



Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Kullanılarak Bir Otomotiv Yan Sanayi Firmasında Tedarikçi Seçimi

Çağın KARABIÇAK^{1*}, Burcu ÖZCAN¹, Mehlika KOCABAŞ AKAY¹

¹Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli

Özet

Rekabetin her gün daha da arttığı ve toplum yapısının giderek karmaşıklaştığı, teknolojik gelişmelerin çok hızlı bir şekilde ilerlediği günümüzde bilimsel yöntemlerden yararlanılarak gerçekleştirilen karar verme işlemleri, şirketler için çok kritik bir öneme sahiptir. Karar verme sürecinde birden çok ölçütün olduğu ve tek bir optimum çözümün bulunmadığı problemlerde kullanılan yöntemler genel olarak “Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri” (ÇÖKV) olarak adlandırılmaktadır. Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemlerinden literatürde karşımıza sıklıkla çıkan yöntemlerden biri ölçütlerin kesin ifadeler kullanılarak değerlendirildiği Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) metodudur. Seçim süreçlerinde belirsizlikleri ve objektif olmayan durumları ifade edebilmek için ise dilsel değişkenler ile bu değişkenleri modelleyebilmek amacıyla bulanık mantık/sayılar kullanılmaktadır. Bulanık sayılar ile işlem yapılan Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yönteminde, kişilerin seçim aşamasında düşüncelerinin ve yargılarının etkin şekilde sürece dâhil olmasını sağlar. Bu çalışmada, otomotiv yan sanayide faaliyet gösteren bir firmada tedarikçi seçim süreci incelenmiş ve üç aday kalıp firması arasından seçim yapılırken BAHP yöntemi kullanılmıştır. Tedarikçi seçim süreci içerisinde karmaşık ve bulanık bir yapıda çok sayıda ölçüt barındırmaktadır. Literatürde pek çok BAHP yöntemi arasından bu çalışmada kullanılmak üzere en çok uygulama alanı bulmuş Chang’ın Genişletilmiş Analiz Yöntemi tercih edilmiştir. Kalıp tedarikçisi adayların değerlendirilmesinde kullanılacak ölçütler, firmanın satın alma stratejileri ve genel tedarikçi seçim ölçütlerine göre belirlenmiştir. Kalite, fiyat/maliyet, teslimat ve esneklik olarak belirlenen dört ana ve on dört alt ölçüte göre yapılan değerlendirmede en iyi değere sahip olan firma, kalıpların üretimi, modifikasyonu ve transferi için uygun bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Otomotiv Yan Sanayi, Çok Ölçütlü Karar Verme, BAHP, Tedarikçi Seçimi

Supplier Selection with Fuzzy Analytical Hierarchy Process in an Automotive Sub Industry Firm

Abstract

In today's world, where competition is increasing day by day and the social structure is becoming more complex and technological developments are progressing very rapidly, the decision-making process is of critical importance for companies. The use of scientific methods by companies will make them one step ahead of their competitors when making decisions about the future. Although there are multiple criteria in the decision-making process, the method which is used in the problems that do not have a single optimum solution are generally referred to as Multi-Criteria Decision-Making Methods (MCDM). Nowadays there are many

* İletişim e-posta: cagink@kocaeli.edu.tr

** Bu çalışmanın bir kısmı II. International Conference on Data Science and Applications 2019'da sözlü olarak sunulmuştur.

scientific methods to be evaluated in this category. These methods have various superior and weaknesses according to each other. Analytical Hierarchy Process (AHP) method is one of the most frequently used methods in the literature. Criteria or alternatives are evaluated by using definitive expressions in traditional MCDM techniques. However, many of the real-life problems involve uncertainty and subjective judgments, which are difficult to express in absolute terms. This problem can occur especially in non-quantitative information and incomplete information. The linguistic variables are used to express the ambiguities and objectivities in the decision-makers choices and fuzzy logic / numbers are used to model these variables. The FAHP method, which is an extension of classical AHP and uses fuzzy numbers, enables human judgments and thoughts to be more effectively involved in the decision process. In this study, the supplier selection process in a company operating in automotive industry has been examined and FAHP method is used when selecting from three candidate mold companies. The supplier selection has a complex and fuzzy structure that contains many criteria in the selection process. Among the many FAHP methods in the literature, Chang's Extended Analysis Method was preferred to be used in this study. The criteria to be used in the evaluation of the candidate suppliers are determined by taking into consideration the purchasing policies of the enterprise and the general supplier selection criteria. The company, which has the best value in the evaluation made according to the four main and fourteen sub-criteria determined as quality, price / cost, delivery and flexibility, was found suitable for the production, modification and transfer of the molds.

