıf, vb. gibi dilsel değişkenler kullanılarak ifade edilebilir, daha sonra bunlar SBS'ye dönüştürülür (Zhang ve Liu, 2011). Çalışmada dilsel değişkenlerin SBS'ya dönüşümünde alternatiflerin değerlendirilmesinde Tablo 3, karar vericilerin ve kriterlerin ağırlıkları belirlenirken Tablo 4 kullanılacaktır.

Tablo 3. Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel Değişkenlerin SBS'ya Dönüşümü (Zhang ve Liu,2011).

Linguistic variables	IFNs
Aşırı zayıf (EP) / Aşırı düşük (EL)	(0.05; 0.95;0.00)
Çok zayıf (VP) / Çok Düşük (VL)	(0.15;0.80; 0.05)
Kötü (P) / Düşük (L)	(0.25;0.65;0.10)
Orta zayıf (MP) / Orta Düşük (ML)	(0.35;0.55;0.10)
Orta (F) / Orta (M)	(0.50;0.40;0.10)
Orta iyi (MG) / Orta Yüksek (MH)	(0.65; 0.25;0.10)
İyi (G) / Yüksek (H)	0.75; 0.15; 0.10)
Çok iyi (VG) / Çok yüksek (VH)	(0.85; 0.10; 0.05)
Aşırı iyi (EG) / Aşırı yüksek (EH)	(0.95; 0.05;0.00)

Tablo 4. Karar vericilerin ve Kriterlerin Ağırlıkları Belirlenirken Kullanılan Dilsel Değişkenlerin SBS'ya Dönüşümü (Boran, 2009).

Dilsel Terimler	Aralık Bulanık Sayı Karşılıkları
Oldukça Önemli	(0,80; 0,10; 0,10)
Önemli	(0,50; 0,20; 0,30)
Orta	(0,50; 0,50; 0,00)
Önemsiz	(0,30; 0,50; 0,20)
Oldukça Önemsiz	(0,20; 0,70; 0,10)

3.3. Sezgisel Bulanık TOPSİS Yöntemi

Sezgisel Bulanık TOPSİS (IFS-TOPSİS) yöntemi ilk olarak Boran(2009) tarafından tanıtılmıştır. Karar probleminde $C = \{X_1, X_2, X_3, \dots, X_n\}$ ana kriterleri, $Y = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_p\}$ alt kriterleri ve $A = \{A_1, A_2, A_3, \dots, A_m\}$ ise alternatifleri gösterirken bu yöntemin çözüm adımları şu şekilde ifade edilmiştir.

Adım 1. Karar Vericilerin Ağırlıklarının belirlenmesi: Karar vericilerin ağırlık kümeleri $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_l\}$ ile gösterilir ve $\sum_{k=1}^l \lambda_k = 1$ dir. $D_k = [\mu_k, \nu_k, \pi_k]$ k. karar vericinin önem derecesini gösteren bir sezgisel bulanık sayı iken, her bir karar verici için ağırlık aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$\lambda_k = \frac{\left(\mu_k + \pi_k \left(\frac{\mu_k}{\mu_k + \nu_k}\right)\right)}{\sum_{k=1}^l \left(\mu_k + \pi_k \left(\frac{\mu_k}{\mu_k + \nu_k}\right)\right)} \quad (15)$$

Adım 2. Karar vericilerin değerlendirme sonuçlarının birleştirilmesi ve birleştirilmiş karar matrisinin elde edilmesi: Sezgisel Bulanık karar matrisi $R^{(k)} = (r_{ij}^{(k)})_{m \times n}$ iken ve her bir karar vericinin ağırlıkları $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_l\}$ iken farklı karar vericilerin değerlendirme sonuçlarını birleştirme için Xu (2007) tarafından önerilen sezgisel bulanık ağırlıklı ortalama (IFWA) operatörü kullanılır.

$$\begin{aligned} r_{ij} &= IFWA_{\lambda}(r_{ij}^1, r_{ij}^2, \dots, r_{ij}^l) = r_{ij}^1 \lambda_1 \oplus r_{ij}^2 \lambda_2 \oplus \dots \oplus r_{ij}^l \lambda_l \\ &= [1 - \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (v_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k} - \prod_{k=1}^l (v_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}] \end{aligned} \quad (16)$$

Burada birleştirilmiş karar matrisi elamanları $r_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij}, \pi_{ij})$ ($(i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n)$)'tir.

