

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN BİR FİRMADA TEDARİKÇİ SEÇİMİ: AHP-BULANIK AHP VE TOPSIS UYGULAMASI

Cemil ÇELİK (*cemil.celik@kocaeli.edu.tr*)

*Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
Kocaeli, Türkiye*

Atakan ALKAN (*aalkan@kocaeli.edu.tr*)

*Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
Kocaeli, Türkiye*

Zerrin ALADAĞ (*zaladag@kocaeli.edu.tr*)

*Kocaeli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü,
Kocaeli, Türkiye*

ÖZET

Günümüz global dünya pazarı gün geçtikçe daha yoğun bir hale gelmektedir. Bu yüzden günümüzdeki firmalar pazarda hayatta kalabilmek ve ürünleriyle rekabet edebilme yeteneklerini sürdürmek için üretim ve malzeme maliyetlerini düşürme yollarını aramaktadırlar. Maliyetlerin azaltılmasında en önemli unsur nitelikli tedarikçiden düşük fiyatlı ve kaliteli malzeme satın alınmasıdır. Bu çalışma tedarik zinciri yönetiminde önemli bir problem olan tedarikçi seçimi üzerinde odaklanmıştır. Amaç, otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçi seçim sorununun çok ölçütlü bir yaklaşım ile değerlendirilmesidir. Çalışma iki aşamalı olarak planlanmış olup; ilk aşama otomotiv sektöründe tedarikçi seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli ölçütlerin firmalarda anket çalışması yapılarak belirlenmesiyle başlamaktadır. Çalışmanın ikinci aşaması, mevcut olan ve aday olan tedarikçilerin çok ölçütlü yapıda değerlendirilerek göreceli olarak sıralanması aşamasıdır. Belirlenen ölçütler için en uygun tedarikçilerin seçiminde bulanık analitik hiyerarşi sürecinden yararlanılacaktır. Bu süreçte söz konusu tedarikçilerin belirlenen ölçütlere göre ağırlıklandırma ve seçimi işlemi Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile yapılacaktır. Ayrıca tedarikçilerin öncelik sıralamalarının belirlenmesinde çok ölçütlü bir yaklaşım olan TOPSIS ve AHP yönteminden de yararlanılarak farklı bir bakış açısı sağlanmaya çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Tedarikçi Seçimi, AHP, Bulanık AHP, TOPSIS*

**SUPPLIER SELECTION IN AN AUTOMOTIVE INDUSTRY
FIRM: AHP-FUZZY AHP AND TOPSIS APPLICATION**

Cemil ÇELİK (*cemil.celik@kocaeli.edu.tr*)

*Kocaeli University, Engineering Faculty, Industrial Engineering Department,
Kocaeli, Türkiye*

Atakan ALKAN (*aalkan@kocaeli.edu.tr*)

*Kocaeli University, Engineering Faculty, Industrial Engineering Department,
Kocaeli, Türkiye*

Zerrin ALADAĞ (*zaladag@kocaeli.edu.tr*)

*Kocaeli University, Engineering Faculty, Industrial Engineering Department,
Kocaeli, Türkiye*

ABSTRACT

Today's global world market becomes more intense day by day. Therefore companies seek the ways of reducing the costs of production and materials in order to survive in the market and to sustain their ability to compete with their products. The most important factor to reduce the cost is to purchase low cost and high quality materials from the qualified suppliers. This study focuses on the selection of suppliers which is a major problem in supply chain management. The main purpose is to evaluate supplier selection problem on the basis of multi criteria approach for a firm in the automotive industry. The study has been planned in two stages; the first stage begins with the determination of the considerable significant criteria of the supplier selection in the automotive industry via questionnaire study at the companies. The second stage of the study is relative ranking of the available and candidate suppliers being evaluated with the multi criteria structure. For the determined criteria in selection of the most appropriate suppliers will be benefited from the fuzzy analytic hierarchy process. According to the criteria set out in this process the weighting and the selection process of these suppliers will be done with Fuzzy Analytic Hierarchy Process. In addition, in determining the priority ranking of suppliers the multi-criteria approach methods like TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) and AHP (Analytic Hierarchy Process) also benefits to provide a different perspe.

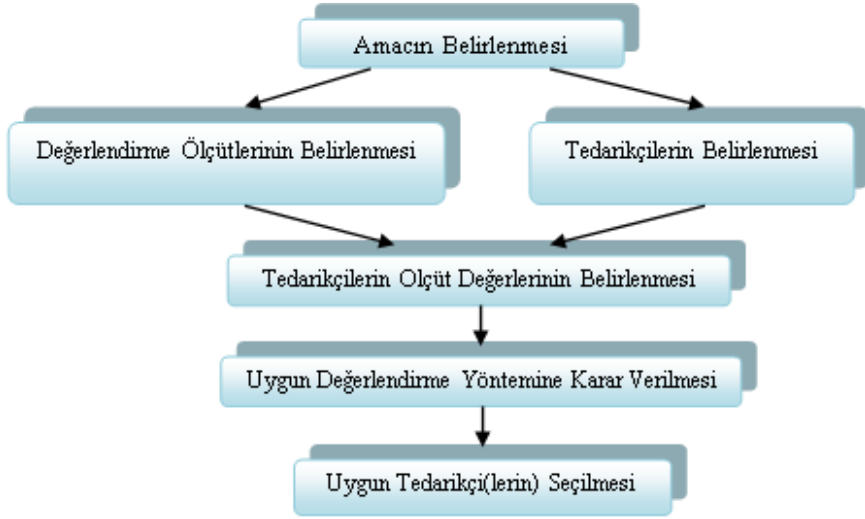
Keywords: *Supplier Selection, AHP, Fuzzy AHP, TOPSIS*

1. GİRİŞ

Hızla değişen rekabet ortamında firmalar, değişen müşteri ihtiyaçlarına daha hızlı ve doğru bir şekilde cevap verebilmek için kendi hedeflerini benimseyen tedarikçilerle çalışmalıdırlar (Susuz, 2005). Günümüzün rekabetçi ekonomik koşullarında, işletmeler varlıklarını sürdürebilmek için yeni çözüm yolları aramaktadırlar.

Tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin iş stratejilerini başarmada dikkate aldıkları önemli konulardan biri haline almıştır. Bir işletmenin tedarik zincirinin yönetiminde en uygun tedarikçi veya tedarikçilerin seçilmesi önemli bir problemdir (Özdemir, 2007). Tedarikçi seçimi problemi, en sade ifade ile üretim için gerekli hammaddelerin, yarı mamul ve diğer malzemelerin kimden ve ne kadar alınacağına belirlenmesidir (Güner, 2005). Uygun tedarikçilerle çalışmak bir işletmede satın alma maliyetlerini azaltacak, müşteri memnuniyetini arttıracak ve rekabet yeteneğini geliştirecektir. Birçok işletmede satın alma ve tedarik edilen malzeme maliyeti toplam maliyetin %70'ine kadar çıkmaktadır (Ghodsypour ve O'Brien, 1998). Bu yüzden günümüz yüksek rekabet ortamında etkili bir tedarikçi seçimi kararı, bir işletmenin başarılı olmasında çok önemlidir. Tedarikçi seçimi işlemi, tedarikçi seçimini yapmak için nelerin istendiğini bulmak, gerekli görülen ölçütleri tanımlamak ve bunların sonucunda ortaya çıkan verileri sınıflandırarak en uygun tedarikçinin seçilmesiyle son bulur (Keçeci, 2006). Tedarikçi seçiminde amaç, bir işletmenin ihtiyacını karşılamak ve en uygun maliyetle en yüksek potansiyele sahip tedarikçinin belirlenmesidir. Seçim işlemi, birbiriyle çelişen hem nitel hem de nicel ölçütler dizisi kullanarak tedarikçilerin geniş bir karşılaştırılmasından oluşur. Potansiyel tedarikçilerin incelenmesinde kullanılan ölçütler firmaların ihtiyaçlarına göre farklılık gösterebilir.

Tedarikçi seçiminde karar vericiler tarafından en çok kullanılan ölçütler; kalite, teslimat, servis, yönetim, teknoloji, fiyat/maliyet, üretim yeteneği, araştırma ve geliştirme, finans, esneklik, itibar, ilişki, risk, güvenlik ve çevredir. Tedarikçi seçimi kararları farklı ölçütlerin değerlendirilmesini içerdiği için bu süreç çok ölçütlü bir karar problemidir (Ho, Xu ve Dey, 2010). Tedarikçi seçiminin en önemli yönü seçim ölçütleri ve yönteminin belirlenmesidir.



Şekil 1: Tedarikçi seçim süreci

Bu çalışmada çok ölçütlü karar verme tekniklerinden AHP, Bulanık AHP (BAHP) ve TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılmıştır. BAHP yöntemi, seçim amacına yönelik tercihlerin belirlenmesinde yöneticilere yol gösteren bir yöntem olmasının yanında tercihleri kantitatif olarak ölçerek farklı ölçütler karşısında birleştiren bir yöntemdir. Bunun yanında hem uygulaması hem de anlaşılması oldukça kolaydır. AHP ayrıştırma temellerini, ikili karşılaştırmaları, öncelik vektör oluşumunu ve sentezini içeren bir yöntemdir. AHP'nin amacı uzmanların bilgisini elde etmek olmasına karşın, geleneksel AHP karar vericinin belirsiz tercihlerini yansıtamamaktadır. Bu nedenle; BAHP, AHP metodunun

belirsizliklerini gidererek hiyerarşik bulanık problemleri çözmek için geliştirilmiştir (Hadi-Vencheh ve Mohamadghasemi, 2011).