Keywords: *Automotive Sub Industry, Multi Criteria Decision Making, FAHP, Supplier Selection*

1 Giriş

Karar verme süreci bilimsel temellere dayalı, akılcı ve etkin olmalıdır. Özellikle 20. Yüzyılın ikinci yarısından sonra, savaşlarda edinilen tecrübeler ve teknolojik gelişmelerin yoğun hız kazanmasıyla karar problemlerine sistematik yaklaşımların uygulanması gereklilik halini almıştır. Literatürde Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) problemlerinin analizi için araştırmacılar klasik ve bulanık mantık temelinde çok sayıda yöntem kullanılmaktadırlar.

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Analitik Ağ Süreci (AAS), Aksiyomatik Tasarım, TOPSIS, MACBETH, PROMETHEE gibi teknikler bunlara örnek sayılabilir [1].

Geleneksel Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) tekniklerinde ölçütler ya da alternatifler kesin ifadeler kullanılarak değerlendirilmektedir. Ancak, gerçek hayat problemlerinin birçoğunda belirsizlik ve öznel yargılar bulunmaktadır. Bu gibi durumlarda kişilerin tercihlerinde belirsizlikler objektif olmayan durumlar söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle dilsel değişkenler ve modelleme amacı ile bulanık mantık içeren teknikler kullanılmaktadır.

Profesör Thomas L. Saaty (1970) tarafından geliştirilen AHP tekniği, matematiksel sadeliği ve kolay anlaşılıp rahat kullanılmasıyla birçok alanda kullanılmaktadır. AHP yöntemi, karar alma sürecinde karar problemlerini yapılandırırken ve analiz ederken büyük katkı sağlamış ve çeşitli sektörlerde yoğun olarak uygulaması yapılmıştır [2]. Bulanık mantık temelli Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yönteminin ise, karar vericilerin düşüncelerinin modellenmesinde etkin olduğu düşünülmektedir.

BAHP, karar sürecinde dilsel değişkenler ile değerlendirmelerin çözüm sürecine dâhil edildiği; bulanık mantık ve AHP'nin avantajlarını bünyesinde barındıran bir tekniktir [1].

Bulanık karar verme tekniklerinden olan BAHP yöntemi pek çok disiplinler arası araştırmanın yanı sıra tedarikçi seçim sürecinde de kullanılmaktadır [3]. Chamodrakas vd. tarafından gerçekleştirilen çalışmada BAHP yöntemi elektronik pazarda tedarikçi seçimi problemine uygulanmıştır [4]. Junior vd. çalışmalarında, tedarikçi seçimi için BAHP ve Topsis metotlarını uygulamışlardır [5]. Manap Davras ve Karaatlı hizmet sektöründe tedarikçi seçim sürecini, AHP ve Bulanık AHP tekniklerini kullanarak incelemiş ve sonuçları karşılaştırmışlardır [6]. Dilsel değişkenlerin kullanılması ile ÇÖKV problemlerde görülen belirsiz durumların giderilmesine katkıda bulunulduğunu ifade ettikleri çalışmalarında Akman ve Alkan, bir otomotiv firmasında tedarikçi performansını ölçmeye yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir [7].

Birçok ürünün esasını satın alınan hammadde ve malzemeler oluşturduğu için tedarikçi seçimi işletmeler için oldukça kritik öneme sahiptir. Tedarikçi seçim sürecinde ölçütlerin belirlenmesinde işletmelerin, birbirinden farklı organizasyonel yapı, kurum kültürü ve yönetim stratejisine sahip olması da etkili olmaktadır [8].

Tedarikçi seçimi kararı bir işletmenin uzun vadede başarılı ve rekabetçi olabilmesi açısından çok önem taşımaktadır. Uygun tedarikçilerin seçilmesi, maliyetleri azaltacak, müşteri memnuniyeti artarken rekabet yeteneği ise gelişecektir.

Karmaşık problemlerin başında gelen tedarikçi seçme problemi, çok sayıda kriterin değerlendirilmesini gerektiren bir karar sürecine sahiptir ve çözümünde hem sezgisel hem de analitik karar yaklaşımları kullanılmaktadır. Tedarikçi seçimi problemlerinde, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Analitik Network Prosesi (ANP), Veri Zarflama Yöntemi, Bulanık Küme Teorisi, Matematiksel Programlama, SMART, ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE ve bu yöntemlerin entegrasyonu gibi çok kriterli karar verme yöntemleri yoğun olarak kullanılmaktadır. [9]

Tedarikçi seçimi konusunda yapılan çalışmalar güncelliğini yitirmeyen her daim literatürde önemli yer tutan çalışmalardır. Literatür incelendiğinde çalışmaların hem kriterlerin önem sırasını belirtmek hem de en iyi tedarikçiyi seçmek amaçlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada tedarikçilerin değerlendirilmesi için önemli olan kriterlerin seçilmesinin yanı sıra kullanılacak yöntemin değerlendirilmesi için geçmiş çalışmalar incelenmiş ve temel olarak iki grupta toplanmıştır. Bir grup çalışma önemli olan kriterlerin belirlenmesini hedeflerken, ikinci grupta ise hem kriterler seçilmiş hem de bir model geliştirilmiştir.