Adım 3. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması: Bu adımda her bir değerlendirme kriterinin önem dereceleri yani ağırlıkları farklı olacağından her biri için ağırlık hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned} w_{ij} &= IFWA_{\lambda}(w_{ij}^1, w_{ij}^2, \dots, w_{ij}^l) = w_{ij}^1 \lambda_1 \oplus w_{ij}^2 \lambda_2 \oplus \dots \oplus w_{ij}^l \lambda_l \\ &= [1 - \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (v_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}, \prod_{k=1}^l (1 - \mu_{ij}^{(k)})^{\lambda_k} - \prod_{k=1}^l (v_{ij}^{(k)})^{\lambda_k}] \end{aligned} \quad (17)$$

Bu eşitlikte $W = w_1, w_2, \dots, w_j$ ve $w^j = (\mu^j, v^j, \pi^j)$ ($j = (1, 2, \dots, n)$). Daha sonra, bileşen bazında matris çarpımı, her bir kriterin ve buna karşılık gelen alt kriterlerin ağırlığını toplamak için kullanılır (Eşitlik 7).

Adım 4. Ağırlıklı Birleştirilmiş Karar Matrisini Oluşturmak: Bu matrisi oluşturmak için aşağıdaki hesaplamalar yapılır.

$$R' = R \otimes W = (\mu'_{ij}, v'_{ij}) = \{(x, \mu_{ij}, \mu_w, v_{ij} + v_w - v_{ij} \cdot v_w) \mid x \in X\} \quad (18)$$

$$\pi_{A_i, w}(x) = 1 - v_{ij} - v_w - \mu_{ij} \cdot \mu_w + v_{ij} \cdot v_w \quad (19)$$

Matris aşağıdaki şekilde gösterilir,

$$R' = \begin{bmatrix} \mu'_{11}, v'_{11}, \pi'_{11} & \dots & \mu'_{1n}, v'_{1n}, \pi'_{1n} \\ \mu'_{21}, v'_{21}, \pi'_{21} & \dots & \mu'_{2n}, v'_{2n}, \pi'_{2n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu'_{m1}, v'_{m1}, \pi'_{m1} & \dots & \mu'_{mn}, v'_{mn}, \pi'_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r'_{11} & \dots & r'_{m1} \\ r'_{21} & \dots & r'_{m1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r'_{m1} & \dots & r'_{mn} \end{bmatrix} \text{ ve burada,}$$

$$r'_{ij} = (\mu'_{ij}, v'_{ij}, \pi'_{ij}) = i = 1, 2, \dots, m, j = (1, 2, \dots, n) \quad (20)$$

Adım 5: Pozitif Sezgisel Bulanık İdeal Çözümün ve Negatif Sezgisel Bulanık İdeal Çözümün Belirlenmesi: Bu adımda J_1 fayda kriterleri, J_2 maliyet kriter seti iken A^+ pozitif sezgisel ideal çözüm ve A^- negatif sezgisel ideal çözümlerdir ve aşağıdaki yöntemler ile belirlenirler.

$$A^+ = (r_1'', r_2'', \dots, r_n''), (\mu_{j1}'', v_{j1}'', \pi_{j1}''), j = 1, 2, \dots, n \quad (21)$$

$$A^- = (r_1^-, r_2^-, \dots, r_n^-), (\mu_{j1}^-, v_{j1}^-, \pi_{j1}^-), j = 1, 2, \dots, n \quad (22)$$

$$\mu_j'' = \{(\max_i \{\mu'_{ij}\} | j \in J_1), (\min_i \{\mu'_{ij}\} | j \in J_2)\} \quad (23)$$

$$v_j'' = \{(\max_i \{v'_{ij}\} | j \in J_1), (\min_i \{v'_{ij}\} | j \in J_2)\} \quad (24)$$

$$\pi_j'' = \{(1 - \max_i \{\mu'_{ij}\} - \min_i \{v'_{ij}\} | j \in J_1), (1 - \min_i \{\mu'_{ij}\} - \max_i \{v'_{ij}\} | j \in J_2)\} \quad (25)$$

$$\mu_j^- = \{(\min_i \{\mu'_{ij}\} | j \in J_1), (\max_i \{\mu'_{ij}\} | j \in J_2)\} \quad (26)$$

$$v_j^- = \{(\min_i \{v'_{ij}\} | j \in J_1), (\max_i \{v'_{ij}\} | j \in J_2)\} \quad (27)$$

$$\pi_j^- = \{(1 - \min_i \{\mu'_{ij}\} - \max_i \{v'_{ij}\} | j \in J_1), (1 - \max_i \{\mu'_{ij}\} - \min_i \{v'_{ij}\} | j \in J_2)\} \quad (28)$$

Adım 6: Pozitif ve Negatif Ayırım Ölçülerinin Belirlenmesi: Bu ölçünün belirlenmesi için Hamming uzaklık ölçümü kullanılmaktadır. Bu uzaklık ölçüleri S_i^+ ve S_i^- ile ifade edilmektedir ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$S_i^+ = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n |\mu'_{ij} - \mu_j''| + |v'_{ij} - v_j''| + |\pi'_{ij} - \pi_j''|, i = 1, 2, \dots, m \quad (29)$$

$$S_i^- = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n |\mu'_{ij} - \mu_j^-| + |v'_{ij} - v_j^-| + |\pi'_{ij} - \pi_j^-|, i = 1, 2, \dots, m \quad (30)$$

Adım 7: Alternatiflerin Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması: Aşağıdaki formül kullanılır.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}, 0 \leq C_i^* \leq 1, i = 1, 2, \dots, m \quad (31)$$

Adım 8: Alternatiflerin Yakınlık Katsayılarına Büyüklüklerine Göre Sıralanması.

