

Makine İmalat Fabrikasında Bulanık AHP ile Tedarikçi Seçim Uygulaması

Tülay Korkusuz Polat^{1*}, Özgenur Kaçmaz¹

^{1*} Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye

^{*}Sorumlu Yazar ve ⁺Sunucu: korkusuz@sakarya.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Full Paper

Özet – İmalat sektöründe de diğer sektörlerde olduğu gibi ürün maliyetini hesaplayabilme ve dolayısıyla da maliyeti düşürme yönünde çalışmalar yapabileme oldukça önemlidir. Ürünün maliyetini hesaplarken belki de en önemli kalemlerden birisi hammadde/malzeme maliyetidir. Ürünün kalitesini, üretilebilirliğini, garanti süresini vb bozmayacak şekilde malzeme temininin ucuz ve hızlı bir şekilde yapılabilmesi firmaların en önemli amaçlarından sayılabilir. Bu amacı gerçekleştirmenin en iyi yollarından birisi de tedarikçi seçiminin ve tedarikçi değerlendirilmesinin doğru şekilde yapılmasıdır. Tedarikçi seçimi/değerlendirme için çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada klasik AHP yönteminin getirdiği bazı eksikliklerini giderebilmek amacı ile bulanık AHP yöntemi kullanılacaktır. Uygulamanın yapıldığı imalat firması, Kocaeli/İzmit’de endüstriyel makine imalatı yapan orta ölçekli bir firmadır. Firmanın girdi maliyetlerinin en büyük kalemini elektrik malzemeleri (tüm hammalzemelerin %20 sini oluşturmaktadır) oluşturmaktadır. Bu nedenle elektrik malzemeleri tedarikçilerinin seçimi ve dolayısıyla tedarikçiler ile uzun vadeli iş birlikleri kurabilmek önemlidir. Çalışmada yeni tedarikçi seçimi yerine, mevcut tedarikçiler ile kazan-kazan prensibine dayanan ve daha az yatırım gerektirecek bir çalışma üzerinde durulmuştur. Değerlendirme için kullanılacak olan karar kriterleri sezgisel algoritma ile belirlenecektir. Daha sonra bu karar kriterleri kullanılarak bulanık AHP yöntemi ile tedarikçi değerlendirme yapılacaktır. Tedarikçi seçiminde tamsayıli programlama kullanılacaktır.

Anahtar Kelimeler – Tedarikçi Değerlendirme, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Abstract – In the manufacturing sector, as in other sectors, it is very important to be able to calculate the cost of the product and therefore to work towards reducing the cost. When calculating the cost of the product, perhaps one of the most important items is the cost of raw materials. One of the most important goals of the companies is to provide cheap and fast material supply in a way that does not impair the quality, productability, warranty period, etc. of the product. One of the best ways to achieve this objective is to make the right supplier selection and supplier evaluation. Analytical Hierarchy Process (AHP), which is one of the multi-criteria decision making techniques for supplier selection / evaluation, is frequently used. In this study, fuzzy AHP method will be used to eliminate some of the shortcomings of classical AHP method. The manufacturing company where the application is made is a medium-sized company manufacturing industrial machinery in Kocaeli / İzmit. The biggest item of the company's input costs is electrical materials (20% of all raw materials). For this reason, it is important to select electrical equipment suppliers and therefore to establish long-term cooperation with suppliers. In the study, instead of selecting new suppliers, a study based on the win-win principle with the existing suppliers and requiring less investment was emphasized. Decision criteria to be used for evaluation will be determined by heuristic algorithm. Then, using these decision criteria, supplier evaluation will be made with fuzzy AHP method. In supplier selection, integer programming will be used.