Birinci grupta incelenen makaleler şu şekildedir: Ho vd. makalelerinde tedarikçi seçim ve değerlendirme yöntemlerinin sınıflandırılmasına ek olarak, uygun tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesinde en çok kullanılan ölçütleri de belirlemeye çalışmışlardır [10]. Buna göre en çok tercih edilen ölçütlerin, kalite, fiyat/maliyet, üretim kapasitesi ve hız olduğu ortaya konulmuştur. Koblen vd. tarafından yapılan çalışmada seçim problemi için, tedarikçiye yönelik olarak kapasite, ürün tipi, satın alma ve üretim stratejileri, kullanılan teknolojilerin seviyeleri, minimum sipariş miktarı, teslimat süresi, coğrafi tercihler gibi özelliklerin göz önünde bulundurulduğu belirtilmiştir [11]. Gerçekleştirdikleri çalışmada Nydick ve Hill [12], tedarikçi seçiminde; dört ölçüte odaklanmıştır. Bunlar kalite, fiyat, teslimat ve servistir. Bhutta ve Hug [13] ise; imalat maliyetleri, kalite, teknoloji ve hizmet ölçütlerine üzerinde çalışmışlardır.

İkinci grupta incelenen makaleler şu şekildedir: Türkoğlu, 2016 yılında gerçekleştirdiği çalışmada, Ambalaj sektöründe faaliyet gösteren bir firmada nitel ve nicel değerlendirmeler içeren fiyat, teslimat, hammadde ve hizmet olmak üzere dört ana kriter ve on dört alt kriterden oluşan bir tedarikçi seçim modeli önermiştir [14]. Aydın ve Eren tarafından yapılan çalışmada hava savunma sanayisinde yüklenici firma seçiminde kalite, maliyet, tedarik süresi, insan gücü ve teknoloji kriterleri BAHP yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Çeşitli kısıtlar altında ve BAHP yönteminden gelen ağırlıklarda göz önünde tutularak hedef programlama modeli oluşturulmuştur [15]. Ünal vd. çalışmalarında bir otel işletmesi tedarikçi seçimi problemi ele almışlardır. Beş ana kriter olarak fiyat, teslimat, tedarikçi performans, kalite ve tedarikçi sınıfı belirlenmiştir. BAHP ile kriter ağırlıkları belirlendikten sonra işletmenin hedef değerleri göz önüne alınarak hedeften sapmaları minimize edecek bir model önerisi geliştirilmiştir. Yöntem ile zamanında teslimin diğer kriterlere göre daha önemli olduğu ortaya konulmuştur [16]. Awasthi vd. çalışmalarında tedarikçilerin sürdürülebilirliğini gösteren ekonomik, kalite, çevre, sosyal ve küresel risk olmak üzere beş kriter belirlemişlerdir. Bu kriterlerin ağırlıkları bulanık AHP yöntemi ile hesaplanmıştır. En yüksek ağırlığın Ekonomik kriter ve en düşük ağırlığın ise küresel risk olduğu görülmüştür. Tedarikçi performanslarının belirlenmesinde Vikor yöntemi kullanılmıştır [17]. Jain vd.,

Hindistan'da faaliyet gösteren bir otomotiv firmasında tedarikçi seçimi için ürün kalitesi, fiyat, ilişki kalitesi, üretim kapasitesi, zamanında teslim, çevresel performans marka ve garanti olmak üzere kriterler belirlenmiştir. BAHP ve TOPSIS metotları kullanılmıştır [18]. Rahman ve Ahsan çalışmalarında, hazır giyim endüstrisinde tedarikçi seçimi problemini ele almışlardır. Kalite sistemi, servis yeteneği, üretim kapasitesi, tedarikçiye ilişkin genel bilgi, organizasyonel profil, finansal durum olmak üzere altı ana kriter ve her bir ana kriter altında alt kriterler belirlenmiştir. Yöntem olarak BAHP metodunu kullanmışlardır [19].