4. BULGULAR

4.1. Değerlendirme Kriterlerinin Belirlenmesi

Bu değerlendirme 2017 yılında aynı firma için Karaaslan ve Karadağ Albayrak (2017) tarafından yirmi farklı tedarikçi ve yedi kriter kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada o çalışmadan farklı olarak tedarikçiler daha geniş çerçevede yani ekonomik ölçüm kriterlerinin yanında sürdürülebildik açısından sosyal ve çevresel değerlendirme kriterleri ile de değerlendirilmişlerdir. Firmada 2019 yılına kadar tedarikçi alternatifi olma özelliğini kaybetmiş 10 tedarikçi değerlendirmeye alınmamıştır. Tedarikçi sayısı altı, değerlendirme kriteri de on iki olarak belirlenmiştir. Değerlendirme kriterlerine kendileri için uygun olan kriterleri seçerek firmadaki karar vericiler belirlemiştir. Firma tarafından DKP sac tedarikçileri listelenmiştir. Tedarikçiler $T = \{T_1, T_2, T_3 \dots T_n\}$ olarak

gösterilmiştir. Yine bu tedarikçileri değerlendirebilmek için Satın Alma Sorumlusu (DM1), Üretim Sorumlusu (DM2) ve DKP Sac Giriş Kalite Kontrol Sorumlusundan(DM3) oluşan bir uzman ekip oluşturulmuştur. Bu ekip DKP sac uygunluğu ile ilgili en önemli üç noktayı temsil etmektedir ve tedarikçiler için karar verici konumundadırlar.

Bu uzman ekibe sürdürülebilir tedarikçi kavramı ile ilgili bir eğitim verilmiştir ve karşılıklı iletişimlerle bu konudaki bilinç düzeyleri arttırılmaya çalışılmıştır. Bu bilgi paylaşımından sonra tedarikçi değerlendirme kriterlerinin seçimine geçilmiştir. Literatürde sıklıkla değerlendirme için kullanılan kriter listesi karar vericilere gönderilmiştir (Tablo 1). Bu kriterler içinden firma için değerlendirme için uygun görülen on iki kriter belirlenmiştir (Tablo 2). Ayrıca karar vericilere değerlendirme kriterlerini nasıl değerlendirecekleri, dilsel değişkenlerin neler ifade ettiği ile ilgili açıklama yapılmıştır.

Öncelikle firma genel müdürü ile birlikte karar vericilerin önem düzeyleri belirlenmiştir. Daha sonra kriter ağırlıklarını belirlemek için her bir karar vericiye formlar verilmiştir. Kriter ağırlıkları için karar verici görüşleri toplandıktan sonra alternatiflerin değerlendirilmesi işlemi için her bir karar vericinin görüşleri alınmıştır. En son adımda uygulama adımları yapılmış ve sonuçlar tartışılmıştır.

4.1. Sezgisel Bulanık TOPSİS Yöntemi ile Tedarikçi Değerlendirme

Karar probleminde altı farklı DKP sac tedarikçi firma Kalite(C1), Fiyat(C2), Teslim Süresi(C3), Teknik Kapasite (C4), Red Oranı (C5), Çevre Yönetim Sistem Belgesi(C6), Geri dönüşüm(C7), Ekolojik Etkinin Kontrolü(Kirletici Kontrolü)(C8), Enerji Tüketimi(C9), Sosyal Yönetim Taahhüdü(C10), Sağlık ve Güvenlik(C11), Sürdürülebilir Projeler için Bağışlar(C12) kriterlerine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme adımları ve sonuçları aşağıda verilmiştir.

Adım 1. Her bir karar vericini önem düzeyi birbiri ile eşit değildir. Karar vericilerin ağırlıklarının belirlenebilmesi için firma genel müdür ile görüşülmüş ve Eş 15 kullanılarak karar verici ağırlıkları hesaplanmıştır (Tablo 5)

Tablo 5. Karar Vericilerin Ağırlıkları.

	DM1	DM2	DM3
Dilsel Terim	Oldukça Önemli	Önemli	Orta
Ağırlık	0,423	0,340	0,238

Adım 2. Her bir karar vericinin alternatifleri değerlendirme sonuçları birbirinden farklıdır. Karar vericilerin alternatiflerle ilgili değerlendirme sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Karar verici ağırlıkları kullanılarak üç karar vericinin değerlendirme sonuçları Eş 16 kullanılarak birleştirilmiş karar matrisi oluşturulmuştur (Tablo 7)

Tablo 6. Karar Vericilerin Alternatifleri Değerlendirme Sonuçları.