Tedarikçi şirketlerin rekabet gücünü belirleyen stratejik bir rol üstlenmiştir. Tedarikçi seçimi örgütleri ve tedarik zincirlerinin performansı çok kritik bir etkinlik haline gelmiştir. Literatürde sunulan çalışmalar tedarikçi seçim kararı sürecine yardımcı olmak için BAHP yöntemlerini önerir (Junior ve diğerleri, 2014). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi tedarikçi seçimi, müşteri gereksinimlerini değerlendirme ve benzeri çeşitli uygulamalar için yaygın olarak kullanılır (Wang ve Chin, 2008).

Literatürde AHP, BAHP ve TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalara rastlamak mümkündür. AHP ve TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı birçok çalışma vardır. Madumjar, Sarkar ve Madumjar (2005) pamuk lifinin kalite değerlerinin belirlenmesi için; Shyjith, Ilangkumaran ve Kumanan (2008) tekstil endüstrisinde en iyi bakım teknolojisinin seçilmesi için; Tsaur, Chang ve Yen (2002) havaalanlarında hizmet kalitesini değerlendirilmesi için; Yurdakul ve İç (2005) üretim şirketlerinde performans ölçüm modeli geliştirilmesi için; Lin, Wang, Chen ve Chang (2008) müşteri odaklı ürün tasarım sürecinde; Ustasüleyman (2009) bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi için bu iki yöntemi birlikte kullanmışlardır. Wang, Cheng ve Cheng (2009), tedarikçi seçimi probleminde BAHP ve bulanık TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanmıştır. Burada BAHP uzmanların dilsel ağırlıklandırmasıyla bulanık ağırlıkları hesaplamak için, bulanık TOPSIS ise bulanık ağırlıkları ve bulanık dilsel puanları birleştirmek ve alternatifleri sıralamak için kullanılmıştır. Kılıç ve diğerleri (2014) stokların çok ölçütlü olarak sınıflandırılması için öncelikle BAHP yöntemi ile ölçüt ağırlıkları belirlenmiş ve TOPSIS yöntemi kullanılarak stok kalemleri önem derecelerine göre sıralanmıştır. Fazlollahtabar, Mahdavi, Ashoori, Kaviani ve Amiri (2011), tedarikçi seçiminde AHP, TOPSIS ve çok amaçlı lineer olmayan

programlamayı kullanmışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada, AHP ile tedarikçi seçim ölçütlerinin ağırlıkları elde edilirken, TOPSIS metodu ile tedarikçiler sıralanmıştır. Seçilen tedarikçilerden optimum sipariş miktarının belirlenmesi için çok amaçlı lineer olmayan programlama kullanılmıştır.

Bu çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren bir otomotiv firması için tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Bu amaçla tedarikçi seçimi probleminin çözülmesi için AHP, BAHP ve TOPSIS çok ölçütlü karar verme yöntemleri birlikte kullanılmış ve değerlendirilmiştir. Seçim ölçütlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için AHP ve BAHP yöntemi, tedarikçilerin sıralanması için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntemi ile ölçüt ağırlıklarının belirlenmesi sırasında Expert Choice Trial1 1.5 paket programı kullanılmıştır. Bu program yardımı ile ölçüt ağırlıkları ve tutarsızlıkları elde edilebilmektedir. TOPSIS yönteminin adımları için mevcut program bulunmaması nedeniyle Microsoft Excel 2007 hesaplamalarından yararlanılmıştır. Çalışmanın sonunda firma için en uygun tedarikçinin seçilmesi amaçlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında tedarikçi seçiminde kullanılan ölçütlerin belirlenmesi ile ilgili literatür taraması yapılmış ve tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesi konusunda literatürde kullanılan ölçütler ile çözüm yöntemleri analiz edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında BAHP yöntemi uygulanmıştır. Bunun için anket hazırlanmış ve üç büyük otomotiv firmasından her birinde 20 defa uygulanmıştır. Toplamda elde edilen 60 anket formundaki öncelik değerlerinin aritmetik ortalamaları alınarak ana ve alt ölçütlerin karşılaştırma matrisleri elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında klasik AHP yönteminden yararlanılmış ve karar verilmiştir. Çalışmanın üçüncü aşamasında; TOPSIS yöntemi ile karar çözümü yapılmıştır. Son bölümde, sonuçlar ve bulgular yorumlanmıştır.

2. TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE KULLANILAN ÖLÇÜTLER

Karar problemlerini çözerken kalite ve tecrübe gibi niteliksel faktörleri çözüm süreçlerine katmak kolay değildir. Oysa karar verici, bu faktörleri sezgisel olarak göz önünde bulundurmaktadır. Bir diğer güçlük, problemlerin birden fazla ölçütü içermesidir. Çözüm süreci sonucunda problemde yer alan faktörlerin ağırlıkları elde edilmekte böylece sonucun ortaya çıkmasında hangi ölçüde payları olduğu belirlenmektedir (Keçeci, 2006). Geleneksel çalışmalara baktığımızda tedarikçi seçiminde veya değerlendirilmesinde üç ana ölçüt söz konusudur. Bunlar; fiyat, kalite ve teslimattır (Öz ve Baykoç, 2004). Bunlara ilave olarak müşteri memnuniyeti gibi ölçüt de tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Tedarikçi seçiminde kullanılan ölçütlerle ilgili yapılan ilk çalışmalardan birisi Dickson tarafından 1966 yılında gerçekleştirilmiştir. Dickson (1966), yaptığı çalışmada 273 satın alma sorumlusu ve müdürü ile görüşmüş ve uyguladığı anketlerle tedarikçi değerlendirmede önemli bir yere sahip olan 23 adet ölçüt belirlemiştir. Kalite, teslimat, performans geçmişi, garanti ve sigorta politikası ile üretim araç gereçleri kapasitesi sırasıyla en fazla öneme sahip olan ölçütler olarak belirlenmiştir (Türer ve diğerleri, 2008). Dickson'ın yaptığı çalışmada ulaştığı sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'de ilk sütun ölçütlerin önem sıralamasındaki yerini göstermektedir. İkinci sütunda tedarikçi seçiminde kullanılan ölçütler bulunmaktadır. Üçüncü sütunda ilgili ölçütün araştırmaya katılanların verdiği önem puanına göre sıralamada elde ettiği puan gösterilmektedir. Kalite, teslim tarihine uyma, tedarikçi geçmiş dönem performansı ölçütlerinin, 1966 yılında da tedarikçi seçiminde etki derecesinin yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Dickson’ın tanımladığı tedarikçi seçim ölçütleri.

Sıralama	Ölçüt	Sıralama Puanı	Sıralama	Ölçüt	Sıralama Puanı
1	Kalite	3,508	13	İş yapma isteği	2,216
2	Teslim tarihine uyma	3,147	14	Yönetim ve organizasyon	2,211
3	Geçmiş dönem performansı	2,998	15	Tamir servisi	2,187
4	Garanti politikası	2,849	16	Tutum	2,12
5	Üretim tesisleri ve kapasitesi	2,775	17	Görüşme sonucu bıraktıkları etki	2,054
6	Fiyat	2,758	18	Paketleme yeteneği	2,009
7	Teknik yeterlilik	2,545	19	İşçi ilişkileri kayıtları	2,003
8	Finansal durum	2,514	20	Coğrafi yer	1,872
9	Prosedüre uyum	2,488	21	Geçmiş dönemde yapılan iş	1,597
10	Kontrata uyum	2,426	22	Ürün kullanımı sonrası eğitim olanağı	1,537
11	İletişim sistemi	2,412	23	Karşılıklı anlaşmalar	0,61
12	Endüstrideki yeri	2,256			

Bu çalışmada tedarikçi seçiminde kullanılacak olan ana ölçütlerin belirlenmesi amacıyla Tablo 1’den yararlanılarak anket hazırlanmış ve anket sonuçlarının değerlendirilmesi ile Fiyat, Kalite, Teslimat ve Müşteri Memnuniyeti ölçütleri ana ölçütler olarak belirlenmiştir.

2.1 Fiyat Ana Ölçütü

Bir işletmenin en önemli varlık sebebi karlılıktır. Üretici firmalar karlılıklarını artırmak için ürünlerinde kullandıkları malzemeleri mümkün olduğunca minimum fiyatla elde etmek isterler. Bu nedenle firmalar ürünlerin üretimi ile ilgili maliyetlerini minimize

edebilecekleri düşük maliyetli tedarik kaynağı bulmak isterler. Firmalar, tedarikçi seçiminde firmaların daha rekabetçi olmaları ve performanslarını geliştirmelerini mümkün kılacak firmaların kara geçmelerini sağlayacak düşük seviyeli birim fiyatı esas almaktadırlar (Tracey ve Tan, 2001). Bu nedenle fiyat satın alma kararının verilmesinde önemli bir belirleyicidir. Tedarikçilerden alınan malzemelerin fiyatları, tedarikçi performans değerlendirmesinde etkili olan bir diğer faktördür. Fiyat ana ölçütü; satın alınan miktara bağlı fiyat indirimi (F1) ve maliyet alt ölçütlerini (F2) kapsamaktadır.

2.2 Kalite Ana Ölçütü

Firmaların sürekliliklerinin sağlanabilmesi ve müşteriye sundukları ürünlerin zamanında tamamlanabilmesi için tedarikçi firmalardan istenen kalite özelliklerini sağlaması beklenmektedir. Tedarik zinciri yönetiminde kalite üreticinin sorumluluğu olduğu kadar, üreticiye mamul üretiminde kullanılmak üzere malzeme sağlayan tedarikçinin de sorumluluğudur. Tedarikçinin üretim yeteneği bitmiş ürünün kalitesini de göstermektedir (Chen ve diğ. 2005). Kalite ana ölçütü; kalite muayene yöntemleri (K1), reddedilen ürün yüzdesi (K2), Toplam Kalite Yönetimi (TKY) ve Tam Zamanında Üretim (Just In Time-JIT) üretim uygulamalarını takip etme (K3) alt ölçütlerini kapsamaktadır.