Keywords – Supplier Evaluation, Multi Criteria Decision Making, Fuzzy Analytic Hierarchy Process

I. GİRİŞ

İmalat sektöründe de diğer sektörlerde olduğu gibi ürün maliyetini hesaplayabilme ve dolayısıyla da maliyeti düşürme yönünde çalışmalar yapabileme oldukça önemlidir. Ürünün maliyetini hesaplarken belki de en önemli kalemlerden birisi hammadde/malzeme maliyetidir. Ürünün kalitesini, üretilebilirliğini, garanti süresini vb bozmayacak şekilde malzeme temininin ucuz ve hızlı bir şekilde yapılabilmesi firmaların en önemli amaçlarından sayılabilir. Bu amaca

ulaşmada en önemli kriterlerden biriside uygun tedarikçi seçimidir.

Tedarikçi seçiminde dikkat edilmesi gereken çok fazla kriter olabilir. Bu nedenle diğer seçim problemlerinde olduğu gibi tedarikçi seçim ve değerlendirme probleminde de çok kriterli karar verme tekniklerinden yararlanılmaktadır.

Literatürde tedarikçi seçimi ile farklı sektörlerde yapılmış pek çok çalışma bulunmaktadır. Nirmala ve Uthra (2019) çalışmalarında öncelikle en yakın ağırlıklı sezgisel aralık

yaklaşımını kullanarak aralıklı sezgisel bulanık sayı elde etmişler, daha sonra sezgisel bulanık ortamda Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ile tedarikçi seçimi yapmışlardır. Kilince ve Onal (2011) çalışmalarında Türkiye’de çamaşır makinesi üretimi yapan bir şirketin tedarikçi seçimi için bulanık AHP metodunu kullanmıştır. Chamodrakas ve arkadaşları (2010) elektronik Pazar ortamında etkin tedarikçi seçim süreci için bulanık tercih programlama (Fuzzy Preference Programming-FFP) önermektedirler. Beikkhakhian ve arkadaşları (2015) tedarikçi seçimi için kullanacakları kriterlerin ağırlıklarını AHP yöntemi ile belirledikten sonra tedarikçiler arasındaki sıralamayı TOPSIS tekniği ile yapmışlardır. Shaw ve arkadaşları (2012), karbon salınım sorununun çözümü için uygun tedarikçi seçimi yaparken bulanık AHP ve bulanık çok amaçlı doğrusal programlama tekniklerinin entegre edildiği bir yaklaşım önermektedirler. Galankashi ve arkadaşları (2016), otomotiv endüstrisinde tedarikçi seçimi için dengeli puan kartı ve bulanık AKP yöntemlerinin entegre edildiği bir model önermektedirler. Junior ve arkadaşları (2014), otomotiv üretim zincirindeki tedarikçilerin seçimi için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini birleştirdikleri bir çalışma yapmışlardır.

Bu çalışmada, tedarikçi seçiminde kullanılacak kriterler sezgisel algoritma ile belirlenecek, daha sonra bulanık AHP yöntemi ile tedarikçi seçimi yapılacaktır.

II. YÖNTEM

Karar vericilerin değerlendirmeleri esnasında nicel olarak ifade edilemeyen bazı karar problemleri olabilmektedir. Çok kriterli karar verme tekniklerinin kullanımında karşılaşılan sıkıntılar, dilsel değişkenlerin problemin çözümünde yer alması ile birlikte ortadan kalkmaktadır (Uludağ ve Doğan, 2016). Bu gibi problemlerin çözümü için Bulanık AHP sıklıkla kullanılan karar verme tekniklerinden birisidir.