Yapılan çalışmalarda en çok kullanılan ölçüt olan kaliteyi, sırasıyla teslimat süresi, fiyat/maliyet, esneklik, imalat kapasitesi, hizmet, yönetim, teknolojik gelişim, araştırma ve geliştirme faaliyetlerindeki etkinlik, finansal durum, itibar, ilişkiler, risk seviyesi, güvenlik ve çevre ölçütleri izlemektedir.

Bu çalışmada, firmanın tedarikçi seçimi problemi için literatürde sık kullanılan ve anlaşılması kolay olan BAHP yöntemi kullanılmıştır. BAHP, çok sayıda ölçütü içinde barındıran, karmaşık problemlerin analizinde kullanılan bir karar verme tekniğidir. Karar seçeneklerini sıralayarak içlerinden birinin, istenilen çoklu ölçüte göre seçimini sağlayan sayısal bir analizdir.

2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP)

Gerçekleştirilen bu uygulamada farklı BAHP yöntemlerine göre daha sade olmasının yanı sıra daha az zaman ve hesaplama gerektiren Chang tarafından ortaya konulan Genişletilmiş Analiz metodu kullanılmıştır. Chang'ın yöntemine göre, her bir ölçüt için m tane merite analiz değeri elde edilir. Bu değerler aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, \dots, \dots, M_{g_i}^m, i=1, 2, \dots, n \quad 2.1$$

Burada tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, \dots, n$)'ler üçgensel bulanık sayılardır. Bu sayılar Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Bulanık sayı gösterimi		
	Üçgensel Bulanık Sayı	Üçgensel Bulanık Sayıların Tersleri
1	(1,1,2)	(1/2,1,1)
2	(1,2,3)	(1/3,1/2, 1)
3	(2,3,4)	(1/4, 1/3, 1/2)
4	(3,4,5)	(1/5, 1/4, 1/3)
5	(4,5,6)	(1/6,1/5, 1/4)
6	(5,6,7)	(1/7,1/6, 1/5)
7	(6,7,8)	(1/8,1/7, 1/6)
8	(7,8,9)	(1/9,1/8, 1/7)
9	(8,9,9)	(1/9,1/9, 1/8)

Metot adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir [9].

Adım 1: Ölçüt i 'ye göre bulanık sentetik mertebenin değeri şu şekilde tanımlanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j * [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} \quad 2.2$$

$S_i = i$. Amacın sentez değeri $M_{g_i}^j$ = her bir amaca yönelik genişletilmiş değerdir.

İlk adımın sonunda aşağıdaki ifade hesaplanır.

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right] \quad 2.3$$

Adım 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ifadesinin olabilirlik derecesi şöyle tanımlanır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & l_1 \geq u_2 \\ 0 & \text{diğer} \end{cases} \quad 2.4$$

Görüldüğü üzere kıyaslanan iki durum için kesişim noktası bulunmaktadır. M_1 ve M_2 'yi karşılaştırmak için $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$ değerleri hesaplanması gerekir.

Adım 3: 1. satır diğer tüm satırlarla karşılaştırıldıktan sonra çıkan değerlerin en küçüğü alınır ($d'(A_1)$). Benzer şekilde 2. satır diğerleri ile karşılaştırılır ve en küçüğü alınır ($d'(A_2)$). Bu hesaplamalar diğer tüm satırlar için de geçerlidir. Her bir satır için elde edilen en küçük değerler birleştirilerek ağırlık vektörü elde edilir.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad 2.5$$

Adım 4: Ağırlık vektörü son adımda normalize edilmesi gerekir. Burada W , bulanık olmayan bir sayıdır.

3 Uygulama

Bu çalışma otomotiv yan sanayisinde faaliyet sürdüren, karışım, yarı mamul, konfeksiyon ve pişirme aşamalarından oluşan radyal kamyon lastik imalatının yapıldığı bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Otomotiv yan sanayide faaliyet gösteren bu firmada tedarikçi seçim süreci incelenmiş ve lastiklerin üretim aşamasında kalıplamanın yapılabilmesi açısından kritik öneme sahip üç aday kalıp firması arasından seçim yaparken BAHP yöntemi kullanılmıştır. İşletmede çalışan uzman karar vericilerin yaptıkları değerlendirme ve karşılaştırmalar üçgen bulanık sayılarla ifade edilmiştir. Tedarikçi adayları, BAHP yöntemi ile ağırlıklandırma yapılarak sıralanmıştır.