2.3 Teslimat Ana Ölçütü

Teslimat ana ölçütü tedarikçi firmaların müşteri isteklerine kolay uyum sağlayabilmesi, müşterilerin beklentilerini zamanında karşılayabilmesini açıklamaktadır. Teslimat ana ölçütü tedarikçiden satın alınan ürünlerin güvenilir bir şekilde teslim edilmesi ve sağladığı ürünleri hızlı bir şekilde teslim etmesini içermektedir. Teslimat ana ölçütü; zamanında teslimat (T1), taşıma maliyeti (T2), teslimat zamanındaki esneklik (T3) ve kaliteli teslimat (T4) alt ölçütlerini kapsamaktadır.

2.4 Müşteri Memnuniyeti Ana Ölçütü

Bu ölçütle elde edilmek istenen tedarikçi firmaların sağladıkları hizmetlerin beklentiyi ne ölçüde karşıladığını ölçmektir. Müşteri memnuniyeti ana ölçütü; satış sonrası müşteri servisi (M1) ve tamir bakım hizmetleri (M2) alt ölçütlerini kapsamaktadır.

3. TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Tedarikçi seçimi birçok farklı yöntem ile gerçekleştirilebilir. Tedarikçi seçimi probleminde yaygın olarak AHP, ANP, Veri Zarflama Yöntemi, Bulanık Küme Teorisi, Matematiksel Programlama, SMART, ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE ve bu yöntemlerin entegrasyonu gibi çok ölçütlü karar verme yaklaşımları kullanılmaktadır. Seçim ölçütleri ve yöntem(ler)inin belirlenmesi tedarikçi seçiminin en önemli özelliğidir (Kokangül ve Susuz, 2009). Tedarikçi seçim işlemi yapılırken, sonuçları karşılaştırma aşamasında farkı ortaya koyabilecek; sezgisel çözüm içeren BAHP ve matematiksel çözüm içeren AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılacaktır. Bu yöntemlerden yararlanılarak farklı bir bakış açısı sağlanmaya çalışılacaktır.

3.1 AHP

Analitik Hiyerarşi Prosesi 1970’li yıllarında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen ölçme ve karar verme için kullanılan bir matematiksel teoridir (Saaty ve Niemira, 2006). AHP literatürde yaygın olarak çalışılmıştır ve son yıllarda çok ölçütlü karar verme ile ilgili neredeyse tüm uygulamalarda kullanılmıştır (Ho, 2008). Bunun nedeni olarak karar vericiler tarafından kolay anlaşılabilir olması söylenebilir. AHP yönteminin uygulama adımları şu şekildedir: Birinci adımda hiyerarşik yapı oluşturulur. Karar amacı ile en üstten başlayarak karar hiyerarşisi oluşturulur. Orta seviyede ölçütler ve en alt seviyede ise alternatifler bulunur (Saaty, 2008). İkinci adımda ikili karşılaştırma matrisleri (A) ve üstünlükler belirlenir. Amaç, ölçütler ve alt ölçütler belirlendikten sonra ölçütlerin ve alt ölçütlerin

kendi aralarında önem derecelerinin belirlenmesi için ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur (Saaty, 1990). Karar verici ölçüt matrisi veya alternatif matrisi için ölçütleri veya alternatifleri ikili olarak karşılaştırır. Bu karşılaştırma ile amaca katkısı açısından göreceli önemleri ve her bir hedefin de ölçütler yönünden üstünlükleri, uygulayıcıların yargılarına göre, ikili karşılaştırma yolu ile belirlenir. Burada üstünlüklerin belirlenmesi için Saaty tarafından geliştirilen ve Tablo 2’de verilen önem ölçeği kullanılmalıdır (Saaty, 1990).

Tablo 2: AHP Önem Ölçeği

Sayısal Değer Tanım	
1	Öğeler eşit önemde veya aralarında kayıtsız kalınıyor.
3	1. öğe 2.’ye göre biraz daha önemli veya biraz daha tercih ediliyor.
5	1. öğe 2.’ye göre fazla önemli veya fazla tercih ediliyor.
7	1. öğe 2.’ye göre çok fazla önemli veya çok fazla tercih ediliyor.
9	1. öğe 2.’ye göre aşırı derecede önemli veya aşırı derecede tercih ediliyor.
2,4,6,8	Ara değerler

Üçüncü adımda özvektör (Görelî Önem Vektörünün) belirlenir. İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasından sonraki adım, ilgili matristeki her bir öğenin diğer öğelere göre önemini gösteren özvektörün hesaplanmasıdır (Sipahioğlu, 2008). Matrisin $n \times 1$ boyutunda özvektörü şu şekilde belirlenmektedir:

$i=1,2,3,\dots,n$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere;

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$

$$W_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (2)$$

Ölçütlerin yüzde önem dağılımlarını belirlemek için $W = [w_i]_{n \times 1}$ şeklindeki sütun vektörlerinin hesaplanması gerekmektedir. W sütun vektörü, 2 numaralı eşitlikte belirtilen b_{ij} değerlerinin meydana getirdiği matrisin satır elemanlarının aritmetik ortalamasından elde edilir. Dördüncü adımda özvektörün tutarlılığı hesaplanır. Her ikili karşılaştırma matrisi için tutarlılık oranı (CR) hesaplanır ve bu oran için üst limitin 0,10 olması istenir. Bölüm 3.3’de tutarlılık oranının hesaplanması gösterilmiştir. Beşinci adımda hiyerarşik yapının genel sonucu elde edilir. Önceki dört aşama, hiyerarşik yapının tamamı için hesaplanır. Bu aşamada hiyerarşik yapıdaki n tane ölçütün her birinin meydana getirdiği $m \times 1$ boyutundaki üstünlük sütun vektörleri bir araya getirilerek $m \times n$ boyutundaki DW karar matrisi oluşturulur. Elde edilen matrisin ölçütler arası W üstünlük vektörü ile çarpımı sonucunda R sonuç vektörüne ulaşılır. $i=1,2,3,\dots,m$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere;

$$DW = [W_{ij}]_{m \times n} \quad (3)$$

$$R = DW * W \quad (4)$$

3.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi (AHP)

Yöneticiler verecekleri kararlar için doğru ve güvenilir tahminlere ihtiyaç duyarlar. Bunu yaparken bilimsel ölçütleri dikkate almaları daha iyi karar vermelerini sağlar. Karar verme problemi en genel anlamda; bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçimi şeklinde tanımlanabilir. Buna göre bir karar probleminin elemanlarını karar verici, seçenekler, ölçütler, sonuçlar, çevre ve karar vericinin öncelikleri oluşturur. En basit şekliyle bir karar problemi bir amaç veya ölçüte göre seçenekler arasından bir seçim yapma gibi düşünülebilir (Dağdeviren ve Eren, 2001)

Gerçek dünya karmaşıktır. Bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik ile kesin düşünce ve kararlar verilemeyişinden kaynaklanır. Birçok sosyal, iktisadi ve teknik konularda insan düşüncelerinin tam anlamı

ile olgunlaşmamış oluşundan dolayı belirsizlikler her zaman bulunur. Gerçek bir olayın tam olarak kavranılması insan bilgisinin yetersizliği sonucunda tam olarak mümkün olmadığından insan, düşünce sisteminde ve zihninde bu gibi olayları yaklaşık olarak canlandırarak yorumlarda bulunur. Genel olarak, değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık (fuzzy) kaynaklar adı verilir. 1965 yılında Lotfi Asker Zadeh tarafından ortaya atılan bulanık küme, mantık ve sistem kavramları bu araştırmacının uzun yıllar boyunca kontrol alanında çalışması; istediği kontrolü elde edebilmesi için fazlaca doğrusal olmayan denklemlerin işin içine girmesi; yöntemin karmaşıklaşması ve çözümün zorlaşması neticesinde ortaya çıkmıştır (Erik, 2005). 1970'lerde Profesör Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemi (AHP), birden çok ölçüt içeren karmaşık problemlerin çözümünde kullanılan bir karar verme yöntemidir. Karar seçeneklerini sıralayıp aralarından birini, belirtilen çoklu ölçüte göre seçmeyi sağlayan sayısal bir yöntemdir. Sosyal, ekonomik ve yönetim bilimleri gibi çeşitli alanlarda yapılandırılmamış problemleri modellemede kullanılan, iyi bilinen bir analitik araç olan Saaty'nin AHP yönteminden geliştirilen ileri bir analitik teknik olarak düşünülebilir. Klasik AHP, karar vericinin algıya dayalı yargı aralığı yerine deterministik değerlendirmeler yapmasını sağlayamaz. Önceliklendirmedeki bu tür bir belirsizlik bulanık küme teorisi kullanarak modellenebilir. Bulanık küme teorisinde, karar vericiden sağlanan oran ölçeği değeri bir üyelik fonksiyonu olarak tanımlanan bir bulanık sayıdır. Burada üyelik fonksiyonu, öncelik setindeki yargı aralığındaki elemanların değerini tanımlar. Uzmanların bir konudaki görüşlerini kesin bir sayı yerine, daha gerçekçi bir seçenek olan sözel değerlendirmelerle vermeleri daha uygun olacaktır. İşte bu sözel değerlendirmeler, yargı aralığını gösteren üçlü bulanık sayılardır. Klasik AHP yönteminde karar verirken ölçütlerin birbirine göre üstünlükleri, 1'den 9'a kadar olan çizelge kullanılarak

karar verilir. Oysa BAHP yönteminde ölçütlerin karşılaştırılması bulanık sayılar kullanılarak yapılır. Çözüm yöntemleri de bulanık sayılar kullanıldığından dolayı farklılık gösterir. Üçgensel bulanık sayı dönüştürme cetveli Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3: Üçgensel Bulanık Sayı Dönüştürme Cetveli