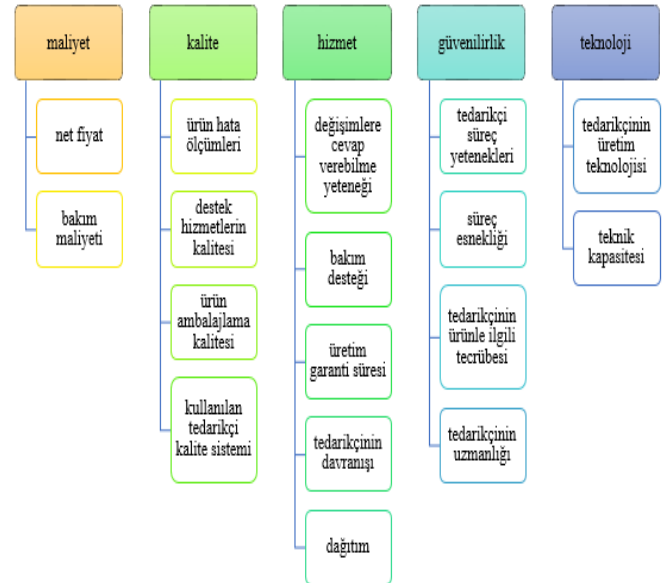
Bulanık analitik Hiyerarşi Prosesinin adımları aşağıda sıralanmaktadır (Kazançoğlu ve Ada, 2010; Aslan, 2009):

- AHP yönteminde olduğu gibi, uzmanlardan destek alınarak ana ve varsa alt kriterlerin belirlenmesi,
- Hiyerarşik modelin oluşturulması,
- Ana ve alt kriterlerin ikili karşılaştırmalarının ve bu karşılaştırmalara denk gelen bulanık sayıların belirlenmesi (BAPH uygulamaları için belirlenen birkaç skala olmakla birlikte en çok kullanılanlardan biri Chang’in mertebeye yöntemi),
- Alt kriterlerin bulanık önem ağırlıklarının hesaplanması,
- Alternatiflerin her bir alt kriterin dilsel değişkenleri kullanılarak değerlendirilmesi,
- Alt kriterlerin bulanık ağırlıkları ile alternatiflerin bulanık değerlendirmelerinin çarpılması ve toplanarak her bir alternatifin toplam puanının bulunması,
- Alternatiflerin toplam puanlarının durulaştırılması,
- Alternatiflerin sıralanması.

III. UYGULAMA

Kocaeli’nde endüstriyel makine imalatı konusunda faaliyet gösteren orta ölçekli bir firmada, hammaddelerin yaklaşık olarak %20 sini oluşturan elektrik malzemelerinin tedarikinde problem yaşanmaktadır. Firma, yeni tedarikçiler ile çalışmak yerine mevcut tedarikçileri doğru şekilde değerlendirerek onlarla devam etmeyi planlamaktadır. Bu çalışmada bu probleme çözüm aranmaktadır.

Firma eskiden elektrik malzemeleri için dört tedarikçi ile çalışırken, artan ürün çeşitliliği, teknolojik gelişmeler, ürün çevrim sürelerinin kısılması gibi sebeplerden dolayı elektrik hammadde tedarikçi sayısı 20 ye yükselmiştir. Satın alma departmanı tedarikçilerinin müşteri tatmini üzerinde önemli bir rolü olduğunun ve doğru kalitede, doğru miktarda, doğru zamanda malzemenin doğru kaynaktan temin edilmesi gerektiğinin farkına varmıştır. Dolayısıyla, firma öncelikle tedarikçileri ile entegrasyon seviyesini belirlemeye, sonrasında uygun seçim kriterleri ile tedarikçi performanslarını belirleyerek doğru tedarikçiyi seçmeye ihtiyaç duymaktadır. Bunun için 5 ana kriter (maliyet, kalite, hizmet, güvenilirlik ve teknoloji) ve on yedi alt kriter belirlenmiştir. Şekil 1’de ana ve alt kriterler gösterilmektedir.



