

ICCSOR

# Journal of Applied and Theoretical Social Sciences

ISSN:2687-5861

JATSS, 2022; 4(1), .114-132

*First Submission:28.01.2022*

*Revised Submission After Review:01.03.2022*

*Accepted For Publication:18.03.2022*

*Available Online Since:31.03.2022*

## Research Article

### Evaluation of Cost Drivers with Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods

Zafer Duran <sup>1</sup> & Ömer Burak Paksoy<sup>2</sup>

#### Abstract

Cost drivers are tools used to allocate production overheads to products or services. Although these tools vary according to the nature of the activity performed, they guide managers in determining the costs of products or services. Despite this strategic role, they are used in most businesses with intuitive approaches. This attitude causes erroneous results in cost calculations, making it difficult to manage production costs effectively.

The aim of this study is to evaluate the cost drivers used in the calculation of production costs with scientific approaches and to make suggestions to the practitioners. For this purpose, cost drivers were evaluated by using AHP and TOPSIS methods, which are multi-criteria decision making methods, with an integrated approach, and suggestions were made for practitioners to overcome these difficulties. In the evaluation process, the criteria used in determining the cost drivers were AHP, and the TOPSIS method was used in the ranking of the cost drivers To minimize the subjective effects of the data used in the research, AHP and TOPSIS methods are integrated with fuzzy set theory.

As a result of the analyzes made, it has been determined that the most effective criterion in the selection of cost drivers is the performance improvement criterion, while the other criteria, which are followed by the criteria of suitability for activity, being understandable and being related to the cost, have a very low effect. However, it has been seen that the most appropriate cost distribution key for the company is the general overhead costs.

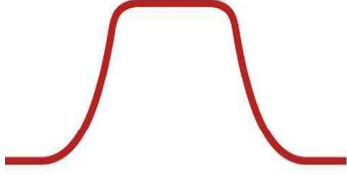
**Keywords:** Cost and Management Accounting, Cost Drivers, Multi-Criteria Decision Making Methods, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS

**JEL Codes:** M41, M49, D29, D79, D81

---

<sup>1</sup> Lecturer Dr., Alanya Alaaddin Keykubat University Gazipaşa MRB Vocational School, Department of Management and Organization, Antalya/Turkey, [zafer.duran@alanya.edu.tr](mailto:zafer.duran@alanya.edu.tr), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7227-4196>

<sup>2</sup> Lecturer Dr., Alanya Alaaddin Keykubat University Gazipaşa MRB Vocational School, Department of Management and Organization, Antalya/Turkey, [omer.paksoy@alanya.edu.tr](mailto:omer.paksoy@alanya.edu.tr), ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1273-5915>. (Corresponding Author)



ICCSOR

# Journal of Applied and Theoretical Social Sciences

ISSN:2687-5861

JATSS, 2022; 4(1), 114-132

*İlk Başvuru:28.01.2022*

*Düzeltilmiş Makalenin Alınışı:01.03.2022*

*Yayın İçin Kabul Tarihi:18.03.2022*

*Online Yayın Tarihi:31.03.2022*

## *Araştırma Makalesi*

### **Maliyet Dağıtım Anahtarlarının Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemleriyle Değerlendirilmesi**

**Zafer Duran<sup>1</sup> & Ömer Burak Paksoy<sup>2</sup>**

#### **Öz**

Maliyet dağıtım anahtarları, genel üretim giderlerinin ürün veya hizmetlere dağıtılmasında kullanılan araçlardır. Bu araçlar, gerçekleştirilen faaliyetin niteliğine göre çeşitlenmekle birlikte ürün ya da hizmetlerin maliyetlerinin belirlenmesinde yöneticilere rehberlik etmektedir. Üstlendikleri bu stratejik role rağmen çoğu işletmede sezgisel yaklaşımlarla kullanılmaktadır. Bu tutum, maliyet hesaplamalarında hatalı sonuçların ortaya çıkmasına neden olarak üretim maliyetlerinin etkin bir şekilde yönetilmesini zorlaştırmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, üretim maliyetlerinin hesaplanmasında kullanılan maliyet dağıtım anahtarlarını bilimsel yaklaşımlarla değerlendirerek uygulayıcılara önerilerde bulunmaktır. Bu amaç doğrultusunda araştırmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri bütünlük bir yaklaşımla kullanılarak maliyet dağıtım anahtarları değerlendirilmiş ve uygulayıcıların bu zorlukların üstesinden gelebilmeleri için önerilerde bulunulmuştur. Söz konusu değerlendirme işleminde maliyet dağıtım anahtarlarının belirlenmesinde kullanılan kriterler AHP, maliyet dağıtım anahtarlarının sıralanmasında ise TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan verilerin subjektif etkilerini en aza indirebilmek adına da AHP ve TOPSIS yöntemleri bulanık küme teorisi ile entegre edilmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, maliyet dağıtım anahtarlarının seçiminde en etkili kriterin performans geliştirme kriteri olduğu, bu kriteri sırasıyla faaliyete uygunluk, anlaşılır olma ve maliyetle ilişkili olma kriterlerinin izlediği diğer kriterlerin ise oldukça düşük etkiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Bununla birlikte uygulamanın gerçekleştirildiği işletme için en uygun maliyet dağıtım anahtarının genel üretim giderleri olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Maliyet ve Yönetim Muhasebesi, Maliyet Dağıtım Anahtarları, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS

**JEL Kodlar:** M41, M49, D29, D79, D81

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Gazipaşa MRB MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Antalya/Türkiye, [zafer.duran@alanya.edu.tr](mailto:zafer.duran@alanya.edu.tr),  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7227-4196>

<sup>2</sup> Öğr. Gör. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Gazipaşa MRB MYO, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Antalya/Türkiye, [omer.paksoy@alanya.edu.tr](mailto:omer.paksoy@alanya.edu.tr),  
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1273-5915>. (Sorumlu Yazar)

## 1. Giriş<sup>1</sup>

Günümüzde teknolojik gelişmeler ve küreselleşme ile birlikte piyasalarda tam rekabet koşulları hâkim duruma gelmiştir. Çok sayıda satıcının ve alıcının bulunduğu ve hiçbir işletmenin ürün/hizmet fiyatlarını kontrol edemediği veya yönlendiremediği bu piyasa şartlarında ürün/hizmet satış fiyatları genellikle piyasa tarafından belirlenmektedir. Dolayısıyla elde edilecek kâr, maliyetlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle maliyet yönetimi ve kontrolü, yoğun rekabet koşullarında işletme faaliyetlerinin başarılı bir şekilde yürütülmesi açısından oldukça önem arz etmektedir (Özçalıcı ve Kaya, 2019: 3036).

1980'li yılların başlarından itibaren üretimde otomasyon ve entegrasyon sistemlerinin gelişmesiyle üretim sistemlerinde ve maliyet yapılarında karmaşıklaşma meydana gelmiştir. Üretim maliyetlerini oluşturan unsurlardan biri olan direkt işçilik payı azalmış ve genel üretim giderlerinin payı da aynı oranda artış göstermiştir (Arzova, 2002: 3). Böylece, genel üretim giderlerinin ürün/hizmetlere yüklenmesinde kullanılan dağıtım yöntemleri ve maliyet dağıtım anahtarlarının belirlenmesi çok önemli bir konu hâline gelmiştir. Maliyet dağıtım anahtarı, ürün/hizmet ile maliyetler arasındaki neden-sonuç ilişkisini açıklayarak maliyetlerdeki değişimleri açıklayan faktörler şeklinde tanımlanabilir (Can vd., 2018: 364). Faaliyetlerin maliyetini tüketim bakış açısına göre hesaplama kavramının ortaya çıkmasından bu yana, maliyet dağıtım anahtarları ile ilgili yapılan birçok tanımlama benzerlik göstermektedir. Bir maliyet dağıtım anahtarının stratejik amacının maliyet düzeyinde bir değişikliğe neden olan veya üreten faktör anlamına geldiği literatürde genel kabul görmüş bir tanımlama olarak karşımıza çıkmaktadır. Maliyet dağıtım anahtarları, faaliyetler ile maliyetler arasında nedensel bir ilişkiye sahip ve ölçülebilir olmanın yanı sıra faaliyetler tarafından tüketilen kaynakları açıklayabilme gibi niteliklere de sahip olmalıdır (Cokins ve Căpuşneanu, 2010: 8).