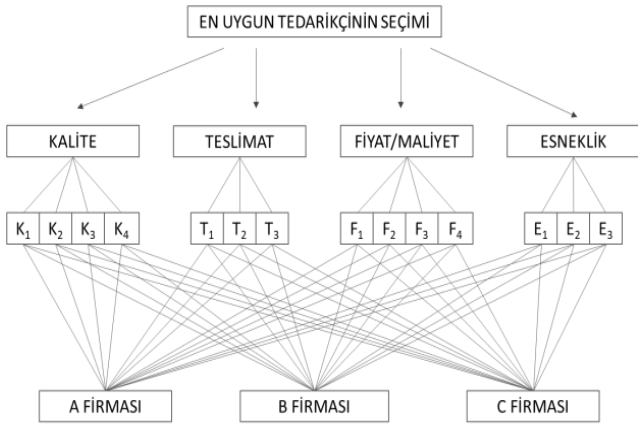
3.1 BAHP yönteminin tedarikçi seçimi için uygulanması

İşletmede öncelikle karar vericiler ile görüşülerek ölçütler ve alt ölçütler beyin fırtınası tekniği ile belirlenmiştir.

BAHP yönteminde problemin alt problemlere ayrılması için ilk aşamada hiyerarşik yapı oluşturulmalıdır. Karar verici tarafından kıyaslama yapılabilmesi için ana ve alt ölçütlerden oluşan hiyerarşik yapı Şekil 1'de gösterilmektedir.

Ana ölçütler Kalite, Fiyat/maliyet, Teslimat ve Esneklik olarak belirlenmiştir. Alt ölçütler ise K1: Ürünün kalitesi, K2: Kalite sertifikaları, K3: Kalite standartlarına uyum kabiliyeti, K4: Ürünlerdeki hata oranı, F1: Kalıp fiyatları, F2: Maliyet azaltma kapasitesi, F3: Sipariş maliyeti, F4: Kalıp fiyatlarının piyasa fiyatlarına uygunluğu, T1: Teslim koşulları, T2: Teslim süresi, T3: Teslim hataları, E1: Kısa hazırlık zamanı, E2: Acil gereksinim durumlarında cevap verme kabiliyeti, E3: belirlenen miktarda ürünü üretebilme kabiliyeti olarak belirlenmiştir.

Şekil 1’de tedarikçi seçim probleminin hiyerarşik yapısı verilmiştir.



Şekil 1. Tedarikçi seçim probleminin hiyerarşik yapısı

Çalışmada öncelikle karar verici ikili karşılaştırmalar yapmıştır ve eşlenikleri üçgen bulanık sayılar olarak ifade edilmiştir. Karar vericilerin bulanık sayılarla değerlendirmesi sonucunda elde edilen matris Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Ölçütlerin bulanık değerlendirme matrisi

	Kalite	Teslimat	Fiyat/Maliyet	Esneklik
Kalite	(1,1,1)	(1,2,3)	(1,1,1)	(2,3,4)
Teslimat	(1/3,1/2,1)	(1, 1, 1)	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)
Fiyat/Maliyet	(1,1,1)	(1,2,3)	(1, 1, 1)	(1,2,3)
Esneklik	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1/3,1/2,1)	(1, 1, 1)
Tutarlılık Oranı=0.009				

Kalite, teslimat, fiyat/maliyet ve esneklik ölçütlerine göre alt ölçütlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisleri sırasıyla Tablo 3, 4, 5 ve 6’da verilmiştir.

Bulanık sayılar kullanılarak elde edilen bulanık sentetik derece değerleri bulunduğundan sonra ki aşamada öncelik vektör ağırlıkları hesaplanmalıdır. Bu amaçla Chang’ın Genişletilmiş Analiz tekniği uygulanmıştır.

Tablo 3. Kalite alt ölçütlerinin karşılaştırılması

	K1	K2	K3	K4
K1	(1,1,1)	(7,8,9)	(7,8,9)	(2,3,4)
K2	(1/9,1/8,1/7)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)	(1/6,1/5,1/4)
K3	(1/9,1/8,1/7)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/6,1/5,1/4)
K4	(1/4,1/3, 1/2)	(4,5,6)	(4,5,6)	(1,1,1)
Tutarlılık Oranı=0.025				

Tablo 4. Teslimat alt ölçütlerinin karşılaştırılması

	T1	T2	T4
T1	(1,1,1)	(1/8,1/7,1/6)	(1/4,1/3,1/2)
T2	(6,7,8)	(1,1,1)	(5,6,7)
T3	(2,3,4)	(1/7,1/6, 1/5)	(1,1,1)
Tutarlılık Oranı=0.10			