Şekil 1: Ana ve alt kriterler

Öncelikle, bu seçim süreci için firmada beş kişilik bir değerlendirme grubu oluşturulmuştur. Bu kişiler işletmenin satın alma süreçlerinde aktif şekilde yer alan kişilerden oluşmaktadır. Bu kişilerden ikisi satın alma müdürü ve satış sonrası sorumlusundan oluşmaktadır ve tedarik konusunda altı yıl deneyimlidirler. Beş karar vericiden, karar kriterlerini önem derecelerine göre puanlandırmaları istenmiştir. Karar vericiler beş ana kriteri ve bunlara bağlı alt kriterleri değerlendirmiştir. Tablo 1 de kalite ana kriterinin ve bağlı alt kriterlerin karar vericiler tarafından değerlendirilmesi gösterilmektedir. Karar vericilerin iyimserlik derecesi 0,5 olarak belirlenmiştir. Bu noktadan sonra; S1 algoritmasının adımları uygulanmaya başlanmıştır. Yine tablo 1’de kalite ana kriterine bağlı alt kriterler için yapılan S1 algoritması

gösterilmektedir (tablo 1’deki çalışma diğer tüm ana kriter ve bağlı alt kriterleri için yapılmıştır).

Tablo 1: Kalite ana kriterine bağlı alt kriterlerin önem dereceleri ve S1 algoritmasının uygulama sonuçları

Kriterler	Karar Verici					Önem Derecesi (%)	Bağlı Önem Derecesi (%)	S1 algoritmasının uygulama sonuçları												
	1	2	3	4	5			AE/O/H	BE/O/H	CE/O/H	DE/O/H	E/O/H								
Kalite	5	5	5	4	4	4,6	92	92	AE/O/H	BE/O/H	CE/O/H	DE/O/H	E/O/H							
Ürün hata ölçümleri	4	3	5	4	2	3,6	72	66,24	1/evet	1/evet	1/evet	1/evet	1/evet							
Destek hizmetleri kalitesi	3	4	4	4	3	3,6	72	66,24	0/olabilir	0/olabilir	1/evet	1/evet	1/evet							
Son ürün hataları	3	4	4	4	2	3,4	68	62,56	0/olabilir	1/evet	1/evet	1/evet	1/evet							
Kullanılan kalite sistemi	4	4	4	3	2	3,4	68	62,56	0/olabilir	0/olabilir	0/olabilir	1/evet	1/evet							
Kalite takımı ziyaretleri	2	2	3	2	2	2,2	44	27,52	0/hayır	0/hayır	0/hayır	1/hayır	1/hayır							
Operasyonel Kontroller	2	2	4	2	1	2,2	44	27,52	0/hayır	0/hayır	0/hayır	1/hayır	1/hayır							

Tablo 1’de gösterilen S1 algoritmasının uygulama kısmında; ana kriterler düzeyinde E (evet), O (olabilir) ve H (hayır) kullanılmaktadır. Karar vericiler “evet” için 1 , “olabilir” için 0,5 ve “hayır” ifadeleri için 0 ağırlıklarını kullanmıştır. Bu toplamlardan sonra üst seviye için eşitlikler kullanılmıştır. $TÜSG_m$, m. entegrasyon seviyesinden toplam bir üst seviyeye geçme puanı hesaplanmıştır.

Tüm hesaplamalardan sonra diğer bir adım olan S2 algoritması uygulamasına geçilmektedir. Burada karar vericiler $TÜSG_1=5,5>0$ olduğundan A seviyesinden B seviyesine geçmişlerdir. Aynı hesaplamalar B seviyesi için tekrarlanmış ve $TÜSG_2=3>0$ olduğundan C entegrasyon seviyesine geçilmiştir. $TÜSG_3=1>0$ olduğundan C entegrasyon seviyesinden D entegrasyon seviyesine geçilmiştir. $TÜSG_4=1>0$ olduğundan D entegrasyon seviyesinden E seviyesine geçilmiştir. $TÜSG_5=0$ olduğundan adımlar durdurulmuştur ve firmanın entegrasyon seviyesi E olarak belirlenmiştir. Yapılan tüm hesaplamalar tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2: S1 ve S2 Algoritmalarının Uygulanmasıyla Elde Edilen Sonuçlar