Maliyet dağıtım anahtarı, maliyet davranışını oluşturan en önemli unsurdur. Bu, bir işletmenin daha iyi uzun vadeli stratejik kararlar ve orta vadeli operasyonel kararlar almasına yardımcı olmak için elde edilen bilgilerin uygulanabilirliğini ve doğruluğunu sağlamaktadır. Her iki tür karar da işletmenin kârlılık seviyesini ve gelecek dönemlerdeki başarısını artırabilmektedir (Cokins ve Căpuşneanu, 2010: 16).

İşletmelerde etkin bir maliyet sisteminin kurulabilmesi için maliyet dağıtım anahtarlarının rolü büyüktür. Bu nedenle maliyet dağıtım anahtarlarının doğru olarak seçimi ve kullanılması, maliyet sisteminin etkin olarak işleminde stratejik bir rol oynamaktadır. Ancak çoğu işletmede maliyet dağıtım anahtarları sezgisel yöntemlerle seçilmekte ve aynı anda birden fazla maliyet dağıtım anahtarına ilişkin veri kaydı tutulmaktadır. Bu çalışmada denim kumaş üreten bir işletmede kullanılan maliyet dağıtım anahtarları Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri bir arada kullanılarak değerlendirilmiş ve ilgili işletme başta olmak üzere denim kumaş sektöründe üretim yapan işletmelere çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Çalışma, dört ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, maliyet dağıtım anahtarlarının seçimini etkileyen kriterlere ve maliyet dağıtım anahtarlarının seçimine yönelik yapılan çalışmalara yer verilmiş olup ikinci bölümde çalışmada kullanılan yöntem anlatılmıştır. Üçüncü bölümde araştırmaya konu olan işletmede kullanılan maliyet dağıtım anahtarları, bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemleriyle değerlendirilmiştir. Son bölümde ise, araştırma

---

<sup>1</sup> Veri toplama işlemi öncesinde Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Alanı Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 11/11/2021 tarih ve 2021/08 No'lu onayı doğrultusunda araştırmaya katılan kişilere bilgilendirilmiş onam formu aracılığıyla gerekli bilgiler verilmiş ve araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarına yönelik imzalı beyan alınmıştır.

sonucunda elde edilen bulgular tartışılarak uygulayıcılara ve araştırmacılara çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Literatür İncelemesi

Bir maliyet sisteminin kurulmasında dikkat edilmesi gereken en önemli faktörlerden birisi maliyet dağıtım anahtarlarının uygun şekilde seçilmesi ve sayısının belirlenmesidir. Zira maliyet nesnelere maliyetlerin aktarılmasında maliyet dağıtım anahtarları kullanılır ve bu anahtarların seçiminde birçok nitel ve nicel kriterler göz önüne alınır. Genellikle, dağıtım anahtarları ile maliyetler arasında korelasyonun yüksek olması beklenir. Çünkü korelasyon azaldıkça kullanılacak olan anahtar sayısı artmakta ve böylece ölçüm maliyetlerinin de artmasına neden olmaktadır (Cooper, 1988).

Korelasyon derecesinin yanında maliyet dağıtım anahtarlarının seçimini etkileyen kriterlerinin belirlenmesinde ürünün karmaşıklık derecesi, çeşitliliği, ölçüm maliyetleri ve verilerin yararlılık derecesi gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca anahtarlar seçilirken rasyonel sayıda olmasına da dikkat edilmelidir. Az sayıda dağıtım anahtarlarının seçimi bazı ürünler için fazla maliyetli, bazı ürünler için ise düşük maliyetli olmasına yol açacaktır. Fazla sayıda dağıtım anahtarı seçimi ise verilerin toplanması sırasında ekstra idari çaba ve zaman harcanmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte her maliyet nesnesinin farklı olması (heterojenliği) nedeniyle nesnelere her faaliyet maliyetini nasıl tükettiğini yansıtabilecek yeterli sayıda maliyet anahtarına ihtiyaç duyulmaktadır. Çünkü, faaliyet maliyetleri sayısı ile maliyet dağıtım anahtarları arasında bire bir ilişki bulunmaktadır (Cokins ve Capunneanu, 2010: 9-10; Varila vd., 2007: 186; Homburg, 2001: 204; Geiger, 1999: 33-36; Schniederjans ve Garvin, 1997: 73-74; Levitan ve Gupta, 1996).

Birçok işletme nedensel ilişkilerin bulunmadığı maliyet anahtarlarını kullanan geleneksel yönetim muhasebesi ve maliyet hesaplama yöntemlerini kullandığından dolayı gerçekçi olmayan, yanlış ve hatalı maliyet bilgileri üretebilmektedir. Ancak, 1980'lerin başlarından itibaren maliyet dağıtım anahtarlarının seçimi ve değerlendirilmesinde yeni çağdaş yaklaşımlar ve maliyet hesaplama yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden birisi olan faaliyet tabanlı maliyetleme (FTM), orta ve uzun vadeli kararlara temel oluşturabilecek güvenilir bilgiler üretebilmektedir. FTM'de maliyet dağıtım anahtarları, maliyet nesnelere kaynaklar üzerinde talep oluşturduğu tüketime dayalı faaliyetlerle ilgili endirekt kaynak giderlerini nedensel olarak atamak ve izlemek için kullanılan birimler olarak tanımlanmaktadır. FTM yöntemine göre ürünler faaliyetleri ve faaliyetler ise kaynakları tüketmektedir. Bu nedenle, bir faaliyetin maliyetinde bir değişikliğe neden olan herhangi bir faktör veya bir faaliyetin maliyetinin ne kadarının tüketildiği maliyet anahtarı olarak adlandırılabilir (Cooper ve Kaplan, 1988; Shank ve Govindarajan, 1993; Foster ve Gupta, 1990).

Maliyet dağıtım anahtarlarının seçimi, nitel ve/veya nicel pek çok kriterden etkilenebilmektedir. Bu kriterler gerçekleştirilen üretime göre şekillenmekle birlikte literatürdeki çoğu çalışmada Turney (1992) tarafından önerilen kriterlerin dikkate alındığı görülmektedir. Turney (1992) çalışmasında maliyet dağıtım anahtarlarının seçiminde kullanılacak olan kriterleri aşağıdaki şekilde açıklamaktadır:

- Maliyet dağıtım anahtarının faaliyet türü ile uyum göstermesi
- Maliyet dağıtım anahtarı ile dağıtılacak maliyetler arasındaki korelasyon derecesinin yüksek olması
- Eşsiz maliyet dağıtım anahtarı sayısının düşürülmesi
- Performans gelişimini artırıcı maliyet dağıtım anahtarının seçilmesi
- Ölçüm maliyetleri

- Gelecekteki ölçüm maliyetleri

Bu kriterler, maliyet dağıtım anahtarlarının seçiminde genel kabul görmüş kriterler niteliğindedir.

Literatürde maliyet dağıtım anahtarlarının seçimi ve değerlendirilmesi ile ilgili birçok nitel ve nicel araştırmalar mevcuttur. Genel olarak incelendiğinde bu alanda yapılan çalışmalarda çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS tekniklerinin sıklıkla tercih edildiği gözlemlenmiştir. Performans ölçüm modelleri üzerine yapılan literatür incelemesinde ise herhangi bir zayıflığı olmayan bir modelin bulunmadığı görülmüştür. Bu çalışmada ise modelin daha güvenilir olabilmesi ve verilerdeki subjektif etkilerin en aza indirilebilmesi için AHP ve TOPSIS yöntemlerine bulanık küme teorisi entegre edilmiştir. Bu alanda yapılan bazı çalışmaları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:

Babad ve Balachandran (1993), çalışmalarında faaliyet tabanlı maliyetleme sisteminde maliyet dağıtım anahtarlarının sayısını ve nasıl belirlenmesi gerektiğini bilgi işleme maliyetlerindeki tasarrufları doğruluk kaybıyla dengeleyen bir optimizasyon modeli kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. Tasarlanan model, bir tamsayı programı olarak formüle edilmiş ve bileşik “greedy” algoritması kullanılarak verimli bir şekilde çözümlenmiştir. Çalışmada, faaliyet tabanlı bir maliyet sistemine dahil edilmesi için maliyet dağıtım anahtarlarının seçimi ve optimal sayısı ile ilgili birbiriyle ilişkili iki karar analiz edilmiştir. Maliyet dağıtım anahtarları ile genel üretim giderleri arasındaki korelasyonun yüksek olması veri kalitesinin de yüksek olması beraberinde getirmektedir.