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
DM 1	A1	0,95 0,05 0,00	0,5 0,4 0,10	0,35 0,55 0,10	0,95 0,05 0,00	0,05 0,95 0,00	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00	0,75 0,15 0,10
	A2	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00	0,75 0,15 0,10
	A3	0,65 0,25 0,10	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00	0,75 0,15 0,10
	A4	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00	0,15 0,8 0,05	0,75 0,15 0,10	0,05 0,95 0,00	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,65 0,25 0,10	0,65 0,25 0,10	0,95 0,05 0,00	0,75 0,15 0,10
	A5	0,65 0,25 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00	0,75 0,15 0,10	0,35 0,55 0,10	0,65 0,25 0,10	0,95 0,05 0,00	0,65 0,25 0,10
	A6	0,65 0,25 0,10	0,65 0,25 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00	0,75 0,15 0,10	0,35 0,55 0,10	0,65 0,25 0,10	0,95 0,05 0,00	0,65 0,25 0,10
DM 2	A1	0,95 0,05 0,00	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00	0,05 0,95 0,00	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00
	A2	0,65 0,25 0,10	0,75 0,15 0,10	0,35 0,55 0,10	0,95 0,05 0,00	0,25 0,65 0,10	0,95 0,05 0,00	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10
	A3	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,95 0,05 0,00
	A4	0,65 0,25 0,10	0,95 0,05 0,00	0,35 0,55 0,10	0,95 0,05 0,00	0,15 0,8 0,05	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,95 0,05 0,00	0,25 0,65 0,10	0,65 0,25 0,10	0,95 0,05 0,00	0,75 0,15 0,10
	A5	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,35 0,55 0,10	0,35 0,55 0,10	0,35 0,55 0,10	0,75 0,15 0,10
	A6	0,75 0,15 0,10	0,65 0,25 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,35 0,55 0,10	0,35 0,55 0,10	0,35 0,55 0,10	0,65 0,25 0,10
DM 3	A1	0,95 0,05 0,00	0,5 0,4 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,65 0,25 0,10	0,95 0,05 0,00	0,65 0,25 0,10
	A2	0,65 0,25 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,65 0,25 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,65 0,25 0,10	0,95 0,05 0,00	0,65 0,25 0,10
	A3	0,75 0,15 0,10	0,5 0,4 0,10	0,75 0,15 0,10	0,65 0,25 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,35 0,55 0,10	0,65 0,25 0,10	0,95 0,05 0,00	0,65 0,25 0,10
	A4	0,95 0,05 0,00	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,25 0,65 0,10	0,25 0,65 0,10	0,65 0,25 0,10	0,65 0,25 0,10
	A5	0,75 0,15 0,10	0,65 0,25 0,10	0,75 0,15 0,10	0,65 0,25 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,65 0,25 0,10	0,75 0,15 0,10	0,35 0,55 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10
	A6	0,75 0,15 0,10	0,65 0,25 0,10	0,75 0,15 0,10	0,65 0,25 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10	0,65 0,25 0,10	0,75 0,15 0,10	0,35 0,55 0,10	0,25 0,65 0,10	0,75 0,15 0,10	0,75 0,15 0,10

Tablo7. Birleştirilmiş Karar Matrisi.

	A6	A5	A4	A3	A2	A1
C1	0.712	0.809	0.712	0.696	0.950	0.950
C2	0.186	0.137	0.186	0.201	0.050	0.050
C3	0.102	0.102	0.054	0.102	0.102	0.000
C4	0.650	0.569	0.927	0.851	0.750	0.426
C5	0.250	0.315	0.065	0.119	0.150	0.472
C6	0.100	0.116	0.008	0.030	0.100	0.102
C7	0.750	0.750	0.247	0.873	0.286	0.514
C8	0.150	0.150	0.670	0.094	0.614	0.368
C9	0.100	0.100	0.083	0.032	0.100	0.118
C10	0.729	0.729	0.855	0.729	0.843	0.927
C11	0.169	0.169	0.103	0.169	0.117	0.065
C12	0.101	0.101	0.041	0.101	0.040	0.008
C13	0.422	0.250	0.135	0.250	0.422	0.102
C14	0.459	0.650	0.819	0.650	0.459	0.868
C15	0.119	0.100	0.046	0.100	0.119	0.030
C16	0.750	0.750	0.927	0.873	0.927	0.927
C17	0.150	0.150	0.065	0.094	0.065	0.065
C18	0.100	0.100	0.008	0.032	0.008	0.008
C19	0.863	0.863	0.927	0.873	0.873	0.927
C20	0.106	0.106	0.065	0.094	0.094	0.065
C21	0.031	0.031	0.008	0.032	0.032	0.008
C22	0.750	0.750	0.927	0.927	0.927	0.927
C23	0.150	0.150	0.065	0.065	0.065	0.065
C24	0.100	0.100	0.008	0.008	0.008	0.008
C25	0.350	0.350	0.457	0.275	0.250	0.250
C26	0.550	0.550	0.434	0.625	0.650	0.650
C27	0.100	0.100	0.109	0.100	0.100	0.100
C28	0.482	0.482	0.580	0.729	0.729	0.729
C29	0.410	0.410	0.314	0.169	0.169	0.169
C30	0.108	0.108	0.106	0.101	0.101	0.101
C31	0.825	0.825	0.921	0.914	0.914	0.950
C32	0.147	0.147	0.073	0.073	0.073	0.050
C33	0.029	0.029	0.006	0.014	0.014	0.000
C34	0.677	0.712	0.729	0.843	0.729	0.843
C35	0.221	0.186	0.169	0.117	0.169	0.117
C36	0.102	0.102	0.101	0.040	0.101	0.040