Önem Derecesi	Önem Tanımı	Üçgensel Bulanık Sayı	Üçgensel Bulanık Sayının Tersi
1	Eşit	(1,1,1)	(1/1,1/1,1/1)
2	Ortalama değer	(1,2,3)	(1/3,1/2,1/1)
3	Orta derecede	(2,3,4)	(1/4,1/3,1/2)
4	Ortalama değer	(3,4,5)	(1/5,1/4,1/3)
5	Kuvvetli derecede	(4,5,6)	(1/6,1/5,1/4)
6	Ortalama değer	(5,6,7)	(1/7,1/6,1/5)
7	Çok kuvvetli derecede	(6,7,8)	(1/8,1/7,1/6)
8	Ortalama değer	(7,8,9)	(1/9,1/8,1/7)
9	Aşırı derecede	(8,9,9)	(1/9,1/9,1/8)

İkili karşılaştırmalarda karar vericiler tarafından genellikle üçgensel bulanık sayılar tercih edilmektedir. Üçgen bulanık sayılar, üç tane gerçek sayıyla tanımlanmış bulanık sayıların özel bir çeşididir ve (l,m,u) şeklinde ifade edilir. l, m, u parametreleri en küçük olası değeri, en olası değeri ve en büyük olası değeri göstermektedir. Chang (1996) tarafından ileri sürülen Genişletilmiş BAHP yönteminde izlenen metodoloji şu şekilde açıklanabilir:

$$\text{Nesneler Kümesi: } X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\} \quad (5)$$

$$\text{Amaçlar Kümesi: } U = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\} \quad (6)$$

Genişletilmiş Analiz Yöntemine göre, her bir nesne bir amacı gerçekleştirir. Genişletilmiş ifadesi ile bu nesnenin amacı ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Böylece, m tane genişletilmiş analiz değeri elde edilmiş olup şu şekilde gösterilir:

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, M_{g_i}^3, \dots, M_{g_i}^m, i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Buradaki tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, \dots, m$) üçgensel bulanık sayıdır.

3.2.1 Öncelik Değerlerinin Hesaplanması

Son adım, ölçütler bazında elde edilen ağırlıklardan hareketle, alternatiflerin öncelik değerlerinin hesaplanmasıdır. Her bir alternatifin ölçütlerle ilgili matrisi (öz vektördeki ilgili alternatifin bulunduğu satır), amaçla ilgili ölçütlerin öncelik matrisi ile çarpılır. Elde edilen değerlerden en yüksek değere sahip olan alternatif seçilir.

3.2.2 Genişletilmiş Analiz Yöntemi Adımları

Birinci adımda i. nesne için bulanık büyüklük değeri şu şekilde tanımlanır;

$$s_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (8)$$

S_i = i. amacın sentez değeri, $M_{g_i}^j$ =
herbir amaca yönelik genişletilmiş değerdir.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j) \quad (9)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (10)$$

İkinci adımda; bulanık değerler hesaplandıktan sonra, bu değerler birbirleriyle karşılaştırılarak, seçeneklerin ve ölçütlerin olabilirlik değerleri V elde edilir.

$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0, \text{ eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \text{ diğer durumlarda} \end{array} \right\} \quad (11)$$

Üçüncü adımda; konveks bir bulanık sayının k adet bulanık sayıdan, M_i ($i=1,2,\dots,k$) daha büyük olabilirlik derecesi şu şekilde tanımlanır;

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) \\ &= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i), \quad i = 1,2,3, \dots, k \end{aligned} \quad (12)$$

S_j ler için şu varsayımlar yapılmıştır;

$$k = 1,2,3, \dots, n \quad k \neq j \text{ için } d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (13)$$

Daha sonra Ağırlık Vektörü A_i ($i = 1,2,3,\dots,n$)'nin n elemandan oluştuğu şu şekilde ifade edilir;

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), d'(A_3), \dots, d'(A_n))^T \quad (14)$$

Dördüncü adımda; normalizasyon ile normalize edilmiş ağırlık vektörü W elde edilir ve burada W bir bulanık sayı değildir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), \dots, d(A_n))^T \quad (15)$$

3.3 Tutarsızlık Oranının Belirlenmesi

Karar vericilerin ikili karşılaştırma matrisini oluşturmak için ölçütler arasında kıyaslama yaparken tutarlı davranması gerekir. Tutarsızlık, ölçütler arasında çelişki bulunmayan, birbirleriyle uyumlu kıyaslamalar yapılmasını gerektirir. AHP'nin bir üstünlüğü olarak, ikili karşılaştırmalar sırasında karar vericinin tutarlı davranıp davranmadığı tespit edilebilmektedir. Karar vericinin tutarlı davranıp davranmadığını ölçmek için tutarsızlık oranı (TO) hesaplanır. Bu oranın üst limitinin 0,10 olması istenir. Oranın 0,10 değerinden büyük olması karar vericinin yargılarında tutarsızlık olduğunun göstergesidir. Bu durumda karar vericinin yargılarını

tutarsızlık oranı sağlanıncaya kadar gözden geçirmesi beklenir. Tutarsızlık oranı şu şekilde hesaplanır:

İlk olarak karar elemanlarının görelî önem vektörleri elde edilir. İkili karşılaştırma matrisinin ilk sütununda bulunan elemanlar ilk ölçütün görelî önemi ile ikinci sütundaki elemanlar ikinci ölçütün görelî önemi ile çarpılır. Böylece, tüm sütunlardaki elemanlar ölçüt önem vektörleri ile çarpılmış olur ve sonra sütunların toplamları hesaplanır. Bu toplam eleman sayısına (n) bölündüğünde en büyük özdeğer (max) için tahmini bir değer elde edilir. Özdeğer; n (ikili karşılaştırma matrisin oluşturulmasında yer alan eleman sayısı) değerine ne kadar yakın olursa, sonuç da o kadar tutarlı olacaktır. Tutarsızlık durumunda max = n olup, eşitlikten sapma derecesini bulmak için Denklem (16)'dan yararlanılarak Tutarsızlık indeksi (TI) elde edilir.

$$TI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (16)$$

Tutarsızlık indeksinin (TI), A matrisinin n değerine karşılık gelen Rassallık indeksine(RI) bölünmesiyle elde edilen orana da Tutarsızlık Oranı (TO) denir. Bu oranın %10'dan küçük olması beklenir. Rassallık indeksi (RI) Tablo 4'de gösterilmektedir.

$$TO = \frac{TI}{RI} \quad (17)$$

Tablo 4:.Rassallık İndeksi

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,4	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

3.4 TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yoon ve Hwang tarafından 1980 yılında geliştirilmiştir. Karar noktalarının ideal çözüme yakınlığı ana prensibine dayanır.

TOPSIS yöntemi 6 adımdan oluşan bir çözüm sürecini içerir. Aşağıda TOPSIS yönteminin adımları tanımlanmıştır (Yurdakul, 2005).

Adım1: Karar Matrisinin (A) Oluşturulması; Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi aşağıdaki gibi gösterilir; A_{ij} matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme faktörü sayısını verir.

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım2: Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması; Standart Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (18)$$

R matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması; Öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri (W_i) belirlenir. Ayrıca $\sum_{i=1}^n W_i = 1$ 'dir. Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili W_i değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} W_1 r_{11} & \cdots & \cdots & W_n r_{1n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ W_1 r_{m1} & \cdots & \cdots & W_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım4: İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması; TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme faktörünün monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır.

İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. İdeal çözüm setinin bulunması aşağıdaki denklemde gösterilmiştir.

$$A^* = \left\{ (\max_i v_{ij} \mid j \in J), (\min_i v_{ij} \mid j \in J') \right\} \quad (19)$$

denklemden hesaplanacak set $A^* = (V_1^*, V_2^*, \dots, V_n^*)$ şeklinde gösterilebilir. Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki denklemde gösterilmiştir.

$$A^- = \left\{ (\min_i v_{ij} \mid j \in J), (\max_i v_{ij} \mid j \in J') \right\} \quad (20)$$

denklemden hesaplanacak set $A^- = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-)$ şeklinde gösterilebilir. Her iki denklemde de J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir. Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme faktörü sayısı yani m elemandan oluşmaktadır.

Adım5: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması; TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin İdeal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Öklit Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım (S_i^*) ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım (S_i^*) ölçüsünün ve negatif ideal ayırım (S_i^-) ölçüsünün hesaplanması denklemde gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (21)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (22)$$

Burada hesaplanacak S_i^* ve S_i^- sayısı doğal olarak karar noktası sayısı kadar olacaktır.

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması; Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki denklemde gösterilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (23)$$

$$C_i^* = \frac{S_i^*}{S_i^* + S_i^-} \quad (24)$$

Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer alır ve $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

4. OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE TEDARİKÇİ SEÇİMİ UYGULAMASI

Tedarikçi değerlendirme sürecinde ilk aşama değerlendirmede kullanılacak performans ölçütlerinin belirlenmesidir. Bu nedenle, ölçüm sistemlerinin tasarımı aşamasında en çok zaman ve çaba isteyen çalışma ölçüleceklerin ne ile nasıl ölçüleceği ve hangi göstergelerin kullanılacağıdır (Akal, 2000). Ölçümlerle sorun çözme, karar alma ve performans geliştirme gibi yararlar sağlamak için göstergelerle işletme stratejisi arasında açık bir ilişki kurulması

gerekir. Aksi durumda, ölçülenlerle işletme amaç ve stratejileri arasında hiçbir ilişki kurulmamış olur. Ölçümlerde ikinci konu, “önemli olanı” ölçmektir. Zaman ve kaynak kısıtları arasında gerçekten önemli olan göstergeleri seçmek zordur. Burada asıl vurgulanmak istenen kolay ölçülebilen göstergelere kaçışı önlemektir. Ölçümlerde kullanılacak göstergelerin seçiminde dikkat edilecek bir başka noktada göstergelerin performans planlama sürecinde hazırlanan taktik planlar ve proje planları uyarınca sağlanan sonuçların örgüt performansını etkileme düzeyini belirleyebilecek niteliklere sahip olmasıdır (Baynal ve Yüzügüllü, 2013).