Schwan (1994) ve Harrison vd. (1995), birden fazla maliyet anahtarı kullanmanın ve uygun maliyet anahtarlarının seçiminin faaliyete dayalı maliyetleme ile başlamadığını belirtmektedir. Bununla birlikte, geleneksel maliyetleme sistemlerinin bir eksikliği de hacim tabanlı maliyet anahtarlarının kullanılmasıdır. Schwan (1994)’a göre, optimal maliyet havuzlarının sayısı, maliyet havuzlarının sınıflandırılmasından elde edilen faydalar ve ölçüm maliyetindeki artışlar dikkate alınarak bulunmalıdır. Geiger (1999) ise birbiriyle ilişkili üç seçim kriterini dikkate alarak maliyet etkeni seçimine odaklanmaktadır. Bunlar; davranışsal motivasyon, ölçüm güvenilirliği ve ölçüm maliyetidir. Maliyet anahtarları, tahsis edilecek ekstra bir maliyete neden oldukları için yönetsel tepkiler üzerinde olumlu veya olumsuz bir etkiye sahip olabilirler. Ölçüm maliyetinin amacı, seçim sürecini ekonomik hale getirmek olarak tanımlanır. Ölçüm güvenilirliği, bir maliyet anahtarının bir ürün tarafından kaynakların tüketimini ne kadar iyi açıklayabileceğini tanımlar. Ölçüm güvenilirliği aynı zamanda korelasyonun önemini de açıklar.

Literatürde optimal dağıtım anahtarlarının seçimi ve sayısının belirlenebilmesi için genetik algoritma (genetic algorithm) (Levitan ve Gupta, 1996), sinir ağı (neural network) (Ürkmez vd., 2008), genetik algoritma ve sinir ağı hibrit modeli (genetic algorithm and neural network hybrid) (Kim ve Han, 2003) gibi çeşitli teknikler de uygulanmıştır. Bununla birlikte Ramadan (2015), quasi-knapsack modelini kullanarak belirtilen maliyet bütçesiyle maliyet anahtarlarının seçimini optimize eden bir model geliştirmiştir. Wang vd. (2010) ise lineer regresyon analizi ve maksimum r-kare iyileştirme modeli kullanarak farklı bir seçim yöntemi uygulamışlardır. Ayrıca Schniederjans ve Garvin (1996), Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Sıfır Hedef Programlama (Zero-One Goal Programming) olmak üzere iki yönelem araştırması metodolojisinin uygulanmasıyla maliyet anahtarı seçiminde karar verme sürecindeki mevcut sınırlamaların nasıl aşılabileceğini göstermişlerdir. Bu metodolojik yaklaşımlar, açıklayıcı bir örnek ile de desteklenmiştir.

Türkiye’de ise maliyet dağıtım anahtarlarının seçimi ve değerlendirilmesi ile ilgili gerçekleştirilen az sayıda çalışma bulunmaktadır. Özçalıcı ve Kaya (2019), maliyetlerin

dağıtılmasında kullanılacak maliyet dağıtım anahtarlarını AHP yöntemiyle belirlemişlerdir. Araştırmadan elde edilen bulgularda FTM-AHP tekniği ile hesaplanan birim maliyetler ile uygulama yapılan işletmede hali hazırda kullanılan geleneksel yöntemle göre hesaplanan birim maliyetler arasında farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda FTM-AHP entegre yönteminin işletmeler için kolaylıkla uygulanabileceği tespit edilmiştir. Can vd. (2018), çalışmalarında genel üretim giderlerinin ürünlere dağıtılmasında optimal maliyet dağıtım anahtarı seçimi işlemi sırasında altı adet seçim kriteri kullanarak TOPSIS, MOORA ve AHP yöntemleri yardımıyla bir model önerisi sunmuşlardır. Uygulama sonucunda dört farklı yöntem ile yapılan değerlendirmede kesim süresi, dağıtım anahtarı olarak en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Esmeray ve Güngör Tanç (2009), Kayseri’de bir sanayi işletmesinde yaptıkları uygulama ile çevresel maliyetlerin ürünlere yüklenmesinde maliyet dağıtım anahtarlarının seçiminde FTM ve AHP entegrasyonu kullanılarak maliyet tutarları tespit edilmiş ve yöntemin etkinliği uygulama ile doğrulanmaya çalışılmıştır.

Genel sistemdeki korelasyonun maksimizasyonuna dayalı olarak uygun maliyet anahtarlarını seçmek için optimizasyon modellerinin geliştirilmesi, FTM tasarım sürecinin adımlarından birini netleştirmektedir. Literatürde yaygın olarak maliyet anahtarı seçiminin, maliyet anahtarı ile maliyet havuzları arasındaki korelasyon, ölçüm maliyeti, performans etkisi ve istenen doğruluk düzeyi dikkate alınarak yapılması gerektiği belirtilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada maliyet dağıtım anahtarlarının değerlendirilmesi, Turney (1992) tarafından önerilen kriterler doğrultusunda yapılmıştır.

### 3. Metodoloji

Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemlerinden bütünleşik bir şekilde yararlanılarak denim kumaş üreten bir işletmede kullanılan maliyet dağıtım anahtarları değerlendirilmiştir. Bu bağlamda AHP yöntemi maliyet dağıtım anahtarlarının seçimini etkileyen kriterlerin ağırlıklandırılmasında; TOPSIS yöntemi ise uygulamanın gerçekleştirildiği işletmede kullanılan maliyet dağıtım anahtarlarının sıralanmasında kullanılmıştır. Anlatım kolaylığı sağlayabilmek adına maliyet dağıtım anahtarlarının seçimini etkileyen kriterler C1, C2, ..., Cn; maliyet dağıtım anahtarları da A1, A2, ..., An şeklinde kodlarla tanımlanmıştır. Bu kodlar ve açıklamaları Tablo 1’de yer almaktadır.

**Tablo 1: Araştırmada Kullanılan Kodlar ve Açıklamaları**

KOD	Açıklama	KOD	Açıklama
C1	Faaliyete uygun olma	A1	Genel üretim giderleri
C2	Performansı geliştirme	A2	Amortisman giderleri
C3	Anlaşılır olma	A3	Enerji giderleri
C4	Maliyetle ilişkili olma	A4	Direkt işçilik giderleri
C5	Düşük maliyetli olma		
C6	Gelecekteki ölçüm maliyetinin düşük olması		

Araştırmada kullanılan veriler, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Alanı Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu’nun 11/11/2021 tarih ve 2021/08 No’lu onayı doğrultusunda ilgili kişilerden anket yardımıyla toplanmıştır. Oluşabilecek subjektif etkileri azaltabilmek adına AHP ve TOPSIS yöntemleri Bulanık Küme yaklaşımıyla kullanılmıştır. Söz konusu yaklaşımlar aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

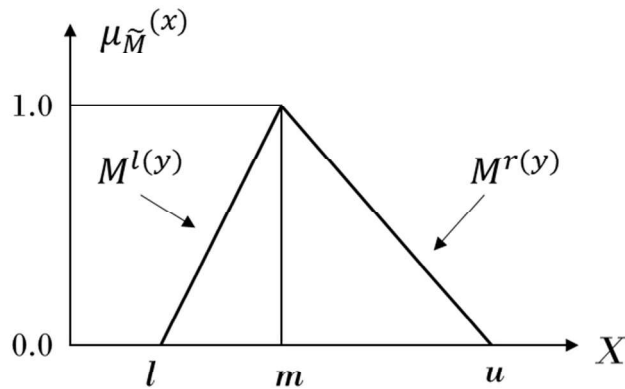
#### 3.1. Bulanık Kümeler Teorisi

Bulanık kümeler teorisi 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından literatüre kazandırılmış bir teoridir. Bu teoriye göre 0 ve 1 ile temsil edilen ikili mantık sistemi, gerçek hayattaki

nesnelerin sınıflandırılmasında yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle bulanık küme teorisi, sınır koşulları esnek olan ve kısmi üyeliğe izin veren bir sınıflandırma yaklaşımını önermektedir.

Klasik küme teorisinde herhangi bir nesnenin bir küme üyesi olması durumunda üyelik derecesi 1'e; üye olmaması durumunda ise 0'a eşit kabul edilmektedir (Kaptanoğlu ve Özek, 2006:197). Bulanık küme teorisinde ise üyelik derecesi 0 ile 1 arasında değişebilen değerlerle ifade edilmektedir. Bu nedenle bulanık kümeler, çok değerli (dereceli) kümeler olarak da adlandırılmaktadır. Bulanık kümelerde üyelik dereceleri yamuk, üçgen, tekil gibi fonksiyonların yanı sıra Çan Sigmoidal veya Gaussian gibi fonksiyonlarla da tanımlanabilmektedir. Bu çalışmada ise üçgen üyelik fonksiyonu tercih edilmiştir. Bu bağlamda l, m, u parametrelerine sahip üçgen üyelik fonksiyonunun grafiksel gösterimine Şekil 1'de yer verilmiştir.