ANA KRİTERLER	Maliyet	Kalite	Hizmet	Güvenilirlik	Yönetim ve Organizasyon	Teknoloji	T _{avg}
SEVİYE A	nesi	1	1	0	0	0	
	noii	1	3	5	4	0	2
	nhi	7	2	3	5	6	3
	Chi	0	0	1	1	1	1
	üsga	0	0	2,5	2	0	1
SEVİYE B	nesi	2	2	1	0	0	
	noii	0	2	4	4	0	2
	nhi	7	2	3	5	6	3
	Chi	0	0	0	1	1	1
	üsga	0	0	0	2	0	1
SEVİYE C	nesi	2	3	3	3	0	0
	noii	0	1	2	1	0	2
	nhi	7	2	3	5	6	3
	Chi	0	0	0	0	1	1
	üsga	0	0	0	0	0	1
SEVİYE D	nesi	2	4	5	4	0	0
	noii	0	0	0	0	0	2
	nhi	7	2	3	5	6	3
	Chi	0	0	0	0	0	1
	üsga	0	0	0	0	0	1
SEVİYE E	nesi	2	4	5	4	0	2
	noii	0	0	0	0	0	0
	nhi	7	2	3	5	6	3
	Chi	0	0	0	0	0	0
	üsga	0	0	0	0	0	0

Tablo 3 de ana kriterler için karar vericilerle birlikte hazırlanan bulanık karşılaştırma matrisi verilmektedir.

Tablo 3: Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi

Ana Kriterler	Maliyet	Kalite	Hizmet	Güvenilirlik	Teknoloji
Maliyet	(1,1,1)	(1/3, 1/2, 1)	(1, 2, 3)	(1/3,1/2,1)	(2,3,4)
Kalite	(1,2,3)	(1,1,1)	(2,3,4)	(3,4,5)	(3,4,5)
Hizmet	(1/3,1/2,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1/5,1/4,1/3)	(2,3,4)
Güvenilirlik	(1,2,3)	(1,2,3)	(3,4,5)	(1,1,1)	(5,6,7)
Teknoloji	(1/4,1/3,1/2)	(1/3,1/2,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/7,1/6,1/5)	(1,1,1)

Tablo 4’de ana kriterlerin bulanık karşılaştırmalarının durulaştırılmış halleri gösterilmektedir.

Tablo 4: Ana kriterler için karşılaştırma matrisinin durulaştırılmış hali

Ana Kriterler	Maliyet	Kalite	Hizmet	Güvenilirlik	Teknoloji
Maliyet	1	0,555	2	0,555	3
Kalite	2	1	3	4	4
Hizmet	0,555	0,34	1	0,255	4
Güvenilirlik	2	2	4	1	6
Teknoloji	1,42	0,555	0,34	0,167	1

Tablo 5’de kalite ana kriterinin alt kriterleri için hazırlanan bulanık ikili karşılaştırma matrisi, tablo 6 da ise karşılaştırmaların durulaştırılmış halleri gösterilmektedir.

Benzer şekilde tüm ana kriterlerin alt kriterleri için ikili karşılaştırma matrisi hazırlanmıştır.

Tablo 5: Kalite Alt Kriterleri İçin İkili Karşılaştırma Matrisleri

Kalite Alt Kriterleri	Ürün ambalajlama kalitesi	Kullanılan tedarikçi kalite sistemi	Ürün hata ölçümleri	Destek hizmetlerinin kalitesi
Ürün ambalajlama kalitesi	(1,1,1)	(2,3,4)	(1/3,1/2/1)	5,6,7
Kullanılan tedarikçi kalite sistemi	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1/3,1/2/1)	(2,3,4)
Ürün hata ölçümleri	(1,2,3)	(3,4,5)	(1,1,1)	6,7,8
Destek hizmetlerinin kalitesi	(1/7,1/6,1/5)	(1/4,1/3,1/2)	(1/8,1/7,1/6)	(1,1,1)

Tablo 6: Kalite alt kriterlerinin karşılaştırma matrisinin durulaştırılmış halleri

Kalite Alt Kriterleri	Ürün ambalajlama kalitesi	Kullanılan tedarikçi kalite sistemi	Ürün hata ölçümleri	Destek hizmetlerinin kalitesi
Ürün ambalajlama kalitesi	1	3	0,555	6
Kullanılan tedarikçi kalite sistemi	0,345	1	0,555	3
Ürün hata ölçümleri	4	4	1	7
Destek hizmetlerinin kalitesi	0,163	0,345	0,14	1

Tutarlılık analizleri yapılarak kabul edilen bulanık matrisler üzerinde Chang'ın boyut analizinin adımları uygulanarak her bir kriterin ağırlığı bulunmuştur.