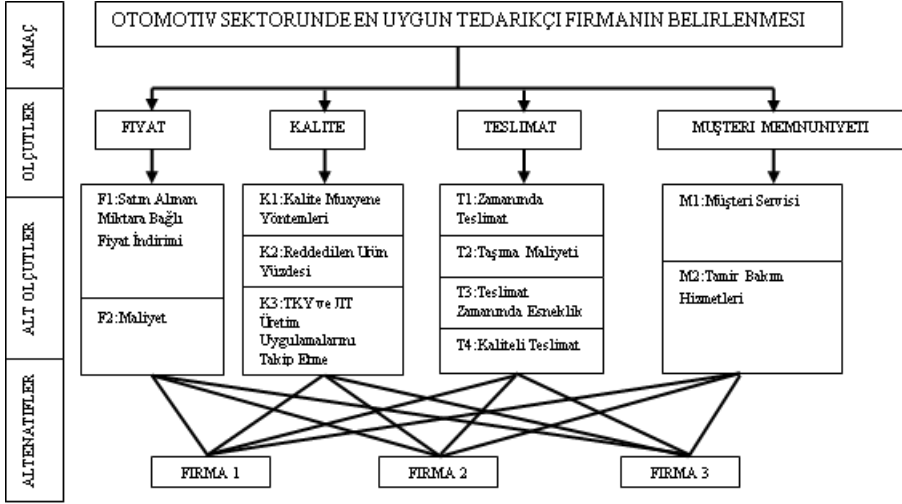
Dickson tablosunda görüldüğü gibi kalite, tedarikçinin müşterisinin kalite beklentisini karşılayabilme becerisi en yüksek öneme sahip ölçüt olarak belirlenmiştir ve ayrıca teslimat ile performans ölçütleri de göze çarpan önemli ölçütlerdir. Ancak düşünülenin aksine fiyat ölçütünün altıncı sırada yer alması ise şaşırtıcıdır. Tablonun sonuçlarından da anlaşılacağı gibi tedarikçileri değerlendirirken en büyük önceliğin fiyat olmasından ziyade ürünün istenen zamanda, istenen kalite düzeyinde, doğru miktarda müşteriye ulaştırılması daha büyük öneme sahiptir. Tedarikçi değerlendirme ve seçiminde kullanılacak ölçütler, tüm tedarikçiler için uygulanabilir olmalı ve işletmenin ihtiyaçlarına cevap verecek nitelikte olmalıdır. Bu süreçte tüm tedarikçiler için ortak olarak belirlenecek değerlendirme ve seçim ölçütleri karşılaştırmada daha objektif olunmasını sağlayacaktır.

Bu çalışmada, otomotiv sektöründe önemli bir yer edinmiş olan üç büyük firmada tedarikçi firmaların seçimine BAHF ve TOPSİS yöntemleri kullanılarak karar verilmesi öngörülmüştür. Bu bilgiler doğrultusunda, öncelikle firmalar için önem arz eden ana ve alt ölçütleri belirlemek üzere her bir firmada 20 farklı anket, toplamda 60 anket yapılmıştır. Bu anket formu Tablo 5’de verilmiştir. Anket

sonuçlarına göre x işaretli olan ölçütler tedarikçi firma seçimi için kullanılacak olan Karar Hiyerarşisi girdilerini oluşturmuştur. Anket sonuçlarına göre elde edilen ölçütler doğrultusunda tedarikçi firma seçimi için kullanılacak olan Karar Hiyerarşisi ise Şekil 2’de verilmiştir.

Tablo 5: Ana ve Alt Ölçütleri Belirlemede Kullanılan Anket Yapısı.

ÖLÇÜTLER		FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3
ANA ÖLÇÜT	ALT ÖLÇÜTLER			
FİYAT	Satın alınan miktara bağlı fiyat indirimi	x	x	x
	Maliyet	x	x	x
	Tedarikçinin finansal yapısı			
KALİTE	Kalite muayene yöntemleri	x	x	x
	Reddedilen ürün yüzdesi	x	x	x
	TKY ve JIT üretim uygulamalarını takip etme	x	x	x
	Hatasız ürün miktarı			
	Ürün kalitesi			
	Tedarikçinin kaliteyi geliştirme çabası			
TESLİMAT	Zamanında teslimat	x	x	x
	Taşıma maliyeti	x	x	x
	Teslimat zamanındaki esneklik	x	x	x
	Kaliteli teslimat	x	x	x
	Ambalajlı teslimat			
MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ	Müşteri servisi	x	x	x
	Tamir bakım hizmetleri	x	x	x
	Firmanın imajı			



Şekil 2: Tedarikçi Firma Seçimi İçin Kullanılacak Karar Hiyerarşisi

Çalışmanın ilk aşamasında BAHF yöntemi uygulanmıştır. Otomotiv sektöründe en uygun tedarikçi firmanın belirlenmesi probleminde, problemin çözümüne ana ölçütlerin birbirleriyle karşılaştırmaları ile başlanıp ikinci adım olarak da alt ölçütler düzeyinde karşılaştırmalar yapılmıştır. Matrislerdeki değerler Tablo 6’da olduğu gibi bulanık önem derecelerine göre üçgensel sayılar haline getirilerek bulanıklaştırılmıştır. Ana ölçütler için elde edilen bulanık ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki tabloda olduğu gibidir.

Tablo 6: Ana ölçütler için bulanık ikili karşılaştırma matrisi

En Uygun Tedarikçi Firmanın Belirlenmesi	Fiyat	Kalite	Teslimat	Müşteri Memnuniyeti
Fiyat	1,1,1	1/6,1/5,1/4	1/4,1/3,1/2	4,5,6
Kalite	4,5,6	1,1,1	1,1,1	6,7,8
Teslimat	2,3,4	1,1,1	1,1,1	6,7,8
Müşteri Memnuniyeti	1/6,1/5,1/4	1/8,1/7,1/6	1/8,1/7,1/6	1,1,1

Ana ölçütlerin ikili karşılaştırmalarından sonra BAHP adımları uygulanarak sonuç elde edilir. Çalışmanın ilk aşamasının ilk adımında; genişletilmiş analiz yöntemi adımları uygulandığında, i. nesne için bulanık büyüklük değeri şu şekilde hesaplanır;

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (25)$$

S_i = i. amacın sentez değeri, $M_{g_i}^j$ = her bir amaca yönelik genişletilmiş değer.

$$\begin{aligned} S_F &= (5,42; 6,53; 7,75) \otimes \left(\frac{1}{39,33}; \frac{1}{34,02}; \frac{1}{28,83} \right) \\ &= (0,138; 0,192; 0,269) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_K &= (12; 14; 16) \otimes \left(\frac{1}{39,33}; \frac{1}{34,02}; \frac{1}{28,83} \right) \\ &= (0,305; 0,412; 0,555) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_T &= (10; 12; 14) \otimes \left(\frac{1}{39,33}; \frac{1}{34,02}; \frac{1}{28,83} \right) \\ &= (0,254; 0,353; 0,486) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_M &= (1,42; 1,49; 1,58) \otimes \left(\frac{1}{39,33}; \frac{1}{34,02}; \frac{1}{28,83} \right) \\ &= (0,036; 0,044; 0,055) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) \\ &= \left\{ \begin{array}{l} 1, \text{ eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0, \text{ eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \text{ diğer durumlarda} \end{array} \right\} \quad (26) \end{aligned}$$

Çalışmanın ilk aşamasının ikinci adımında; bulanık değerler hesaplandıktan sonra, bu değerler birbirleriyle karşılaştırılarak,

seçeneklerin ve ölçütlerin “V” olabilirlik değerleri Tablo 7’deki gibi elde edilmiştir.

Tablo 7: Seçenek ve ölçütlerin olabilirlik değerleri

$V(S_F \geq S_K)$	0,000	$V(S_K \geq S_F)$	1,000	$V(S_T \geq S_F)$	1,000	$V(S_M \geq S_F)$	0,000
$V(S_F \geq S_T)$	0,085	$V(S_K \geq S_T)$	1,000	$V(S_T \geq S_K)$	0,754	$V(S_M \geq S_K)$	0,000
$V(S_F \geq S_M)$	1,000	$V(S_K \geq S_M)$	1,000	$V(S_T \geq S_M)$	1,000	$V(S_M \geq S_T)$	0,000

Çalışmanın ilk aşamasının üçüncü adımında; Ağırlık Vektörü A_i ($i = 1,2,3,\dots,n$)’nin n elemandan oluştuğu şu şekilde ifade edilir; $W' = (0; 1; 0,754; 0)^T$

Çalışmanın ilk aşamasının dördüncü adımında; normalizasyon ile normalize edilmiş ağırlık vektörü W elde edilir ve burada W bir bulanık sayı değildir; $W = (0; 0,570; 0,430; 0)^T$

Çalışmanın ilk aşamasının beşinci adımında; fiyat, kalite, teslimat ve müşteri memnuniyeti ana ölçütlerinin alt ölçütleri ile kendi içerisindeki karşılaştırma matrisleri incelenmiştir.