Tablo 5. Fiyat/maliyet alt ölçütlerinin karşılaştırılması

	F1	F2	F3	F4
F1	(1,1,1)	(6,7,8)	(3,4,5)	(4,5,6)
F2	(1/8,1/7,1/6)	(1,1,1)	(1/6,1/5,1/4)	(1/3,1/2,1)
F3	(1/5,1/4,1/3)	(4,5,6)	(1,1,1)	(2,3,4)
F4	(1/6,1/5, 1/4)	(1,2,3)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)
Tutarlılık Oranı=0.065				

Tablo 6. Esneklik alt ölçütlerinin karşılaştırılması

	E1	E2	E4
E1	(1,1,1)	(1,2,3)	(1/3,1/2,1)
E2	(1/3,1/2,1)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/2)
E3	(1,2,3)	(2,3,4)	(1,1,1)
Tutarlılık Oranı=0.078			

Üç aday tedarikçi firma olan Firma A, B ve C için ürünün kalite, teslimat, fiyat/maliyet ve esneklik ana ölçütlerinin alt ölçütleri olan ürünün kalitesi, kalite sertifikaları, kalite standartlarına uyum, ürünlerdeki kusur miktarı, kalıp fiyatları, maliyet azaltma kapasitesi, sipariş maliyeti, kalıp fiyatlarının piyasa fiyatlarına uygunluğu, teslim koşulları, teslim süresi, teslim hataları, kısa hazırlık zamanı, acil gereksinimlere cevap verebilme ile istenilen miktarda ürünü tedarik etme ölçütleri için bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur.

Bu matrislerden kalitenin alt ölçütlerinden biri olan ürünün kalitesi ve teslimatın alt ölçütlerinden biri olan teslim süresine ait iki örnek Tablo 7 ve Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 7. Ürünün kalitesi alt ölçütlerinin karşılaştırılması

	Firma A	Firma B	Firma C
Firma A	(1,1,1)	(2,3,4)	(4,5,6)
Firma B	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(3,4,5)
Firma C	(1/6,1/5,1/4)	(1/5,1/4,1/3)	(1,1,1)
Tutarlılık Oranı=0.094			

Tablo 8. Teslim süresi alt ölçütlerinin karşılaştırılması

	Firma A	Firma B	Firma C
Firma A	(1,1,1)	(5,6,7)	(6,7,8)
Firma B	(1/7,1/6,1/5)	(1,1,1)	(2,3,4)
Firma C	(1/8,1/7,1/6)	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)
Tutarlılık Oranı=0.10			

Karşılaştırma matrisleri için öncelik vektörleri hesaplandıktan sonra, hiyerarşik olarak alt ölçütten ana ölçüte doğru ağırlıklar birleştirilerek tedarikçi adayları için genel öncelik ağırlıklarına

ulaşılması gerekmektedir. Bulunan öncelik ağırlık değerleri aşağıda Tablo 9'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Öncelik ağırlık değerleri

	Kalite	Teslimat	Fiyat/Maliyet	Esneklik
Ana Ölçütler	0.436	0.116	0.38	0.069
Alt Ölçütler	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄
Kalite	0.911	0.00	0.00	0.089
	T ₁	T ₂	T ₃	
Teslimat	0.00	1.00	0.00	
	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄
Fiyat/maliyet	0.795	0.00	0.205	0.00
	E ₁	E ₂	E ₃	
Esneklik	0.356	0.077	0.567	

Üç aday tedarikçi firma ve 14 adet alt ölçüte ait hesaplamalar Tablo 10'da verilen özet tabloda yer almaktadır.

Tablo 10. Tedarikçi firmalar ve alt ölçütlerin değerleri

	Firma A	Firma B	Firma C
Alt Ölçütler			
Ürün kalitesi	0.72	0.28	0.00
Kalite standart uyum	0.00	1.00	0.00
Kalite sertifikaları	0.00	1.00	0.00
Üründeki kusur miktarı	0.816	0.184	0.00
Teslim koşulları	0.00	0.00	1.00
Teslim süresi	1.00	0.00	0.00
Teslim hataları	0.562	0.219	0.219
Kalıp fiyatları	0.00	0.00	1.00
Maliyet azaltma kapasitesi	0.678	0.322	0.00
Sipariş maliyeti	0.00	0.054	0.946
Kalıp-piyasa fiyat uyumu	0.219	0.219	0.562
Kısa hazırlık zamanı	0.718	0.282	0.00
Acil gereksinimlere cevap verebilme	0.720	0.280	0.00
İstenilen miktarda ürün tedarik etme	0.500	0.500	0.00

Tablo 9 ve 10'da yer alan değerlerin birleştirilmesiyle oluşturulan, kalıp aday tedarikçilerin, ana ölçütler ve öncelik ağırlıkların yer aldığı Tablo 11, aşağıda verilmektedir.