Adım 3. Kriter ağırlıklarının hesaplanması için Eş 17 kullanılmıştır ve her bir kriterin ağırlıkları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Kriter Ağırlıkları.

C1	0.800	0.100	0.100
C2	0.661	0.149	0.190
C3	0.751	0.118	0.131
C4	0.500	0.200	0.300
C5	0.500	0.200	0.300
C6	0.500	0.500	0.000
C7	0.500	0.500	0.000
C8	0.500	0.500	0.000
C9	0.500	0.500	0.000
C10	0.424	0.500	0.076
C11	0.578	0.289	0.133
C12	0.500	0.500	0.000

Adım 4. Ağırlıklı birleştirilmiş karar matrisini oluşturmak için Eş 18 ve Eş 19 kullanılmıştır ve matris Tablo 9’da verilmiş

Tablo 9. Ağırlıklı Birleştirilmiş Karar Matrisi

	A6	A5	A4	A3	A2	A1	
	0.569	0.569	0.647	0.569	0.557	0.760	C1
	0.268	0.268	0.224	0.268	0.281	0.145	
	0.163	0.163	0.129	0.163	0.162	0.095	
	0.429	0.376	0.612	0.562	0.495	0.282	C2
	0.362	0.417	0.204	0.250	0.277	0.551	
	0.209	0.207	0.183	0.188	0.228	0.168	
	0.563	0.563	0.185	0.656	0.215	0.386	C3
	0.250	0.250	0.709	0.201	0.660	0.443	
	0.186	0.186	0.105	0.143	0.126	0.171	
	0.365	0.365	0.428	0.365	0.422	0.463	C4
	0.335	0.335	0.283	0.335	0.293	0.252	
	0.300	0.300	0.290	0.300	0.285	0.285	
	0.211	0.125	0.068	0.125	0.211	0.051	C5
	0.567	0.720	0.855	0.720	0.567	0.894	
	0.222	0.155	0.077	0.155	0.222	0.055	
	0.375	0.375	0.463	0.437	0.463	0.463	C6
	0.575	0.575	0.532	0.547	0.532	0.532	
	0.050	0.050	0.004	0.016	0.004	0.004	
	0.431	0.431	0.463	0.437	0.437	0.463	C7
	0.553	0.553	0.532	0.547	0.547	0.532	
	0.015	0.015	0.004	0.016	0.016	0.004	
	0.375	0.375	0.463	0.463	0.463	0.463	C8
	0.575	0.575	0.532	0.532	0.532	0.532	
	0.050	0.050	0.004	0.004	0.004	0.004	
	0.175	0.175	0.228	0.138	0.125	0.125	C9
	0.775	0.775	0.717	0.812	0.825	0.825	
	0.050	0.050	0.055	0.050	0.050	0.050	
	0.204	0.204	0.246	0.309	0.309	0.309	C10
	0.705	0.705	0.657	0.585	0.585	0.585	
	0.091	0.091	0.097	0.106	0.106	0.106	
	0.477	0.477	0.532	0.528	0.528	0.549	C11
	0.394	0.394	0.342	0.341	0.341	0.325	
	0.130	0.130	0.127	0.131	0.131	0.126	
	0.338	0.356	0.365	0.422	0.365	0.422	C12
	0.611	0.593	0.585	0.558	0.585	0.558	
	0.051	0.051	0.051	0.020	0.051	0.020	

Adım 5: Pozitif Sezgisel Bulanık İdeal Çözümün ve Negatif Sezgisel Bulanık İdeal Çözümün Belirlenmesi için Eş 21- 28 arasındaki formüller kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Pozitif ve Negatif Sezgisel Bulanık İdeal Çözümler.