Tablo 8: Fiyat ve Kalite için bulanık karşılaştırma matrisi

Fiyat	F1	F2	Kalite	K1	K2	K3
F1	1,1,1	2,3,4	K1	1,1,1	2,3,4	4,5,6
F2	1/4,1/3,1/2	1,1,1	K2	1/4,1/3,1/2	1,1,1	2,3,4
			K3	1/6,1/5,1/4	1/4,1/3,1/2	1,1,1

Fiyat; $W = (1; 0)^T$

Kalite; $W = (0,822; 0,178; 0)^T$

Tablo 9: Teslimat ve Müşteri Memnuniyeti için bulanık karşılaştırma matrisi

Teslimat	T1	T2	T3	T4	Müşteri Memnuniyeti	M1	M2
T1	1,1,1	2,3,4	3,4,5	3,4,5	M1	1,1,1	3,4,5
T2	1/4,1/3,1/2	1,1,1	2,3,4	2,3,4	M2	1/5,1/4,1/3	1,1,1
T3	1/5,1/4,1/3	1/4,1/3,1/2	1,1,1	1,1,1			
T4	1/5,1/4,1/3	1/4,1/3,1/2	1,1,1	1,1,1			

Teslimat; $W = (0,66; 0,34; 0; 0)^T$

Müşteri Memnuniyeti; $W = (1; 0)^T$

Fiyat, kalite, teslimat ve müşteri memnuniyeti ana ölçütlerinin alt ölçütleri ile kendi içerisindeki karşılaştırma matrisleri incelendikten sonra, bu ana ölçütlerin her bir alt ölçütü için tedarikçi firma alternatifleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 10: F1 ve F2 için bulanık karşılaştırma matrisi

F1	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3	F2	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3
FİRMA 1	1,1,1	1/4,1/3,1/2	1/6,1/5,1/4	FİRMA 1	1,1,1	1/6,1/5,1/4	1/6,1/5,1/4
FİRMA 2	2,3,4	1,1,1	1/4,1/3,1/2	FİRMA 2	4,5,6	1,1,1	1,2,3
FİRMA 3	4,5,6	2,3,4	1,1,1	FİRMA 3	4,5,6	1/3,1/2,1	1,1,1

F1; $W = (0; 0,18; 0,82)^T$

F2; $W = (0; 0,56; 0,44)^T$

Tablo 11: K1, K2 ve K3 için bulanık karşılaştırma matrisi

K1	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3		K2	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3
FİRMA 1	1,1,1	4,5,6	8,9,9		FİRMA 1	1,1,1	1,2,3	1,2,3
FİRMA 2	1/6,1/5,1/4	1,1,1	1,2,3		FİRMA 2	1/3,1/2,1	1,1,1	1/3,1/2,1
FİRMA 3	1/9,1/9,1/8	1/3,1/2,1	1,1,1		FİRMA 3	1/3,1/2,1	1,2,3	1,1,1
K3	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3					
FİRMA 1	1,1,1	4,5,6	4,5,6					
FİRMA 2	1/6,1/5,1/4	1,1,1	1,2,3					
FİRMA 3	1/6,1/5,1/4	1/3,1/2,1	1,1,1					

K1; $W = (1; 0; 0)^T$

K2; $W = (0,45; 0,20; 0,35)^T$

K3; $W = (0,71; 0; 0,29)^T$

Tablo 12. Fiyat ve Kalite için önem ağırlıkları

FİYAT	F1	F2	Önem Ağırlıkları		KALİTE	K1	K2	K3	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	1	0			Ağırlık	0,822	0,178	0	
Tedarikçi					Tedarikçi				
FİRMA 1	0	0	0		FİRMA 1	1	0,45	0,7	0,9021
FİRMA 2	0,18	0,56	0,18		FİRMA 2	0	0,2	0	0,0356
FİRMA 3	0,82	0,44	0,82		FİRMA 3	0	0,35	0,3	0,0623

Tablo 13. T1 ve T2 için bulanık karşılaştırma matrisi

T1	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3	T2	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3
FİRMA 1	1,1,1	1/5,1/4,1/3	1/3,1/2,1	FİRMA 1	1,1,1	2,3,4	3,4,5
FİRMA 2	3,4,5	1,1,1	3,4,5	FİRMA 2	1/4,1/3,1/2	1,1,1	1,2,3
FİRMA 3	1,2,3	1/5,1/4,1/3	1,1,1	FİRMA 3	1/5,1/4,1/3	1/3,1/2,1	1,1,1

T1; $W = (0; 1; 0)^T$

T2; $W = (0,89; 0,11; 0)^T$

Tablo 14. T3 ve T4 için bulanık karşılaştırma matrisi

T3	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3	T4	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3
FİRMA 1	1,1,1	1,1,1	1/4,1/3,1/2	FİRMA 1	1,1,1	1,1,1	1/4,1/3,1/2
FİRMA 2	1,1,1	1,1,1	1/4,1/3,1/2	FİRMA 2	1,1,1	1,1,1	1/4,1/3,1/2
FİRMA 3	2,3,4	2,3,4	1,1,1	FİRMA 3	2,3,4	2,3,4	1,1,1

T3; $W = (0; 0; 1)^T$

T4; $W = (0; 0; 1)^T$

Tablo 15. M1 ve M2 için bulanık karşılaştırma matrisi

M1	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3	M2	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3
FİRMA 1	1,1,1	1,1,1	1,2,3	FİRMA 1	1,1,1	1/5,1/4,1/3	1/4,1/3,1/2
FİRMA 2	1,1,1	1,1,1	2,3,4	FİRMA 2	3,4,5	1,1,1	1,2,3
FİRMA 3	1/3,1/2,1	1/4,1/3,1/2	1,1,1	FİRMA 3	2,3,4	1/3,1/2,1	1,1,1

M1; $W = (0,43; 0,57; 0)^T$

M2; $W = (0; 0,72; 0,28)^T$

Tablo 16. Teslimat ve Müşteri için önem ağırlıkları

TESLİMAT	T1	T2	T3	T4	Önem Ağırlıkları	MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ	M1	M2	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,66	0,34	0	0		Ağırlık	1	0	
Tedarikçi						Tedarikçi			
FİRMA 1	0	0,89	0	0	0,3026	FİRMA 1	0,43	0	0,43
FİRMA 2	1	0,11	0	0	0,6974	FİRMA 2	0,57	0,72	0,57
FİRMA 3	0	0	1	1	0	FİRMA 3	0	0,28	0

Son olarak karşılaştırma matrislerinden elde edilen veriler doğrultusunda fiyat, kalite, teslimat ve müşteri memnuniyeti ana ölçütlerinin önem ağırlıklarına göre alternatiflerin önem ağırlıkları Tablo 17’de hesaplanmıştır.

Tablo 17. Ana ölçütlerin önem ağırlıklarının hesaplanması

	Fiyat	Kalite	Teslimat	Müşteri Memnuniyeti	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0	0,57	0,43	0	
Tedarikçi					
FİRMA 1	0	0,9021	0,3026	0,43	0,6443
FİRMA 2	0,18	0,0356	0,6974	0,57	0,3202
FİRMA 3	0,82	0,0623	0	0	0,0355

Otomotiv sektöründe en uygun tedarikçi firmanın belirlenmesi problemi BAHP yöntemi ile çözüldüğünde sıralamanın Tablo 17’de görüldüğü gibi, Firma 1 % 64 ile ilk sırada yer alırken Firma 2 % 32 ile ikinci sırada, Firma 3 ise % 4 ile üçüncü sırada yer almaktadır.

Çalışmanın ikinci aşamasında AHP yöntemi ile karar verilmiştir. Otomotiv sektöründe en uygun tedarikçi firmanın belirlenmesi probleminde, problemin çözümüne AHP yöntemi kullanılarak ana ölçütlerin birbirleriyle karşılaştırmaları ile başlanıp ikinci adım

olarak da alt ölçütler düzeyinde karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu yöntem için de Expert Choice Trial 11.5 paket programı kullanılmıştır. Tablo 18’de ana ölçütler için ikili karşılaştırma matrisi yer almaktadır.

Tablo 18: Ana ölçütler için ikili karşılaştırma matrisi

En Uygun Tedarikçi Firmanın Belirlenmesi	Fiyat	Kalite	Teslimat	Müşteri Memnuniyeti
Fiyat	1	1/5	1/3	5
Kalite	5	1	1	7
Teslimat	3	1	1	7
Müşteri Memnuniyeti	1/5	1/7	1/7	1

Ana ölçütlerin tedarikçi firma seçimine olan etkisinin Expert Choice programındaki sonuçlarına göre; kalite; 0,44, teslimat; 0,37, fiyat; 0,14, müşteri memnuniyeti; 0,05 ve tutarsızlık oranı; 0,06 dır. Tedarikçi seçimine etki eden en önemli ölçüt kalite’dir. Bu ölçütü sırasıyla teslimat, fiyat, müşteri memnuniyeti ana ölçütleri izlemektedir. Fiyat, kalite, teslimat ve müşteri memnuniyeti ana ölçütlerinin alt ölçütleri ile kendi içerisindeki karşılaştırma matrisleri ve bu matrislere yönelik hesaplamalar Tablo 19’da görülmektedir.

Tablo 19. Fiyat, Kalite, Teslimat ve Müşteri Memnuniyeti için alt ölçüt karşılaştırma matrisi

Fiyat	F1	F2	Kalite			Teslimat	T1	T2	T3	T4	Müşteri Memnuniyeti	
			K1	K2	K3						M1	M2

Fiyat, kalite, teslimat ve müşteri memnuniyeti ana ölçütlerinin alt ölçütleri ile kendi içerisindeki karşılaştırma matrisleri incelendikten sonra, bu ana ölçütlerin her bir alt ölçütü için tedarikçi firma alternatifleri karşılaştırılmıştır.