Tablo 11. Tedarikçi firmalar ve ana ölçütler öncelik ağırlıkları

	Kalite	Teslimat	Fiyat/Maliyet	Esneklik	Öncelik Ağırlıkları
Firma A	0.728	1.00	0.00	0.595	0.474
Firma B	0.272	0.00	0.011	0.405	0.15
Firma C	0.000	0.00	0.989	0.00	0.376
Ağırlıklar	0.436	0.116	0.38	0.069	1.00

Tedarikçi firmalar için öncelik ağırlıkların hesaplanması aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Firma A} = 0.728 \times 0.436 + 1 \times 0.116 + 0 \times 0.38 + 0.595 \times 0.069 = 0,474$$

$$\text{Firma B} = 0.272 \times 0.436 + 0 \times 0.116 + 0.011 \times 0.38 + 0,405 \times 0,069 = 0,15$$

$$\text{Firma C} = 0 \times 0.436 + 0 \times 0.116 + 0.989 \times 0.38 + 0 \times 0.069 = 0,376$$

Kalıp tedarikçisi adayları olan A, B ve C firmaları için genişletilmiş analiz tekniğine göre öncelik ağırlık değerlerine bakılarak sıralama yapıldığında en yüksek değere sahip olan A firması kalıpların üretim, modifikasyonu ve transferi için uygun görülmüştür.

4 Sonuçlar

Tedarik zincirinin temel öğelerinden olan tedarikçi seçimi, işletmelerin başarısında ve ürün maliyetinin de bir kısmını oluşturan hammadde maliyetlerinde belirleyici rol oynayan kararlar arasında yer almaktadır. Bu sebeple firmalar, kaliteli bir hizmet sunacak, talep değişikliklerinde esneklik kabiliyeti olan ve maliyet avantajı sağlayabilecek en uygun tedarikçileri seçmek istemektedirler.

Tedarikçi seçimi, aynı zamanda birbiriyle çelişen hedefler içeren, sayısal ve sayısal olmayan çok sayıda değişkeni bünyesinde barındıran çok ölçütlü karar verme problemidir. Bu çalışmada karar verme problemlerinin doğasında olan belirsiz durumları giderebilmek ve klasik AHP metodunun dezavantajlarını ortadan kaldırmak amacı ile bulanık sayılar ve dilsel değişkenleri içerisinde bulunduran BAHP yöntemi seçilmiştir. Tedarikçi seçim sürecinde yaşanan bilgi eksikliği ve belirsizlik sebeplerinden ötürü karar vericiler, net olmayan değerlendirmeler de yapmak durumunda kaldıklarından bulanık süreçlerin kullanılması daha gerçekçi seçimlerin yapılmasına ve modellerin oluşturulmasına destek olacaktır. Çalışma otomotiv yan sanayi sektöründe lastik imalatı yapılan bir işletmede tedarik süreci incelenerek gerçekleştirilmiştir. Bu işletmenin aday kalıp tedarikçileri arasından üçünün seçilerek gerçekleştirildiği çalışmada, değerlendirmede kullanılan ölçütler için literatürde kullanılan ölçütlerin değerlendirilmesinin yanı sıra işletmenin satın alma stratejileri ve genel seçim kriterleri de göz önünde bulundurulmuştur.

İşletmede satın alma, lojistik ve kalite bölümlerinde çalışan uzmanlar ile gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda tedarikçi seçiminde kullanılacak ölçütler ve seçenekler belirlenmiş, hiyerarşik yapı oluşturulmuş ve üçgen bulanık sayılarla ifade edilmiştir. Kalite, teslimat, fiyat/maliyet ve esneklik olarak belirlenen ana ölçütlere göre kalite ve fiyat/maliyet için dörder adet, teslimat ve esneklik için üçer adet olarak belirlenen alt ölçütlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Karşılaştırma matrisleri için öncelik vektörleri hesaplanarak 14 adet alt ölçütten 4 adet ana ölçüte doğru ağırlıklar birleştirilmiş ve tedarikçi adayları için genel öncelik ağırlıklarına ulaşılmıştır. En yüksek ağırlığa sahip ana ölçütler kalite ve fiyat/maliyet olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirilen kalıp tedarikçileri arasında BAHP yöntemi uygulanarak yapılan hesaplamalar sonucu, öncelik ağırlık değerlerine bakılarak sıralama gerçekleştirilmiştir. En yüksek değere sahip olan ve kalıp üretimi için en iyi değeri veren A firması uygun tedarikçi olarak seçilmiştir. Çalışmanın devamında işletmede hammaddeler bazında birden fazla bütünleşik ÇÖKV yönteminin kullanılarak sonuçların değerlendirileceği ve karşılaştırılacağı bir tedarikçi seçimi probleminin daha çözülmesi planlanmaktadır.