**Şekil 1: Üçgen Üyelik Fonksiyonu**



Bir bulanık üçgensel sayı, (l/m, m/u) veya (l,m,u) şeklinde gösterilir. Bu gösterimde “l” bulanık olayda en düşük olasılığı, “m” net değeri ve “u” da en yüksek olasılığı ifade etmektedir (Akman ve Alkan, 2006: 30). Üçgensel bulanık sayıların sağ ve sol üyelik derecelerine göre gösterimi (1) No’lu eşitlikte yer almaktadır.

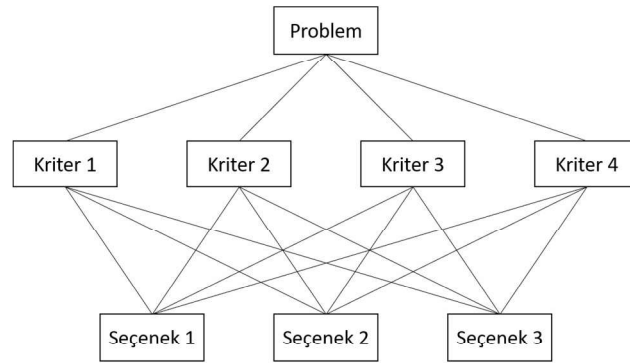
$$\mu(x|\tilde{M}) \begin{cases} 0 & x < l, \\ (x-l)/(m-l) & l \leq x \leq m, \\ (u-x)/(u-m) & m \leq x \leq u, \\ 1 & x > u. \end{cases} \quad (1)$$

### 3.2. Bulanık AHP Yöntemi

AHP, ikili karşılaştırmalar ile kriterlerin ve seçeneklerin görece ne kadar önemli, tercih edilir ya da baskın olduğunu belirleyen çok kriterli bir karar verme yöntemidir. AHP karar verme sürecinde bir bireyin veya grubun önceliklerini dikkate alarak, karar verme sürecinde nitel ve nicel değişkenleri aynı anda değerlendirebilir (Dağdeviren vd., 2004: 132). AHP, karar vericilere kendi karar verme mekanizmalarını oluşturma imkânı vererek karar verme işlemini daha etkin hale getirmektedir (Saaty, 1986: 843).

AHP, kompleks yapılarıdaki problemleri hiyerarşik bir yapıyla ele alarak çözüme ulaştırmaktadır. Hiyerarşinin en tepesinde problemin kendisi, alt seviyelerde de problemin değerlendirilmesinde kullanılan kriterler ve en alt seviyede de seçenekler yer alır. Şekil 2’de AHP için örnek bir hiyerarşiye yer verilmiştir.

## Şekil 2: AHP Hiyerarşik Yapısı



AHP, kullanım kolaylığı nedeniyle başta tedarikçi seçimi, yer seçimi, performans değerlendirme, olmak üzere çok çeşitli alanlarda uygulama alanı bulmuş bir tekniktir. Fakat tekniğin karşılaştırma işlemlerinde gerçek sayılar kullanması, karar vericilerin değerlendirmelerini sınırlandırmaktadır. Özellikle nitel kriterlerin değerlendirilmesinde karar vericiler büyük zorluklar yaşayabilmektedir. Bulanık kümeler teorisi AHP'nin bu eksikliğini gidermek adına önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu nedenle bulanık kümeler teorisi çok sayıda araştırmacı tarafından AHP tekniği ile birleştirilerek çeşitli problemlerin çözümünde kullanılmıştır.

AHP tekniği ile bulanık kümeler teorisinin birleşimi Bulanık AHP (BAHP) olarak adlandırılmaktadır. BAHP ile ilgili literatürdeki ilk çalışma, Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından üçgen bulanık sayılar kullanarak gerçekleştirilmiştir (Rostamy vd., 2012: 72). 1985 yılında Buckley'in yamuk bulanık sayılar kullanarak önerdiği model ile 1992 yılında Chang'ın üçgen bulanık sayıları kullanarak önerdiği model sonraki yıllarda araştırmacılar tarafından BAHP çalışmalarında en çok tercih edilen modeller olmuştur. Bu çalışmada ise Chang (1992) tarafından önerilen yöntem benimsenmiştir. Söz konusu öneri aşağıdaki adımları içermektedir (Chang, 1996: 650-651).

**Başlangıç:** Kriterler kümesi  $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ; amaçlar kümesi  $u = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$  olmak üzere her bir kriter dikkate alınarak her bir hedef için mertbe analizi gerçekleştirilir. Bu işlem sonucunda  $i = 1, 2, \dots, n$  ve  $j = 1, 2, \dots, m$  olmak üzere bulanık sayılarla ifade edilen  $m$  adet  $M_{gi}^j$  ( $M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m$ ) mertbe analiz değeri elde edilir. Bu çalışmada kriterlerin değerlendirilmesinde dilsel ifadeler kullanılmış ve bu dilsel ifadeler Chang (1996) tarafından önerilen Tablo 2'deki bulanık sayılarla temsil edilmiştir.

**Tablo 2: Kriterlere İlişkin Dilsel İfadeler**

Dilsel İfade	Bulanık Sayılar
Eşit derecede önemli	(1, 1, 1)
Biraz daha önemli	(2/3, 1, 3/2)
Kuvvetli derecede önemli	(3/2, 2, 5/2)
Çok kuvvetli derecede önemli	(5/2, 3, 7/2)
Tamamıyla önemli	(7/2, 4, 9/2)



**Adım1:**  $i$ . Kriteri için bulanık sentetik mertebe değeri (2) numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (2)$$

Buradaki  $S_i$ ,  $i$ . amacının sentez değerini;  $M_{gi}^j$  her amaca yönelik mertebe değerini ifade etmektedir. Eşitlikteki  $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$  değeri ise üçgen bulanık sayıların (3) ve (4) numaralı eşitlikler yardımıyla toplanmasıyla hesaplanır.

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (4)$$

Daha sonra (5) numaralı eşitlik yardımıyla (4) numaralı eşitliğin tersi hesaplanır.

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (5)$$

Bu işlemler sonucunda  $m$  adet mertebe analiz değeri içeren matris elde edilmiş olur.

**Adım2:** Elde edilen sentez değerleri karşılaştırılarak ağırlık değerleri hesaplanır. Hesaplama işlemlerinde aşağıdaki formüller kullanılır.

- $\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ve  $\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$  iki bulanık sayı olmak üzere  $\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1$  eşitliğinin olabilirlik derecesi (6) numaralı eşitliğe göre hesaplanır.

$$V(\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1) = \underset{y \geq x}{sub} \left[ \min \left( \mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y) \right) \right] \quad (6)$$

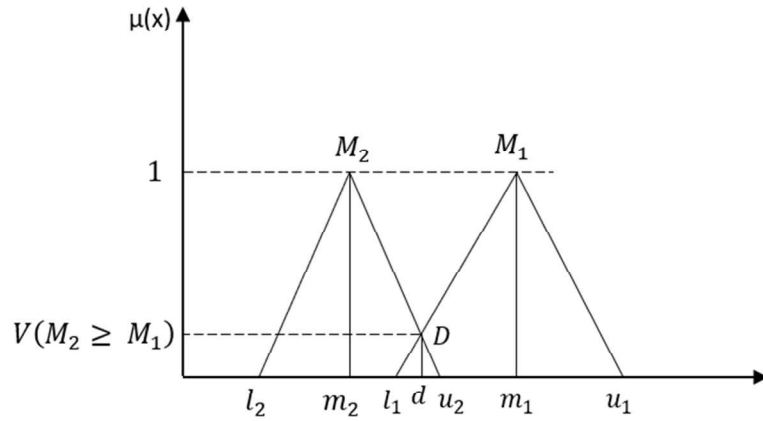
Burada (6) numaralı eşitlik  $y \geq x$  eşitliğinin genişleme prensibine göre ifade edilmiş halidir ve  $M_2$ 'nin  $M_1$ 'den büyük olma olabilirliğini gösterir. Bu bağlamda  $\tilde{M}_1$  ve  $\tilde{M}_2$  iki bulanık sayı olmak üzere  $\tilde{M}_2$ 'nin  $\tilde{M}_1$ 'den büyük olma olabilirliği bu iki bulanık sayının kesişim noktasındaki üyelik fonksiyonunun değerine eşit olmaktadır.