r1*(C1)	0.760	0.145	0.095	r1-(C1)	0.557	0.268	0.175
r2*(C2)	0.282	0.551	0.168	r2-(C2)	0.612	0.204	0.183
r3*(C3)	0.185	0.709	0.105	r3-(C3)	0.563	0.250	0.186
r4*(C4)	0.463	0.252	0.285	r4-(C4)	0.365	0.335	0.300
r5*(C5)	0.051	0.894	0.055	r5-(C5)	0.211	0.567	0.222
r6*(C6)	0.463	0.532	0.004	r6-(C6)	0.375	0.575	0.050
r7*(C7)	0.463	0.532	0.004	r7-(C7)	0.431	0.553	0.015
r8*(C8)	0.463	0.532	0.004	r8-(C8)	0.375	0.575	0.050
r9*(C9)	0.125	0.825	0.050	r9-(C9)	0.228	0.717	0.055
r10*(C10)	0.309	0.585	0.106	r10-(C10)	0.204	0.705	0.091
r11*(C11)	0.549	0.325	0.126	r11-(C11)	0.477	0.394	0.130
r12*(C12)	0.422	0.558	0.020	r12-(C12)	0.356	0.611	0.033

Adım 6: Bu aşamada Eş 29 ve Eş 30 kullanılarak pozitif ve negatif ayırım ölçüleri belirlenmiştir ve Tablo 11'de verilmiştir.

Adım 7: Alternatiflerin Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması için Eş 30 kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 11'de verilmiştir.

Adım 8: Alternatiflerin yakınlık katsayılarına büyüklüklerine göre sıralanması yapılarak Tablo 11 de verilmiştir.

Tablo 11. Pozitif ve Negatif Ayırım Ölçüleri, Yakınlık Katsayıları ve Alternatiflerin Sıralaması.

	Si*	S,-	Ci*	Rank
A1	0.267	1.743	0.867	1
A2	1.000	1.087	0.521	3
A3	1.359	0.798	0.370	4
A4	0.788	1.238	0.611	2
A5	1.573	0.477	0.233	5
A6	1.799	0.271	0.131	6

5. SONUÇ

Üretim yapan işletmeler için hammadde tedarikçilerinin değerlendirilmesi çok önemlidir. Tedarikçilerden birinden kaynaklanan herhangi bir problemin üretimde bir aksamaya sebep olmayacak şekilde giderilmesi için diğer tedarikçi alternatiflerini bekleneni karşılama düzeyleri belirlenmelidir.

Bu çalışmada İstanbul'da sac ofis mobilyası üreten bir firmanın en önemli altı tedarikçisi firma tarafından tercih edilen on iki kritere göre değerlendirilmiş ve sonuç olarak firma beklentilerini karşılama düzeyleri sıralanmıştır. Değerlendirme kriterleri ekonomik çerçevede kalite, fiyat, teslim süresi, teknik kapasite, red oranı, çevresel çerçevede çevre yönetim sistem belgesi, geri dönüşüm, ekolojik etki, enerji tüketimi ve sosyal çerçevede sosyal yönetim taahhüdü, sağlık ve güvenlik ve sürdürülebilir projeler için bağışlar olarak

belirlenmiştir. Bu kriterlerden ekonomik kriterler literatürdeki çalışmaların neredeyse tamamında da kullanılmıştır. Çevresel kriterlerden en yaygın olarak geri dönüşüm ve enerji tüketimi kullanılırken sosyal kriterlerden sosyal yönetim taahhüdü, sağlık ve güvenlik kriterleri kullanılmıştır.

Firma değerlendirme ölçülerini dilsel ifadeler ile açıklamışlardır ve çalışmada bu dilsel ifadelerin sezgisel bulanık karşılıkları kullanılmıştır. Alternatiflerin firmanın beklentilerini karşılama oranlarına göre sıralamasında problemin tabiatı nedeni ile çok kriterli karar verme problemi olması ve bu problemlerin çözümünde etkin bir yöntem olan sezgisel bulanık TOPSİS yöntemi çözüme entegre edilmiştir. Değerlendirme sonucunda birinci alternatif (A1) firma beklentilerine en uygun tedarikçi, altıncı alternatif (A6) beklentileri karşımada en son sırada kalan tedarikçi olmuştur. Bu sonuçlar ile 2017 yılında Karaaslan ve Karadağ Albayrak tarafında yapılan uygulama sonucu ile karşılaştırılmıştır. O çalışmada birinci sırayı alan tedarikçi bu çalışmada da birinci sırayı almıştır. Sonuçlara bakılarak firmaya herhangi bir tedarikçi değerlendirme probleminin çözümü için bu yöntem önerilmiştir. Firma sonuç tartışmasında yöntemin hem dilsel ifadeler kullanılarak firma bilgileri açıklanmaya gerek kalmaması (fiyat bilgisi gibi) hem de sonuçların kendi beklentileri ile paralel çıkması nedenleri ile daha uygun ve etkin olduğunu belirtilmiştir.

Bu yöntem ilerideki uygulamalarda bu firmanın farklı hammadde tedarikçilerini değerlendirilmede, yeni tedarikçi seçimlerinde ve farklı firmaların seçme ve değerlendirme uygulamalarında kullanılabilir. Ayrıca bu çalışma verileri ile birden daha fazla yöntemin etkinlikleri araştırılabilir.