Teşekkür

Otomotiv yan sanayisinde faaliyet göstermekte olan bir firmada gerçekleştirilen bu çalışmanın bir kısmı ICONDATA 2019 konferansında sözlü olarak sunulmuştur.

Kaynaklar

- [1] Uludağ H S, Doğan H. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Karşılaştırılmasına Odaklı Bir Hizmet Kalitesi Uygulaması. *Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 6(2), 17-47, 2016.

- [2] Aktaş R, Doğanay M, Gökmen Y, Gazibey Y, Türen U. *Sayısal Karar Verme Yöntemleri*. Birinci Baskı. İstanbul, Türkiye, Beta, 2015.
- [3] Saraçoğlu, İ, Dağıstanlı, H, A. "Tedarikçi Seçiminde Bulanık AHP ve VIKOR Yönteminin Bağlantı Elemanları Firmasında Uygulanması". *Journal of Yasar University*, 12 (Özel Sayı), 40-54, 2017.
- [4] Chamodrakas D, Martakos B D. "Supplier Selection in Electronic Market Places Using Satisficing and Fuzzy AHP". *Expert Systems with Applications*. 37, 490-498, 2010.
- [5] Junior F, R, L, Osiro, L, Carpinetti, L, C, R. "A Comparison Between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods to Supplier Selection". *Applied Soft Computing*. 21, 194-209, 2014.
- [6] Manap Davras G, Karaatlı M. "Otel İşletmelerinde Tedarikçi Seçimi Sürecinde AHP ve BAHP Yöntemlerinin Uygulanması". *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 32 (1), 87-112, 2014.
- [7] Akman G, Alkan A. "Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama". *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 5(9), 23-46, 2006.
- [8] Deng X, Hu Y, Deng Y, Mahadevan S. "Supplier Selection Using AHP Methodology Extended by D numbers". *Expert Systems with Applications*. 41, 156-167, 2014.
- [9] Denizhan B, Yılmaz Yalçın A, Berber Ş, "Analitik Hiyerarşi Proses ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemleri Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulanması." *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 6(1), 63-78, 2017.
- [10] Ho W, Xu X, Dey P. "Multi-criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review". *European Journal of Operational Research*. 202,16-24, 2010.
- [11] Koblen I, Balog K, Skurkova K L. "Supply Selection and Supply Chain Maturity – Important Areas of the Quality Production Assurance". *Production Engineering Archives*.5(4), 26-30, 2014.
- [12] Nydick R L, Hill R P, "Using The Analytic Hierarchy Process to Structure The Supplier Selection Procedure". *International Journal of Purchasing&Materials Management*. 28(2),31-36, 1992.
- [13] Bhutta K S, Huq F. "Supplier Selection Problem: A Comparison of The Total Cost Of Ownership and AHP Approaches. *Supply Chain International Journal*. 7(3),126-135, 2002.
- [14] Türkoğlu M., "Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama", Bartın Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Bartın, 2016.
- [15] Aydın Y, Eren T, "Hava Savunma Sanayii Alt Yüklenici Seçiminde Bulanık Mantık Altında Çok Kriterli Karar Verme ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması". *Journal of Aviation*. 2 (1), 10-30, 2018.
- [16] Ünal, Z, Güven, S, İpekçi Çetin, E. "Otel İşletmelerinin Tedarikçi Seçiminde Bulanık AHP ile Ağırlıklandırılmış Hedef Programlama Uygulanması. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 188-204, 2019.
- [17] Awasthi A, Govindan K, Gold S. "Multi-Tier Sustainable Global Supplier Selection Using A Fuzzy Ahp-Vikor Based Approach". *International Journal of Production Economics*. 195, 106-117, 2018.
- [18] Jain V, Sangaiah A K, Sakhuja S, Thoduka N, Aggarwal R. "Supplier Selection Using Fuzzy AHP and TOPSIS: A Case Study in the Indian Automotive Industry". *Neural Computing and Applications*. 29(7), 555-564, 2018.
- [19] Mohammad M R, Kazi B A. "Supplier Selection and Evaluation by Fuzzy-AHP Extent Analysis: A Case Study RMG Sector of Bangladesh". *International Journal of Engineering and Management Research*. 9(1), 41-48, 2019.