- $\tilde{M}_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ve  $\tilde{M}_2 = (l_2, m_2, u_2)$  bulanık sayılar olmak üzere  $\tilde{M}_2 \geq \tilde{M}_1$  olabilirlik derecesi (7) numaralı eşitlik ile hesaplanır.

$$\begin{aligned}
V(M_2 \geq M_1) &= hgt(M_1 \cap M_2) \\
&= \mu_{M_1}(d) \begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1 \\ 0 & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer} \end{cases} \quad (7)
\end{aligned}$$

$V(M_2 \geq M_1)$ 'de  $d$ ,  $\mu_{M_1}$  ve  $\mu_{M_2}$  arasındaki en yüksek kesişim noktası  $D$ 'nin ordinatı olacak şekilde Şekil 3'deki gibi ifade edilebilir (Chang, 1996: 651).

**Şekil 3:  $M_1$  ve  $M_2$  Kesişim Noktası**



**Adım 3:**  $i = 1, 2, \dots, k$  olmak üzere konveks bir bulanık sayının  $k$  tane konveks bulanık sayıdan daha büyük olabilirlik derecesi (8) numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i) \quad (8)$$

Burada  $k = 1, 2, \dots, k; k \neq i$  için  $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$  olduğu varsayılarak (9) numaralı eşitlik yardımıyla ağırlık vektörü hesaplanır.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (9)$$

Burada da  $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$   $n$  elemanlıdır.

**Adım 4:** (10) numaralı eşitlik yardımıyla gerçek sayılardan oluşan ve bulanık olmayan normalize ağırlık vektörü ( $W$ ) elde edilir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (10)$$

### 3.3. Bulanık TOPSIS

TOPSIS pozitif ve negatif ideal çözüm noktalarını dikkate alarak alternatifler arasında seçim yapma prensibine dayanan bir yöntemdir. Bu yöntemde negatif ideal çözüme en uzak ve pozitif ideal çözüme en yakın alternatif, en uygun alternatif niteliğindedir. Söz konusu çözümler ise Öklid uzayında Öklid uzaklığı kullanılarak hesaplanmaktadır. Fakat insan düşüncesinin kesin verilerle tam olarak tanımlanamaması, çözümü güçleştirmektedir. Bu nedenle çoğu çalışmada değerlendirme işlemleri sözel değişkenlerle yapılarak çözüm bulanık mantık içeren TOPSIS algoritmaları ile gerçekleştirilmektedir. TOPSIS tekniğinde öncelikle karar vericiler

kriterler ve alternatifler ile ilgili değerlendirmelerini dilsel olarak ifade ederler. Daha sonra bu değerlendirmeler bulanık sayılara dönüştürülerek tüm alternatiflere yönelik yakınlık katsayıları hesaplanır. Elde edilen yakınlık katsayıları yardımıyla da alternatifler sıralanarak çözüme ulaşılır. Bu süreç aşağıda adım adım ele alınmıştır.

**Adım 1:** Bulanık karar matrisi ve bulanık ağırlık matrisleri oluşturulur. Bu adımda karar vericilerin kriterler ve alternatifler ile ilgili dilsel değerlendirmeleri, bulanık sayılara dönüştürülerek bulanık karar ve ağırlık matrisleri oluşturulur. Bu bağlamda  $K$  adet karar vericinin bulunduğu bir grupta  $j$ . karar kriterinin önem ağırlığı (11) numaralı eşitlik yardımıyla,  $i$ . Alternatifin önem ağırlığı ise (12) numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanır (Chen, 2000: 5).

$$\tilde{w}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{w}_{ij}^1 + \tilde{w}_{ij}^2 + \dots + \tilde{w}_{ij}^K] \quad (11)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^K] \quad (12)$$

Karar vericilerden elde edilen değerlendirmeleri içeren matris (13) numaralı eşitlikteki gibi; kriterlere ilişkin ağırlıklar ise (14) numaralı eşitlikteki gibi oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & \dots & c_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (13)$$

$$\tilde{W} = [\tilde{w}_1 \quad \tilde{w}_2 \quad \dots \quad \tilde{w}_n] \quad (14)$$

Burada  $\tilde{x}_{ij}$  ( $\forall i, j$ ) ve  $\tilde{w}_j$   $j = (1, 2, \dots, n)$  dilsel değişkenleri ifade etmekte olup  $K$  karar vericilerin sayısını,  $c_1, c_2, \dots, c_n$  karar kriterlerini,  $A_1, A_2, \dots, A_m$  alternatifleri,  $\tilde{x}_{ij}, c_j$  karar kriterine ilişkin  $A_i$  alternatifinin değerini,  $\tilde{w}_j$  ise  $c_j$  kriterinin önem ağırlığını ifade etmektedir. Ayrıca  $\tilde{D}$  bulanık karar matrisini  $\tilde{W}$  bulanık ağırlıklar matrisini temsil etmektedir. Söz konusu matrislerin elemanları ise  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$  ve  $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$  olmak üzere bulanık sayılarla ifade edilmektedir. Bu çalışmada alternatiflerin değerlendirilmesinde Chen (2000) tarafından önerilen Tablo 3'teki dilsel ifadelerden yararlanılmıştır.

**Tablo 3: Alternatif Değerlendirmelerine İlişkin Dilsel İfadeler**

Dilsel İfade	Bulanık Sayılar
Çok kötü	(0, 0, 1)
Kötü	(0, 1, 3)
Biraz kötü	(1, 3, 5)
Orta	(3, 5, 7)
Biraz İyi	(5, 7, 9)
İyi	(7, 9, 10)
Çok iyi	(9, 10, 10)

**Adım 2:** Bulanık karar matrisi  $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$  şeklinde normalize edilir. Bu işlem sırasında  $B$  fayda kriteri,  $C$  ise maliyet kriteri olmak üzere (15) ve (16) numaralı eşitliklerden yararlanır.

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad c_j^* = \max c_{ij}, \quad \forall j \in B \quad (15)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), \quad a_j^- = \min a_{ij}, \quad \forall j \in C \quad (16)$$

**Adım 3:** Her bir kriterin önemi dikkate alınarak (17) numaralı denklem aracılığı ile Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi hesaplanır.

$$V = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (17)$$

(17) numaralı eşitlikten de anlaşılacağı üzere ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi, daha önce normalize edilmiş olan bulanık karar matrisi ile bulanık ağırlıklar matrisinin çarpılmasıyla hesaplanmaktadır. Yapılan işlem sonucunda elde edilecek olan matris de (18) numaralı eşitlikteki yapıda olmaktadır.

$$\tilde{V} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 \tilde{r}_{11} & \tilde{w}_2 \tilde{r}_{12} & \cdots & \tilde{w}_n \tilde{r}_{1n} \\ \tilde{w}_1 \tilde{r}_{21} & \tilde{w}_2 \tilde{r}_{22} & \cdots & \tilde{w}_n \tilde{r}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{w}_1 \tilde{r}_{m1} & \tilde{w}_2 \tilde{r}_{m2} & \cdots & \tilde{w}_n \tilde{r}_{mn} \end{bmatrix} \quad (18)$$

**Adım 4:** Bulanık pozitif ideal çözüm  $A^*$  ve negatif ideal çözüm  $A^-$  sırasıyla (19) ve (20) numaralı eşitlikler yardımıyla hesaplanır. Elde edilen çözümler  $A^* = \tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*$  ve  $A^- = \tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-$  şeklinde olup  $\tilde{v}_j^* = (1,1,1)$  ve  $\tilde{v}_j^- = (0,0,0)$  olup  $j = (1, 2, \dots, n)$ 'dir.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*, i = 1, 2, \dots, m) \quad (19)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-, i = 1, 2, \dots, m) \quad (20)$$

**Adım 5:** Vartex yöntemiyle her alternatifin ideal çözüme olan uzaklıkları hesaplanır. Bu işlem sırasında (21) numaralı eşitlikten yararlanılır.

$$d_v(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (21)$$

**Adım 6:** Alternatiflere ilişkin  $CC_i$  yakınlık katsayıları hesaplanarak alternatifler sıralanır. Bu işlem için (22) numaralı eşitlikten yararlanılır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad (22)$$

#### 4. Uygulama

Veri toplama işlemi öncesinde Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Alanı Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu'nun 11/11/2021 tarih ve 2021/08 No'lu onayı doğrultusunda araştırmaya katılan kişilere bilgilendirilmiş onam formu aracılığıyla gerekli bilgiler verilmiş ve araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarına yönelik imzalı beyan alınmıştır.