Tablo 20. F1 ve F2 alt ölçütleri için karşılaştırma matrisi

F1	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3	F2	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3
FİRMA 1	1	1/3	1/5	FİRMA 1	1	1/5	1/5
FİRMA 2	3	1	1/3	FİRMA 2	5	1	2
FİRMA 3	5	3	1	FİRMA 3	5	1/2	1

Tablo 21. K1, K2 ve K3 alt ölçütleri için karşılaştırma matrisi

K1	FİRMA A 1	FİRMA A 2	FİRMA A 3	K2	FİRMA A 1	FİRMA A 2	FİRMA A 3	K3	FİRMA A 1	FİRMA A 2	FİRMA A 3
FİRMA A 1	1	5	9	FİRMA A 1	1	2	2	FİRMA A 1	1	5	5
FİRMA A 2	1/5	1	2	FİRMA A 2	1/2	1	1/2	FİRMA A 2	1/5	1	2
FİRMA A 3	1/9	1/2	1	FİRMA A 3	1/2	2	1	FİRMA A 3	1/5	1/2	1

Tablo 22. Fiyat ve Kalite için önem ağırlıkları

FİYAT	F1	F2	Önem Ağırlıkları	KALİTE	K1	K2	K3	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,75	0,25		Ağırlık	0,637	0,258	0,15	
Tedarikçi				Tedarikçi				
FİRMA 1	0,105	0,089	0,101	FİRMA 1	0,76	0,493	0,71	0,686
FİRMA 2	0,258	0,559	0,333	FİRMA 2	0,158	0,196	0,18	0,17
FİRMA 3	0,637	0,352	0,566	FİRMA 3	0,082	0,311	0,11	0,144

Tablo 23. T1 ve T2 alt ölçütleri için karşılaştırma matrisi

T1	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3	T2	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3
FİRMA 1	1	1/4	1/2	FİRMA 1	1	3	4
FİRMA 2	4	1	4	FİRMA 2	1/3	1	2
FİRMA 3	2	1/4	1	FİRMA 3	1/4	1/2	1

Tablo 24. T3 ve T4 alt ölçütleri için karşılaştırma matrisi

T3	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3	T4	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3
FİRMA 1	1	1	1/3	FİRMA 1	1	1	1/3
FİRMA 2	1	1	1/3	FİRMA 2	1	1	1/3
FİRMA 3	3	3	1	FİRMA 3	3	3	1

Tablo 25. M1 ve M2 alt ölçütleri için karşılaştırma matrisi

M1	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3	M2	FİRMA 1	FİRMA 2	FİRMA 3
FİRMA 1	1	1	2	FİRMA 1	1	1/4	1/3
FİRMA 2	1	1	3	FİRMA 2	4	1	2
FİRMA 3	1/2	1/3	1	FİRMA 3	3	1/2	1

Tablo 26. Müşteri için önem ağırlıkları

TESLİMA T	T1	T2	T3	T4	Önem Ağırlıkları	MÜŞTERİ MEMNUNİYE Tİ	M1	M2	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,528	0,262	0,105	0,105		Ağırlık	0,8	0,2	
Tedarikçi						Tedarikçi			
FİRMA 1	0,131	0,626	0,2	0,2	0,276	FİRMA 1	0,388	0,122	0,335
FİRMA 2	0,661	0,238	0,2	0,2	0,453	FİRMA 2	0,443	0,558	0,466
FİRMA 3	0,208	0,136	0,6	0,6	0,271	FİRMA 3	0,169	0,32	0,199

Son olarak karşılaştırma matrislerinden elde edilen veriler doğrultusunda fiyat, kalite, teslimat ve müşteri memnuniyeti ana ölçütlerinin önem ağırlıkları Tablo 27’de hesaplanmıştır.

Tablo 27. Ana ölçütlerin önem ağırlıklarının hesaplanması

	Fiyat	Kalite	Teslimat	Müşteri Memnuniyeti	Önem Ağırlıkları
Ağırlık	0,14	0,441	0,374	0,046	
Tedarikçi					
FİRMA 1	0,101	0,686	0,276	0,335	0,435
FİRMA 2	0,333	0,17	0,453	0,466	0,312
FİRMA 3	0,566	0,144	0,271	0,199	0,253

Otomotiv sektöründe en uygun tedarikçi firmanın belirlenmesi problemi AHP yöntemi ile çözüldüğünde sıralamanın Tablo 27’de görüldüğü gibi, Firma 1 % 43,5 ile ilk sırada yer alırken Firma 2 % 31,2 ile ikinci sırada, Firma 3 ise % 25,3 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Problemin genel tutarsızlık oranı % 6 çıkmıştır. Bu oran % 10 sınırının altında kaldığı için hesaplamaların tutarlı olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında; TOPSİS yöntemi ile karar çözümlemesi yapılmıştır. TOPSİS Yönteminde ilgili işlem adımlarının daha kolay yapılabilmesi için Excel tabloları ve denklemleri kullanılmıştır. Çalışmanın üçüncü aşamasının birinci adımında; karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulmuştur. Ana faktörlere ilişkin ağırlıklar ise BAHF yöntemi sonucu elde edilen ağırlıklar ($W_1 = 0$; $W_2 = 0,570$; $W_3 = 0,430$; $W_4 = 0$) şeklinde belirlenmiştir.

Tablo 28. Karar Matrisi

A_{ij}	Fiyat	Kalite	Teslimat	Müşteri Memnuniyeti
FİRMA 1	0	0,9021	0,3026	0,43
FİRMA 2	0,18	0,0356	0,6974	0,57
FİRMA 3	0,82	0,0623	0	0
Ağırlık	0	0,57	0,43	0

Çalışmanın üçüncü aşamasının ikinci adımında; standart karar matrisi (R) oluşturulmuştur. Benzer şekilde diğer r_{ij} değerleri hesaplanarak aşağıda verilen Tablo 29’da R matrisi oluşturulmuştur.

$$r_{11} = \frac{0}{\sqrt{0^2 + 0,18^2 + 0,82^2}} = 0$$

Tablo 29. Standart Karar Matrisi

R matrisi	Fiyat	Kalite	Teslimat	Müşteri Memnuniyeti
FİRMA 1	0	0,997	0,398	0,602
FİRMA 2	0,214	0,039	0,917	0,798
FİRMA 3	0,977	0,069	0	0

Çalışmanın üçüncü aşamasının üçüncü adımında; ağırlıklı standart karar matrisi (V) oluşturulmuştur. Bu adımda R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili W_i değeri ile çarpılarak V matrisi elde edilmiştir. V matrisi Tablo 30’da görüldüğü gibidir.

Tablo 30. Ağırlıklı Standart Karar Matrisi

V matrisi	Fiyat	Kalite	Teslimat	Müşteri Memnuniyeti
FİRMA 1	0	0,568	0,171	0
FİRMA 2	0	0,022	0,394	0
FİRMA 3	0	0,039	0	0

Çalışmanın üçüncü aşamasının dördüncü adımında; ideal A^* ve negatif ideal A^- çözümleri oluşturulmuştur. İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. İdeal ve negatif ideal çözüm seti Tablo 31’de görüldüğü gibi oluşturulmuştur.

Tablo 31. İdeal ve Negatif İdeal Çözümler

A_{\max}	0,000	0,568	0,394	0,000
A_{\min}	0,000	0,022	0,000	0,000

Çalışmanın üçüncü aşamasının beşinci adımında; ayırım ölçüleri hesaplanmıştır. İdeal ayırım ölçüleri $S_1^* = 0,223$, $S_2^* = 0,546$, $S_3^* = 0,660$ olarak elde edilmiştir. Negatif ideal ayırım ölçüleri $S_1^- = 0,572$, $S_2^- = 0,394$, $S_3^- = 0,017$ olarak hesaplanmıştır.

Çalışmanın üçüncü aşamasının altıncı adımında; ideal çözüme görelilik hesaplanmıştır. Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer alır ve $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir. Hesaplanan C_i^* değerlerinden 1'e daha yakın olan değer seçilir. C_i^* değerlerinden ise 0'a daha yakın olan değer seçilir.

Tablo 32: İdeal Çözüme Görelilik Yakınlık Hesaplamaları

Denklem (2.19) ile hesaplanan C_i^* değerleri	Denklem (2.20) ile hesaplanan C_i^* değerleri
$C1^* = 0,572/(0,572+0,223) = 0,719$	$C1^* = 0,223/(0,223+0,572) = 0,281$
$C2^* = 0,394/(0,394+0,546) = 0,419$	$C2^* = 0,546/(0,546+0,394) = 0,581$
$C3^* = 0,017/(0,017+0,660) = 0,025$	$C3^* = 0,660/(0,660+0,017) = 0,025$