Sentetik değer hesaplamaları:

$$S_{\text{maliyet}} = (4.66, 7, 10) * (1/31.42, 1/43.41, 1/57.03) = (0.1483, 0.1612, 0.1753)$$

$$S_{\text{kalite}} = (0.3182, 0.3225, 0.3156)$$

$$S_{\text{hizmet}} = (0.1203, 0.1170, 0.1197)$$

$$S_{\text{güvenilirlik}} = (0.3500, 0.3455, 0.3331)$$

$$S_{\text{teknoloji}} = (0.062, 0.053, 0.056)$$

$$V(S_{\text{maliyet}} > S_{\text{kalite}}) = 0.00$$

$$V(S_{\text{maliyet}} > S_{\text{hizmet}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{maliyet}} > S_{\text{güvenilirlik}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{maliyet}} > S_{\text{teknoloji}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{kalite}} > S_{\text{maliyet}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{kalite}} > S_{\text{hizmet}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{kalite}} > S_{\text{güvenilirlik}}) = 0.00$$

$$V(S_{\text{kalite}} > S_{\text{teknoloji}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{hizmet}} > S_{\text{maliyet}}) = 0.00$$

$$V(S_{\text{hizmet}} > S_{\text{kalite}}) = 0.00$$

$$V(S_{\text{hizmet}} > S_{\text{güvenilirlik}}) = 0.00$$

$$V(S_{\text{hizmet}} > S_{\text{teknoloji}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{güvenilirlik}} > S_{\text{maliyet}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{güvenilirlik}} > S_{\text{kalite}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{güvenilirlik}} > S_{\text{hizmet}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{güvenilirlik}} > S_{\text{teknoloji}}) = 1.00$$