Uygulama, Kahramanmaraş'ta kurulan ve kısa zamanda birçok sektörde kendisine pazarda iddialı bir yer edinen; Türkiye'nin en büyük 500 firması arasında yer alan, yerel ve global çapta faaliyetlerini sürdüren bir holdingin denim kumaş üreten bir fabrikasında gerçekleştirilmiştir. İşletme, SAP kurumsal kaynak planlama programını kullanmakta olup ürün maliyetlerinin hesaplanmasında geleneksel maliyet yöntemini tercih etmektedir. Üretim maliyetleri gider yerlerine göre ayrı ayrı takip edilmektedir. Esas üretim gider yerleri üretim sürecindeki faaliyetlere göre tanımlanmış ve yardımcı üretim gider yerleri de esas üretim gider yerlerine hizmet vermektedir. Böylece, yardımcı üretim gider yerlerinde biriken genel üretim giderleri işletme müdürlerince kararlaştırılan belli oranlar ile esas üretim gider yerlerine dağıtılmaktadır. En son aşamada esas üretim gider yerlerinde biriken direkt ilk madde ve malzeme, direkt işçilik ve fiili genel üretim giderleri, üretilen toplam kumaş miktarına bölünerek ürün birim maliyeti hesaplanmaktadır. İşletmedeki üretim sürecini oluşturan faaliyetler ise sırasıyla halat sarma, halat boyama, halat açma, haşılama, dokuma, terbiye, kalite kontrol ve sevkiyat şeklindedir.

Uygulama kapsamında maliyet dağıtım anahtarlarının seçimine ilişkin kriterler, işlem ve anlatım kolaylığı sağlanması amacıyla  $C_1, C_2, \dots, C_6$  şeklinde kodlarla tanımlanmıştır. Benzer şekilde işletme tarafından üretim maliyetlerinin kontrolünde kullanılan maliyet dağıtım anahtarları da  $A_1, A_2, A_3, A_4$  şeklinde kodlarla sembolize edilmiştir.

Uygulama sürecinde ilk olarak maliyet dağıtım anahtarlarının seçiminde dikkate alınan kriterlerin görece önemleri belirlenmiştir. Bu işlem kapsamında ihtiyaç duyulan veriler, alanında uzman 5 akademisyenden anket yoluyla toplanmıştır. Bu bağlamda akademisyenler tarafından yapılan değerlendirmeler, Tablo 2'deki ifadeler dikkate alınarak bulanık sayılara dönüştürülmüş, daha sonra da geometrik ortalamaları alınarak Tablo 4'te yer alan Bulanık Karar Matrisi oluşturulmuştur.

**Tablo 4: Kriterlere İlişkin Bulanık Karar Matrisi**

Kriterler	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$	$C_5$	$C_6$
$C_1$	1.00 1.00 1.00	0.37 0.21 0.50	1.54 3.06 2.12	1.05 1.81 1.44	1.88 4.43 2.55	1.88 4.43 2.55
$C_2$	2.01 4.66 2.68	1.00 1.00 1.00	1.34 2.81 1.95	1.49 3.00 2.08	2.41 6.88 3.44	2.86 7.74 3.87
$C_3$	0.47 0.33 0.65	0.51 0.36 0.74	1.00 1.00 1.00	1.18 1.90 1.44	1.64 4.08 2.34	1.54 3.94 2.26
$C_4$	0.69 0.55 0.96	0.48 0.33 0.67	0.69 0.53 0.85	1.00 1.00 1.00	1.18 3.32 1.91	1.42 4.90 2.45
$C_5$	0.39 0.23 0.53	0.29 0.15 0.41	0.43 0.25 0.61	0.52 0.30 0.84	1.00 1.00 1.00	0.85 1.55 1.18
$C_6$	0.39 0.23 0.53	0.26 0.13 0.35	0.44 0.25 0.65	0.41 0.20 0.70	0.85 0.64 1.18	1.00 1.00 1.00

AHP tutarlı bir sisteme sahip olsa da ortaya koyduğu sonuçlar, karar vericilerin subjektif değerlendirmelerine dayanmaktadır. Bu nedenle AHP'den elde edilen sonuçların geçerliliğinden bahsedebilmek için matris tutarlılık oranının 0,1'den küçük olması gerekmektedir (Saaty, 2008: 130). Tablo 4 değerlendirme kriterlerine ilişkin alt, orta ve üst değerlerden oluşan bulanık bir matris olduğundan tutarlılık oranı, orta değerler dikkate alınarak hesaplanmıştır. Söz konusu hesaplama sonucunda matrisin tutarlılık oranı  $CR=0,0624$  olarak

bulunmuştur. Bu değer doğrultusunda kriterlere ilişkin değerlendirmelerin tutarlı olduğu anlaşılmış ve kriter ağırlıklarının hesaplanması aşamasına geçilmiştir.

Kriterlere ilişkin ağırlıkların hesaplanması işlemi öncelikle eşitlik 2, 3, 4 ve 5 kullanılarak  $S_i$  değerleri bulunmuş daha sonra da eşitlik 7 yardımıyla V matrisi elde edilmiştir. V matrisi dikkate alınarak eşitlik 8 ve 9 yardımıyla da Tablo 5'te yer alan kriter ağırlıkları hesaplanmıştır.

**Tablo 5: Kriter Ağırlıkları**

Kriterler	Ağırlıklar
C <sub>1</sub>	0,194
C <sub>2</sub>	0,442
C <sub>3</sub>	0,142
C <sub>4</sub>	0,124
C <sub>5</sub>	0,052
C <sub>6</sub>	0,047

Tablo 5'ten anlaşılacağı üzere maliyet dağıtım anahtarlarının seçiminde en etkili olan kriter 0,442 ağırlık ile C<sub>2</sub> kodlu performans geliştirme kriteri olarak bulunmuştur. Bu kriteri sırasıyla 0,194 ağırlıklı C<sub>1</sub> kodlu faaliyete uygunluk kriteri, 0,142 ağırlıklı C<sub>3</sub> kodlu anlaşılır olma kriteri, 0,124 ağırlıklı C<sub>4</sub> kodlu maliyetle ilişkili olma kriteri izlemiştir. C<sub>5</sub> kodlu düşük maliyetli olma ve C<sub>6</sub> kodlu gelecekteki ölçüm maliyeti kriterleri sahip oldukları 0,052 ve 0,047 ağırlıklar ile diğer kriterlerin gerisinde kalmıştır. Buna karşın elden edilen ağırlıkların, literatürdeki çalışmalarda elde edilen değerlere uzak kalmadığı görülmüş ve araştırmaya konu olan işletmenin kullandığı maliyet dağıtım anahtarlarının değerlendirilmesi aşamasına geçilmiştir.

Bu aşamada uygulamaya konu olan işletmede kullanılan maliyet dağıtım anahtarlarının Bulanık TOPSIS aracılığı ile değerlendirilmesine yer verilmiştir. Bu bağlamda ilk olarak ilgili işletmede çalışan ve üretim maliyetlerinin yönetimiyle ilgili gerekli bilgi birikimine sahip 5 çalışandan anket yoluyla veri toplanmıştır. Çalışanlar tarafından yapılan değerlendirmeler, Tablo 3'de yer alan ifadeler dikkate alınarak bulanık sayılara dönüştürülmüş ve 12 No'lu eşitlik yardımıyla her alternatifin değerlendirme kriterlerine ilişkin bulanık skorları hesaplanmıştır. Yapılan işlem sonucunda eşitlik 13'teki yapıya sahip bulanık bir karar matrisi elde edilmiştir. Bu matris Tablo 6'da yer almaktadır.

**Tablo 6: Alternatiflere İlişkin Birleşik Karar Matrisi**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	3.000 8.600 10.00	7.000 9.600 10.00	0.000 1.200 7.000	7.000 9.200 10.00	0.000 1.400 7.000	3.000 7.800 10.00
A <sub>2</sub>	0.000 8.000 10.00	0.000 2.600 9.000	0.000 2.200 10.00	0.000 8.200 10.00	3.000 7.600 10.00	7.000 9.200 10.00
A <sub>3</sub>	0.000 9.400 10.00	3.000 8.600 10.00	3.000 7.800 10.00	7.000 9.200 10.00	0.000 2.600 7.000	3.000 8.200 10.00
A <sub>4</sub>	0.000 5.000 10.00	0.000 4.400 10.00	3.000 7.400 10.00	3.000 7.600 10.00	0.000 2.600 10.00	3.000 8.200 10.00

Tablo 6 işletmede çalışan farklı kişilerin değerlendirmelerini bir arada yansıtan birleşik bir karar matrisidir. Bu nedenle 15 No'lu eşitlik yardımıyla normalize edilmiş ve Tablo 7'de yer alan normalize karar matrisi elde edilmiştir.