Bu çalışmanın bazı sınırlamaları mevcuttur ve geliştirilmeye açıktır. Bu değerlendirme yapılırken söz konusu firma aynı sektördeki diğer firmalardan bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Özellikle sürdürülebilirlik kriterlerinin ne kadarının gerekli olduğu veya uygulandığının belirlenmesinde bu sektördeki diğer katılımcıları ve kuruluşları dikkate alan daha dikkatli bir bilimsel değerlendirme yapılması gerekmektedir. Diğer bir konu değerlendirmede kullanılan tek bir yöntemin varlığıdır. Aynı veriler ile farklı değerlendirme yöntemleri kullanılıp sonuçlar karşılaştırılabilir.

Bu çalışmanın yapılmasında yardımlarını esirgemeyen firma Genel Müdürü, Satın Alma Sorumlusu, Üretim Sorumlusu ve Giriş Kalite Kontrol Sorumlusuna, çalışmaya katkı sağlayan tüm akademisyenlere teşekkür ederiz.

6. KAYNAKÇA

- Adak, A.K., Bhowmik M., Pal, M. (2012). *Intuitionistic Fuzzy Block Matrix and its some Properties*. Ann Pure Appl Math 2012;1(1):13–31.
- Alegöz, M., Yapıcıoğlu, H., *Supplier Selection and Order Allocation Decisions under Quantity Discount and Fast Service Options, Sustainable Production and Consumption*. 2019; 18, 179–189.
- Alikhania, R., Torabib, S. A., Altay, N., *Strategic Supplier Selection Under Sustainability And Risk Criteria, International Journal of Production Economics* 2019; 208, 69–82.
- Amindoust A., Ahmed S., Saghafinia A., Bahreininejad A., *Sustainable Supplier Selection: A Ranking Model Based On Fuzzy Inference System*, Appl Soft Comput 2012;12(6), 1668–1677.
- Amindoust, A. Ahmed, S., Saghafinia, S., Bahreininejad, A., *Sustainable Supplier Selection: a Ranking Model Based on Fuzzy Inference System*, Applied Soft Computing, 2012; 12 (6), 1668-1677.
- Atanassov, K.T., *Intuitionistic Fuzzy-Sets*, Fuzzy Sets and Systems 1986; 20(1), 87-96.

- Avcı Öztürk, B., Özçelik, F., *Sustainable Supplier Selection With A Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Method Based On Triple Bottom Line*, Business and Economics Research Journal 2014; 5 (3), 129–147.
- Awasthi, A., Chauhan, S.S., Goyal, S., *A Fuzzy Multicriteria Approach for Evaluating Environmental Performance of Suppliers*, International Journal of Production Economics 2010; 126 (2), 370-378.
- Aydın Keskin, G., İhan, S., Özkan, C., *The Fuzzy Art Algorithm: A Categorization Method for Supplier Evaluation and Selection*, Expert Systems with Applications 2010; 37, 1235-1240.
- Azadnia, A.H., Saman, M.Z.M., Wong, K.Y., Ghadimi, P. and Zakuan, N., *Sustainable Supplier Selection Based On Self-Organizing Map Neural Network And Multi Criteria Decision Making Approaches*, Procedia – Social and Behavioral Sciences, 2012; 65, 879-884.
- Bai, C., Sarkis, J., *Integrating Sustainability Into Supplier Selection with Grey System and Rough Set Methodologies*, International Journal of Production Economics 2010; 124, 252-264.
- Başar, A. *Klasik ve Sezgisel Bulanık İkili Karşılaştırma ile Yazılım Geliştirme Projelerinin Maliyet Tahmini: Uygulama Örneği*, Bilişim Teknolojileri Dergisi, 2017; 10(2), 129-130.
- Boran, F. E., *Personel Seçimi Probleminde Sezgisel Bulanık Küme Uygulaması*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2009, Ankara
- Boran, F. E., *An Integrated Intuitionistic Fuzzy Multi Criteria Decision Making Method for Facility Location Selection*, Mathematical and Computational Applications 2011; 16 (2), 487-496.
- Büyüközkan, G., Göçer, F., *Application Of A New Combined Intuitionistic Fuzzy MCDM Approach based on Axiomatic Design Methodology For The Supplier Selection Problem*?. Applied Soft Computing 2017; 52, 1222–1238.
- Chen, C.C., Tseng, M.L., Lin, Y.H., Lin, Z.S., *Implementation Of Green Supply Chain Management In Uncertainty*. In: International Conference on IEEM, IEEE 7-10 Dec, 2010, 260-264.
- Dai, J., Blackhurst, J., *A Four-Phase AHP-QFD Approach For Supplier Assessment a Sustainability Perspective*”, International Journal of Production Research, 2012; 50 (19), 5474-5490.
- Efe, B., Boran, F.E, Kurt, M. *Sezgisel Bulanık Topsis Yöntemi Kullanılarak Ergonomik Ürün Konsept Seçimi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 2015; 3(3), ÖS: Ergonomi 2015, 433-440.
- Elkington, J., *Cannibals with forks – The triple bottom line of 21st century business*, Oxford: Capstone Publishing Ltd, (1997).
- Ghadimi, P. and Heavey, C., *Sustainable Supplier Selection In Medical Device Industry: Toward Sustainable Manufacturing*, Procedia CIRP 2014; 15, 165-170.
- Ghayebloo S., Tarokh M.J., Venkatadri U., Diallo C., *Developing a Bi-Objective Model of The Closed-Loop Supply Chain Network with Green Supplier Selection and Disassembly of Products: The Impact of Parts Reliability and Product Greenness on The Recovery Network*. J Manuf Syst 2015; 36, 76–86.