$$V(S_{\text{teknoloji}} > S_{\text{maliyet}}) = 0.00$$

$$V(S_{\text{teknoloji}} > S_{\text{kalite}}) = 0.00$$

$$V(S_{\text{teknoloji}} > S_{\text{hizmet}}) = 0.00$$

$$V(S_{\text{teknoloji}} > S_{\text{güvenilirlik}}) = 0.00$$

$$\text{Min}(S_{\text{maliyet}}) = (0.00, 1.00, 1.00, 1.00) = 0.00$$

$$\text{Min}(S_{\text{kalite}}) = 1.00, 1.00, 0.00, 1.00 = 0.00$$

$$\text{Min}(S_{\text{hizmet}}) = 0.00$$

$$\text{Min}(S_{\text{güvenilirlik}}) = 1.00$$

$$\text{Min}(S_{\text{teknoloji}}) = 0.00$$

$$W = (0.00, 0.00, 0.00, 1.00, 0.00)$$

$$W = (0.00, 0.00, 0.00, 1.00, 0.00)T$$

$$S_{\text{net fiyat}} = (0.7692, 0.8, 0.8185)$$

$$S_{\text{bakım maliyet}} = (0.2307, 0.2, 0.1814)$$

$$S_{\text{ambalaj}} = (0.3409, 0.3390, 0.3388)$$

$$S_{\text{kalite sistem}} = (0.1465, 0.1559, 0.1694)$$

$$S_{\text{hata}} = (0.4502, 0.4220, 0.443)$$

$$S_{\text{destek}} = (0.061, 0.052, 0.048)$$

$$S_{\text{değişim}} = (0.2347, 0.2459, 0.2454)$$

$$S_{\text{bakım}} = (0.112, 0.1333, 0.1435)$$

$$S_{\text{garanti}} = (0.093, 0.1024, 0.1172)$$

$$S_{\text{davranış}} = (0.4918, 0.458, 0.426)$$

$$S_{\text{dağıtım}} = (0.067, 0.0602, 0.0677)$$

$$S_{\text{yetenek}} = (0.1807, 0.1773, 0.1724)$$

$$S_{\text{sesneklik}} = (0.2409, 0.2661, 0.0344)$$

$$S_{\text{tecrübe}} = (0.265, 0.2419, 0.2413)$$

$$S_{\text{suzmanlık}} = (0.3132, 0.3145, 0.3103)$$

$$S_{\text{üretimteknoloji}} = (0.600, 0.666)$$

$$S_{\text{kapasite}} = (0.3993, 0.3333)$$

IV. SONUÇ

Çalışmada problem çözümünde ilk olarak tedarikçi-satın alıcı bakış açısını belirlemek için sezgisel algoritma kullanılmıştır. Etkin seçim kriterlerinin belirlenmesinin temel amacı firmaya zaman kazandırmak ve değerlendirmenin verimli şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Tedarikçi niteliklerinin belirlenmesi için de bulanık AHP metodu kullanılmıştır. Bulanık AHP ile kriterlerin önem dereceleri belirlenmemiştir. Bu metodun kullanılma sebebi seçim sürecindeki karmaşıklığı ve karar vermeyi kolaylaştırmak ve oluşacak belirsizlikleri ortadan kaldırmaktır. Modelin son aşamasında, bir önceki adımda belirlenen tedarikçiler içinden uygun tedarikçi seçimi gerçekleştirilmiştir.

REFERANSLAR

- [1] G. Nirmala, G. Ulthra, *AHP based on triangular intuitionistic fuzzy number and its application to supplier selection problem*, Materials Today: Proceedings 16, page 987-993, 2019
- [2] O. Kilincci, S. A. Onal, *Fuzzy AHP approach for supplier selection in a washing machine company*, Expert Systems with Applications, 38, page 9656-9664, 2011
- [3] I. Chamodrakas, D. Batis, D. Martakos, *Supplier selection in electronic marketplaces using satisficing and fuzzy AHP*, Expert Systems with Applications, 37, page 490-498, 2010
- [4] Y. Beikhhakhian, M. Javanmardi, M. Karbasian, B. Khayambashi, *The application of ISM model in evaluating agile suppliers selection criteria and ranking suppliers using fuzzy TOPSIS-AHP methods*, Expert Systems with Applications, 42, page 6224-6236, 2015
- [5] K. Shaw, R. Shankar, S. S. Yadav, L. S. Thakur, *Supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy multi-objective linear programming for developing low carbon supply chain*, Expert Systems with Applications, 30, page 8182-8192, 2012

- [6] M. R. Galankashi, S. A. Helmi, P. Hashemzahi, *Supplier selection in automobile industry: A mixed balanced scorecard-fuzzy AHP approach*, Alexandria Engineering Journal, 55, page 93-100, 2016
- [7] F. R. L. Junior, L. Osiro, L. C. R. Carpinetti, *A comparison between fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods to supplier selection*, Applied Soft Computing, 21, page 194-209, 2014
- [8] A. S. Uludağ, H. Doğan, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılmasına Odaklı Bir Hizmet Kalitesi Uygulaması*, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, cilt 6, sayı 2, sayfa 17-47, 2016
- [9] Y. Kazançoğlu, E. Ada, *Perakende sektöründe tedarikçi seçiminin bulanık AHP ile gerçekleştirilmesi*, Savunma bilimleri Dergisi, Cilt 9, sayı 1, sayfa 29-52, 2010
- [10] E. Aslan, *Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Yardımıyla Tedarikçi Seçimi ve Üretim Sektöründe Bir Uygulama*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Sayısal Yöntemler ve Yönetim Bilimi Programı, Yüksek Lisans Tezi, 2009