**Tablo 7: Alternatiflere İlişkin Normalize Edilmiş Karar Matrisi**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	0.300 0.860 1.000	0.700 0.960 1.000	0.000 0.120 0.700	0.700 0.920 1.000	0.000 0.140 0.700	0.300 0.780 1.000
A <sub>2</sub>	0.000 0.800 1.000	0.000 0.260 0.900	0.000 0.220 1.000	0.000 0.820 1.000	0.300 0.760 1.000	0.700 0.920 1.000
A <sub>3</sub>	0.000 0.940 1.000	0.300 0.860 1.000	0.300 0.780 1.000	0.700 0.920 1.000	0.000 0.260 0.700	0.300 0.820 1.000
A <sub>4</sub>	0.000 0.500 1.000	0.000 0.440 1.000	0.300 0.740 1.000	0.300 0.760 1.000	0.000 0.260 1.000	0.300 0.820 1.000

Maliyet dağıtım anahtarlarına ilişkin skorlar ile maliyet dağıtım anahtarlarının seçiminde belirleyici olan kriterlerin ağırlıkları çarpılarak her alternatifte ilişkin ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiştir. Bu matris Tablo 8’de yer almaktadır.

**Tablo 8: Alternatiflere İlişkin Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisi**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
A <sub>1</sub>	0.058 0.167 0.194	0.310 0.425 0.442	0.000 0.017 0.099	0.087 0.114 0.124	0.000 0.007 0.036	0.014 0.036 0.047
A <sub>2</sub>	0.000 0.155 0.194	0.000 0.115 0.398	0.000 0.031 0.142	0.000 0.102 0.124	0.016 0.039 0.052	0.033 0.043 0.047
A <sub>3</sub>	0.000 0.182 0.194	0.133 0.380 0.442	0.043 0.111 0.142	0.087 0.114 0.124	0.000 0.013 0.036	0.014 0.038 0.047
A <sub>4</sub>	0.000 0.097 0.194	0.000 0.195 0.442	0.043 0.105 0.142	0.037 0.094 0.124	0.000 0.013 0.052	0.014 0.038 0.047

Bulanık TOPSIS’ te en önemli hususlardan biri alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklarıdır. Bu bağlamda maliyet dağıtım anahtarlarına ilişkin ağırlıklı normalize karar metrisi dikkate alınarak eşitlik 19 ve 20 yardımıyla Tablo 9’da yer alan pozitif ve negatif ideal çözümler hesaplanmıştır.

**Tablo 9: Alternatiflere İlişkin Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>
A*	0.058 0.182 0.194	0.310 0.425 0.442	0.043 0.111 0.142	0.087 0.114 0.124	0.016 0.039 0.052	0.033 0.043 0.047
A <sup>-</sup>	0.000 0.097 0.194	0.000 0.115 0.398	0.000 0.017 0.099	0.000 0.094 0.124	0.000 0.007 0.036	0.014 0.036 0.047

Tablo 9 alternatiflere ilişkin negatif ve pozitif ideal çözümleri göstermektedir. Alternatiflerin her kriterle ilişkin pozitif ve negatif ideal çözümlere uzaklıkları ise eşitlik 21 yardımıyla hesaplanmıştır. Bu bağlamda alternatiflerin pozitif ideal çözümlere olan uzaklıklarına Tablo 10’da negatif ideal çözümlere olan uzaklıklarına ise Tablo 11’de yer verilmiştir.

**Tablo 10: Alternatiflerin Kriterler Bakımından Pozitif İdeal Çözüme Uzaklıkları**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	$d_i^*$
A <sub>1</sub>	0,006	0,000	0,045	0,000	0,016	0,008	0,076
A <sub>2</sub>	0,026	0,180	0,037	0,036	0,000	0,000	0,278
A <sub>3</sub>	0,024	0,074	0,000	0,000	0,014	0,008	0,120
A <sub>4</sub>	0,042	0,157	0,002	0,022	0,012	0,008	0,244

**Tablo 11: Alternatiflerin Kriterler Bakımından Negatif İdeal Çözüme Uzaklıkları**

	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	$d_i^-$
A <sub>1</sub>	0,037	0,180	0,000	0,040	0,000	0,000	0,256
A <sub>2</sub>	0,024	0,000	0,020	0,003	0,017	0,009	0,073
A <sub>3</sub>	0,035	0,122	0,050	0,040	0,003	0,001	0,250
A <sub>4</sub>	0,000	0,037	0,048	0,017	0,007	0,001	0,110

Bulanık TOPSIS’in son aşaması, her karar alternatifine ilişkin  $CC_i$  yakınlık katsayılarının hesaplanmasıdır. Bu doğrultuda eşitlik 22 yardımıyla maliyet dağıtım anahtarlarının yakınlık katsayıları hesaplanmış ve göreceli sıraları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 12’de yer almaktadır.

**Tablo 12: Alternatiflerin Yakınlık Katsayıları ve Sıralamaları**

Alternatifler	CC <sub>i</sub>	Sıra
A <sub>1</sub>	0,772171303	1
A <sub>2</sub>	0,208536003	4
A <sub>3</sub>	0,676185038	2
A <sub>4</sub>	0,310331542	3

Tablo 12’den anlaşılacağı üzere A<sub>1</sub> kodlu Genel Üretim Giderleri adlı maliyet dağıtım anahtarı, sahip olduğu 0,772 CC<sub>i</sub> değeri ile araştırmaya konu olan işletme için en uygun maliyet dağıtım anahtarı olmuştur. Bu anahtarı 0,676 CC<sub>i</sub> değeri ile A<sub>3</sub> kodlu Enerji Giderleri adlı maliyet dağıtım anahtarı izlemiştir. A<sub>2</sub> kodlu Amortisman Giderleri ile A<sub>4</sub> kodlu Direkt İşçilik Giderleri adlı maliyet dağıtım anahtarları ise sahip oldukları düşük CC<sub>i</sub> değerleri ile oldukça geride kalmışlardır.

## 5. Sonuç

Son yıllarda üretim teknolojilerinde yaşanan köklü değişiklikler, maliyet sistemlerinin oldukça karmaşık yapılara bürünmesine neden olmaktadır. Dolayısıyla da işletme kârlılığının yönetilmesinde stratejik bir öneme sahip olan maliyet sistemlerinin kurulması ve yönetilmesi her geçen gün zorlaşmaktadır. Bu durum üretim sürecinin karmaşıklığına uygun maliyet dağıtım anahtarının belirlenmesini stratejik bir faaliyete dönüştürmektedir. Buna karşın çoğu işletme maliyet dağıtım anahtarlarını geleneksel bir bakış açısıyla sezgisel olarak belirlemektedir. Keza literatürde de maliyet dağıtım anahtarlarının bilimsel yöntemlerle seçilmesini konu edinen çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

Bu araştırmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri bulanık küme teorisiyle entegre edilerek denim kumaş üreten bir işletmenin hali hazırda kullanmış olduğu maliyet dağıtım anahtarları değerlendirilmiştir. Bu bağlamda maliyet dağıtım anahtarlarının belirlenmesinde kullanılan kriterlere ilişkin ağırlıklar Bulanık AHP, maliyet dağıtım anahtarlarının kriterleri sağlama düzeyleri ise Bulanık TOPSIS yöntemiyle incelenmiştir.