Hesaplamalardan da görüldüğü gibi 1'e daha yakın olan değer $C_1^* = 0,719$ olarak bulunmuştur. Hesaplamalardan da görüldüğü gibi 0'a daha yakın olan değer $C_1^* = 0,281$ olarak bulunmuştur. Sonuç olarak 1'e daha yakın olarak hesaplanan $C_1^* = 0,719$ değeri ile 0'a daha yakın olarak hesaplanan $C_1^* = 0,281$ değerinin toplamı 1 olmalıdır. İdeal çözüme görelilik yakınlığın hesabından anlaşılacağı gibi TOPSIS yöntemi için karar noktalarının önem sırasının; Firma 1 > Firma 2 > Firma 3 şeklinde olacağı görülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında tedarik zinciri yönetiminde önemli bir problem olan tedarikçi seçimi üzerine odaklanılmıştır. Çalışma iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada otomotiv sektöründe tedarikçi seçiminde dikkat edilmesi gereken önemli ölçütler firmalarda anket çalışması yapılarak belirlenmiştir. İkinci aşamada ise, mevcut olan ve aday olan tedarikçiler çok ölçütlü yapıda değerlendirilerek göreceli olarak sıralanmıştır. Tedarikçilerin seçilmesi ile ilgili mevcut bilgiler genellikle belirsiz ve değişkendir. Bunun sonucunda da tedarikçiler konusunda karar verme oldukça karmaşık hale gelmektedir. Belirlenen ölçütler için en uygun tedarikçilerin seçiminde Bulanık Analitik Hiyerarşi Sürecinden yararlanılmıştır. Ayrıca tedarikçilerin öncelik sıralamalarının belirlenmesinde çok ölçütlü bir yaklaşım olan TOPSIS ve AHP yönteminden de yararlanılarak farklı bir bakış açısı sağlanmıştır. Yapılan çalışmada, AHP-BAHP tekniği kullanılarak tasarlanan tedarikçi seçimi modeli, ilgili işletme için tedarikçileri, karar verici açısından önemli ölçütler temelinde kıyaslama imkanı vermiş ve sonuçta ilgili ölçütlere göre tedarikçiler önceliklerine göre sıralanmıştır. AHP tekniği ile elde edilen sonuç matrisinden hareketle önceliği en yüksek olan firma ilgili parça için işletmeye tedarikçi olarak seçilebilir. Çalışmada, literatürde sıkça kullanılan ve karar vericiler tarafından kolayca anlaşılabilen AHP yöntemi ile de sıralama yapılmış ve ideal çözümden en yakın uzaklığa dayanan TOPSIS yöntemi birlikte kullanılmıştır. Böylece farklı yöntemler kullanılarak tedarikçi sıralaması yapılmış ve Tablo 33'de gösterilmiştir.

Tablo 33: Yöntemlerden elde edilen sonuçlar

Tedarikçiler	BAHP	AHP	TOPSIS
FİRMA 1	0,644	0,435	0,719
FİRMA 2	0,320	0,312	0,419
FİRMA 3	0,036	0,253	0,025

Bu sonuçlara göre üç farklı yöntem ile de en iyi tedarikçi sıralaması Firma 1, Firma 2 ve Firma 3 çıkmıştır. Dünyada ekonomik, kültürel, teknolojik, siyasal ve sosyal alanda yaşanan hızlı değişimin etkileri yönetim alanında da kendini göstermektedir. Artık günümüz dünyasında işletmelerin tek tek rekabetçi kavramı yerine yer aldıkları tedarik zincirinin bütününe oluşturduğu rekabet ortamı oluşmaktadır. Tedarik zincirini oluşturan üyelerin birbirinden bağımsız olarak değerlendirilemeyen takım oyuncuları oldukları unutulmamalı, eş zamanlı çalışmaları sağlanmalıdır. Çünkü üretilen son ürün sadece satışı gerçekleştiren firmanın değil, tedarikçinin de ürünüdür. Bir tedarikçinin, firmanın talebi olan malzemenin sevkiyatını geç yapması veya kusurlu malı firmaya göndermesi zincirin diğer tüm fonksiyonlarını etkisiz kılmaktadır. Bu nedenle tedarikçi seçimi tedarik zincirinin sağlıklı bir şekilde sürecini devam ettirebilmesi için gereklidir.

KAYNAKLAR

- [1] Akal Z., İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi – Çok Yönlü Performans Göstergeleri, Milli Produktivite Merkezi, 2000, 21(2), 108-115.
- [2] Baynal K., Yüzügüllü E., Tedarik Zinciri Yönetiminde Analitik Ağ Süreci ile Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 2013, 42(1), 77-92.
- [3] Chang C.H., Evaluating Weapon Systems Using Ranking Fuzzy Numbers, Fuzzy Sets and Systems, 1996, 107(1), 25-35.
- [4] Chen, X., Hiller, M., Sancak, Y., Fuller, M.T. (2005). Supporting Online Material, 2005, Science 310(5749): 869-872.
- [5] Dağdeviren M., Eren T., Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2001, 16(1-2), 41-52.
- [6] [Dickson G.W.](#), An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions, [Journal of Purchasing](#) 1996, 2(1), 15-17.
- [7] Erik D., Firmaların Başarı Kriterlerinin Tanımlanması ve Çalışanların Memnuniyeti Kriterinin Bulanık Mantık Yöntemi ile Ölçülmesi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2005, 3(2), 131-142.
- [8] Fazlollahtabar, H., Mahdavi, I., Ashoori, M.T., Kaviani, S., Mahdavi-Amiri, N., (2011), A multi-objective decision-making process of supplier selection and order allocation for multi-period scheduling in an electronic market, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 52, p.1039-1052.
- [9] Ghodspour, S.H. ve O'Brien, C. (1998), "A Decision Support System for Supplier Selection Using An Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming", Int. J. Production Economics 56-57 (1998) 199-212.

- [10] Güner, H., (2005), Bulanık AHP ve bir işletme için tedarikçi seçimi problemine uygulanması, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 133
- [11] Hadi-Vencheh, A., Mohamadghasemi, A., A fuzzy AHP-DEA approach for multiple criteria ABC inventory classification, *Expert Systems with Applications*, Vol. 38, pp. 3346–3352, 2011.
- [12] Ho, W., (2008), Integrated analytic hierarchy process and its applications-A literature review, *European Journal of Operational Research*, 186, p.211-228.
- [13] Ho, W., Xu, X., Dey, P.K., (2010), Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: a literature review, *European journal of Operational Research*, 202(1), p.16-24.
- [14] Junior F.R.L., Osiro L., Carpinette L.C.R., A Comparison between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods to Supplier Selection, *Applied Soft Computing*, DOI: 10.1016/j.asoc.2014.03.014.
- [15] Keçeci U., Tedarikçi Seçim Probleminde Analitik Ağ Süreci , Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2006, 180226.
- [16] Kılıç A., Aygün S., Aydın Keskin G., Baynal K., (2014) Çok kriterli ABC analizi problemine farklı bir bakış açısı: Bulanık Analitik Hiyerarşisi Prosesi-İdeal çözüme yakınlığa göre tercih sıralama tekniği, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, Cilt 20, Sayı 5, 2014, Sayfalar 179-188.
- [17] Kokangül, A., Susuz, Z., (2009), Integrated analytical hierarchy process and mathematical programming to supplier selection problem with quantity discount, *Applied Mathematical Modelling*, 33(3), p.1417-1429.
- [18] Lin, M.-C., Wang, C.-C., Chen, M.-S., Alec Chang, C., (2008), Using AHP and TOPSIS approaches in customer-driven product design process, *Computers in Industry*, 59, p.17-31.

- [19] Madumjar, A., Sarkar, B., Madumjar, P.K., (2005), Determination of quality value of cotton fibre using hybrid AHP-TOPSIS method of multi-criteria decision-making, 96(5), p.303-309.
- [20] Öz E., Baykoç Ö.F., Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı, Gazi Üniversitesi Mimarlık Mühendislik Fakültesi Dergisi, 2004, 19(3), 275-286.
- [21] Özdemir A., Tedarikçi Seçiminde Karar Modelleri ve Bir Uygulama Denemesi, Doktora Tezi, Anadolu
- [22] Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2007, 210020.
- [23] Saaty, T.L., (1990), How to make a decision: the analytic hierarchy process, European Journal of Operational Research, 48, p.9-26.
- [24] Saaty, T.L., Niemira, M.P., (2006), A framework for making a better decision, Research Review, 13(1).
- [25] Saaty, T.L., (2008), Decision making with the analytic hierarchy process, International Journal of Services Sciences, 1(1), p.83-98.
- [26] Shyjith, K., Ilangkumaran, M., Kumanan, S., (2008), Multi-criteria decision-making approach to evaluate optimum maintenance strategy in textile industry, Journal of Quality in Maintenance Engineering, 14(4), p.375-386.
- [27] Sipahioğlu, A., (2008), Analitik hiyerarşi süreci (AHP) ders notları, Osman Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü.
- [28] Susuz Z., Analitik Hiyerarşi Prosesine Dayalı Optimum Tedarikçi Seçim Modeli, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2005, 198113.
- [29] Tracey, M., Tan, C.L., Empirical analysis of supplier selection and involvement, customer satisfaction, and firm performance, Supply Chain Management: An International Journal, 2001, 6(4), 174–188.
- [30] Tsaor, S.-H., Chang, T.-Y., Yen, C.-H., (2002), The Evaluation of Airline Service Quality by Fuzzy MCDM, Tourism Management, 23, p.107-115.

- [31] Türer S., Ayvaz B., Bayraktar D., Bolat B., Tedarikçi Değerlendirme Süreci için Yapılan Sinir Ağı Yaklaşımı: Gıda Sektöründe Bir Uygulama, Endüstri Mühendisliği Dergisi,2008, 20(2), 31-40.
- [32] Ustasüleyman, T., (2009) Bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin değerlendirilmesi: AHS- TOPSIS Yöntemi, Bankacılar Dergisi, 69, s.33-43.
- [33] Wang, J.-W., Cheng, C.-H., Kun-Cheng, H., (2009), Fuzzy hierarchical TOPSIS for supplier selection, Applied Soft Computing, 9, p.377-386.
- [34] Wang Y.M., Chin K.S., A Linear Goal Programming Priority Method for Fuzzy Analytic Hierarchy Process and Its Applications in New Product Screening, International Journal of Approximate Reasoning, 2008, 49(2), 451-465.
- [35] Yurdakul, M., İç, Y.T., (2005), Development of a performance measurement model for manufacturing companies using the AHP and TOPSIS approaches, International Journal of Production Research, 43(21), p.4609-4641.