- Ho W., Xu X., Dey P.K., *Multi-Criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review*, *European Journal of Operational Research* 2010, 202,16–24.
- Hsu, C.W., Hu, A.H., *Applying Hazardous Substance Management To Supplier Selection Using Analytic Network Process*, *Journal of Cleaner Production* 2009, 17, 255–264.
- Humphreys, P., Wong, Y., Chan, F., *Integrating Environmental Criteria Into the Supplier Selection Process*, *Journal of Materials Processing Technology* 2003, 138, 349-356.
- Karaaslan A., Karadağ Albayrak, Ö., *Gri İlişkisel Analizi Yöntemi ile Tedarikçi Değerlendirme Uygulaması*, *Kafkas Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 2017; 19, 1307-5500.
- Khan, S. A., Kusi-Sarpong, S., Arhin, G. G., Kusi-Sarpong, H., *Supplier sustainability performance evaluation and selection: A framework and methodology*, *Journal of Cleaner Production*, 205, 2018, 964-979.
- Kuo, R., Wang, Y., Tien, F., *Integration Of Artificial Neural Network And MADA Amindoust*, *Journal of Cleaner Production* 2010; 18(12), 1161-1170.
- Lee, A.H.I., Kang, H.Y. , Hsu, C.F., Hung, H.C., *A Green Supplier Selection Model for High-Tech Industry*, *Expert Systems with Applications* 2009; 36, 7917–7927.
- Liu, H, Wang, G., *Multi-Criteria Decision-Making Methods Based on Intuitionistic Fuzzy Sets*, *European Journal of Operational Research* 2007; 179 (2007) 220–233.
- Mafakheri, F., Breton, M., Ghoniem, A., *Supplier Selection-Order Allocation: A Two stage Multiple Criteria Dynamic Programming Approach*, *International Journal of Production Economics* 2011; 132(1), 52-57.
- Memari, A., Dargi, A., Jokar, M.R.A., Ahmad, R., Rahim, A.R.A., *Sustainable Supplier Selection: A Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy TOPSIS Method*, *Journal of Manufacturing Systems* 2019; 50,9-24.
- Orji, I. and Wei, S., *A Decision Support Tool for Sustainable Supplier Selection in Manufacturing Firms*”, *Journal of Industrial Engineering and Management* 2014; 7(5), 1293 1315.
- Özkır, V. *Belirsizlik Altında Çevre Bilinçli Tedarikçi Seçimi Probleminin İncelenmesi*, *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 2018; 19 (1), 23 – 37.
- Punniyamorthy, M., Mathiyalagan, P., Vasishta, G., *A Strategic Model Using Structural Equation Modeling And Fuzzy Logic in Supplier Selection*, *Expert Systems with Applications* 2010; 38 (1), 458-474.
- Sen D.K., Datta S., Mahapatra S.S., *Sustainable Supplier Selection In Intuitionistic Fuzzy Environment: A Decision Making Perspective*. *Benchmarking: An International Journal*, 2018; 25 (2), 545-574.
- Tseng, M.L., Chiu, A.S., *Evaluating Firm’s Green Supply Chain Management in Linguistic Preferences*, *Journal of Cleaner Production* 2013; 40, 22-31.
- Xu, Z.H. *Intuitionistic Fuzzy Aggregation Operators*, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 2007; 15(6), 1179-1187.
- Xu, Z. S., Yager, R. R., *Dynamic Intuitionistic Fuzzy Multi-Attribute Decision Making*. *International Journal of Approximate Reasoning*, 2008; 48(1), 246–262.

- Zadeh, L. A., *Fuzzy Sets*, Information and Control, 1965; 8(3), 338–353.
- Zhang, S., Liu, S., *A GRA-Based Intuitionistic Fuzzy Multi-Criteria Group Decision Making Method For Personnel Selection*, Expert Systems with Applications 2011; 38, 11401–11405.
- Zhong, L., Yao, L. *An ELECTRE I-Based Multi-Criteria Group Decision Making Method with Interval Type-2 Fuzzy Numbers And Its Application To Supplier Selection*. Applied Soft Computing, 2017; 57, 556-576.
- Zimmer K., Fröhling M., Schultmann F., *Sustainable Supplier Management—A Review Of Models Supporting Sustainable Supplier Selection, Monitoring and Development*. Int J Prod Res 2016; 54(5), 1412–144