Maliyet dağıtım anahtarlarının seçimini etkileyen kriterlerin ağırlıklarına yönelik değerlendirmeler sonucunda performansı geliştirme kriteri bariz bir şekilde öne çıkmış, bu kriteri sırasıyla faaliyete uygun olma, anlaşılır olma, maliyetle ilişkili olma kriterleri izlemiştir. Düşük maliyetli olma ve gelecekteki ölçüm maliyeti kriterleri oldukça düşük ağırlıklarla son iki sırada yer almışlardır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında oluşan sıralamanın literatürdeki çalışmalara benzer bir şekle sahip olduğu fakat kriter ağırlıklarının küçük de olsa farklılıklar gösterdiği anlaşılmıştır. Değerlendirmenin farklı kişiler tarafından gerçekleştirilmiş olması ve değerlendirme işleminde bulanık küme teorisinden yararlanılması, bu farklılığın en temel nedeni olarak görülmektedir. Buna karşın kriter ağırlıklarına ilişkin verilerin alanında yetkin akademisyenlerden toplanmış olması ve elde edilen matrisin tutarlı olduğunun tespit edilmesi nedeniyle hesaplanan kriter ağırlıklarının uygulayıcılara ve diğer araştırmacılara maliyet dağıtım anahtarı seçiminde rehberlik edebileceği düşünülmektedir.

Araştırmaya konu olan işletmenin kullandığı maliyet dağıtım anahtarlarına ilişkin değerlendirmeler sonucunda ise genel üretim giderleri anahtarının mevcut koşullar altında ilgili işletme için en uygun maliyet dağıtım anahtarı olduğu görülmüştür. Bu durum tekstil üretiminin doğal bir hususu niteliğindedir. Bununla birlikte enerji giderleri anahtarı her ne kadar sıralamada ikinci olsa da sahip olduğu yakınlık katsayısı ile dikkat çekici bir anahtar olarak ön plana çıkmıştır. Bu sonuç son yıllarda enerji piyasalarında yaşanan fiyat artışlarının bir yansıması olarak görülmektedir. İşletme tarafından kullanılan diğer maliyet dağıtım anahtarları olan amortisman giderleri ve diğer işçilik giderleri adlı anahtarlar ise sahip oldukları düşük



değerli yakınlık katsayıları nedeniyle işletme için uygun olmayan maliyet dağıtım anahtarları olarak dikkat çekmişlerdir. Bu nedenle işletmenin kullandığı maliyet dağıtım anahtarlarını gözden geçirmesi, söz konusu anahtarlarla ilgili yapılabilecek iyileştirmeler varsa ivedilikle gerçekleştirmesi, gerekirse de yeni anahtarlar kullanmaya başlaması elzem olarak görülmektedir. Bu husus araştırmaya konu olan işletmenin yanı sıra kumaş üretimi yapan diğer işletmeler için de büyük önem arz etmektedir. Zira kumaş üretimi düşük karlılıkla faaliyet gösteren bir iş kolu niteliğindedir ve bu iş kolunda üretim maliyetlerinin kontrolü her geçen gün zorlaşmaktadır.

Maliyet dağıtım anahtarlarının seçiminde sezgisel yaklaşımlar benimsemenin yanıltıcı sonuçlar doğurabileceği açıktır. Bu nedenle bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri bulanık küme yaklaşımıyla entegre edilerek kullanılmış ve alternatifler arasında bilimsel bir sıralama yapılmaya çalışılmıştır. Elde edilen bulgular, başta kumaş üretimi olmak üzere pek çok iş kolu için yol gösterici niteliktedir. Bununla birlikte ileride gerçekleştirilecek çalışmalarda farklı ağırlıklandırma ve sıralama yöntemlerinin kullanılması ile elde edilecek sonuçların literatürü zenginleştireceği düşünülmektedir.

## Kaynakça

- Akman, G. & Alkan, A. (2006), Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5, 9, 23-46.
- Arzova, S. B. (2002), *Faaliyet Tabanlı Maliyet Yönetimi*, 1. Baskı, İstanbul: Türkmen Kitabevi.
- Babad, Y. M. & Balachandran, B.V. (1993), Cost Driver Optimization in Activity-Based Costing, *The Accounting Review*, 68, 3, 563-575.
- Can, A. V., Göksu, A. & Faydalı, F. (2018), Maliyet Dağıtım Anahtarlarının Bütünleşik Karar Verme Modeli İle Seçimi, *Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Dergisi*, 11, 3, 363-391.
- Chang, D.Y. (1996), Applications of The Extent Analysis Method on Fuzzy AHP, *European Journal of Operational Research*, 95, 3, 649-655.
- Chen, C.T. (2000), Extensions of The TOPSIS for Group Decision-Making Under Fuzzy Environment, *Fuzzy Sets and Systems*, 114, 1-9.
- Cokins, G. & Capusneanu, S. (2010), Cost Drivers: Evolution and Benefits, *Theoretical and Applied Economics*, 17, 8, 7-16.
- Cooper, R. (1988), The Rise of Activity-Based Costing - Part One: What is an Activity Based Cost System?, *Journal of Cost Management*, 2, 2, 45-54.
- Cooper, R. & Kaplan, R. S. (1988), How Cost Accounting Distorts Product Costs, *Management Accounting*, 69, 10, 20-27.
- Dağdeviren, M., Akay, D. & Kurt, M. (2004), İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19, 2, 131-138.
- Esmeray, M. & Güngör Tanç, Ş. (2009), Çevresel Maliyetlerin Mamullere Yüklenmesinde Kullanılan Dağıtım Anahtarlarının Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Bir Uygulama, *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14, 2, 241-260.
- Foster, G. & Gupta, M. (1990), Manufacturing Overhead Cost Driver Analysis, *Journal of Accounting and Economics*, 12, 1-3, 309-337.
- Geiger, D. R. (1999), Practical Issues in Cost Drivers Selection for Managerial Costing System, *The Government Accountants Journal*, 48, 3, 32-46.
- Harrison, D. S. & William, G. S. (1996), Activity-Based Accounting for Improved Product Costing, *Engineering Valuation and Cost Analysis*, 1, 1, 55-64.
- Homburg, C. (2001), A Note on Optimal Cost Driver Selection in ABC, *Management Accounting Research*, 12, 197-205.
- Kaptanoğlu, D. & Özok, A. F. (2006), Akademik Performans Değerlendirmesi İçin Bir Bulanık Model, *İtüdergisil/d*, 5, 1, 193-204.
- Kim, K.J. & Han, I. (2003), Application of A Hybrid Genetic Algorithm and Neural Network Approach in Activity –Based Costing, *Expert Systems with Applications*, 24, 73-77.
- Levitan, A. & Gupta, M. (1996), Using Genetic Algorithms to Optimize the Selection of Cost Drivers in Activity-Based Costing, *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 5, 129-145

- Özçalıcı, M. & Kaya, A. (2019), Faaliyet Tabanlı Maliyetleme Tekniğinde Maliyet Sürücülerinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Belirlenmesi: Bir Uygulama, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11, 4, 3035-3050.
- Ramadan, S. Z. (2015), Optimizing The Selection of Cost Drivers in Activity-based Costing Using Quasi-knapsack Structure, *International Journal of Business and Management*, 10, 7, 74-84.
- Rostamy, A. A., Shaverdi, M., Amiri, B. & Takanlou, F. B. (2012), Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process to Evaluate Main Dimensions of Business Process Reengineering, *Journal of Applied Operational Research*, 4, 2, 69-77.
- Saaty, T. L. (2008), The Analytic Hierarchy and Analytic Network Measurement Processes: Applications to Decisions under Risk, *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 1, 1, 122-196.
- Saaty, T. L. (1986), Axiomatic Foundation of The Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, 32, 7, 841-855.
- Schniederjans, M. J. & Garvin, T. (1997), Using the Analytic Hierarchy Process and Multi-objective Programming for The Selection of Cost Drivers in Activity-Based Costing, *European Journal of Operation Research*, 100, 72-80.
- Schwan, E. S. (1993), Activity-Based Costing; Something Old, Something New, *The Mid-Atlantic Journal of Business*, 30, 3, 295.
- Shank, J. K. & Govindarajan, V. (1993), *Strategic Cost Management: The New Tool for Competitive Advantage*, New York: The Free Press.
- Turney, P. (1992), *Common Cents: The ABC Performance Breakthrough*, Hillsboro: Cost Technology.
- Ürkmez, S. Ö., Bilgili, E., Ziareti, R. & Stockton, D. (2008), *Application of Novel Artificial Intelligent Techniques in Ship Building Using Activity Based Costing and Neural Networks*, Proceedings of 2008 International Maritime Lecturers Association (IMLA 2008), İzmir.
- Varila, M., Seppanen, M. & Suomala, P. (2007), Detailed Cost Modelling: A Case Study in Warehouse Logistic, *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management*, 3, 37, 184-200.
- Wang, P., Du, F., Lei, D. & Lin, T. W. (2010), The Choice of Cost Drivers in Activity-Based Costing: Application at A Chinese Oil Well Cementing Company, *International Journal of Management*, 27, 2, 367-380.