



**MACBETH Tabanlı Bulanık MARCOS Yöntemi ile Bir Tekstil İşletmesi için Ürün Grubu Seçimi**

**Product Group Selection for a Textile Company with MACBETH Based Fuzzy MARCOS Method**

**Emel ERCAN<sup>1</sup>**

**Nilsen KUNDAKCI<sup>2\*</sup>**

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, emel.aydin88@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3070-2903>

<sup>2</sup> Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, nilsenk@pau.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7283-320X>,

\* Yazışılan Yazar/Corresponding author

Makale Geliş/Received: 19.09.2022

Makale Kabul/Accepted: 27.10.2022

Araştırma Makalesi / Research Paper

DOI: 10.47097/piar.1177382

**Öz**

Tekstil işletmeleri hızlı değişen sektör dinamiklerinde ve artan rekabet ortamında hayatta kalabilmek için hem üretecekleri ürünlere doğru karar vermeli hem de üretimlerini gerçekleştirirken maliyet, hammadde temini, kapasite doluluk ve hata oranı kriterlerini optimum şartlarda sağlayabilmelidir. Bu çalışmada, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation TecHnique) ve bulanık MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking according to the COMpromise Solution) yöntemleri birlikte kullanılarak bir tekstil işletmesi için üretilecek ideal ürün grubu belirlenmeye çalışılmıştır. Üretilecek ideal ürün grubu seçiminde dikkate alınan maliyet, hammadde temini, kapasite doluluk ve hata oranı kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde MACBETH yönteminden yararlanılmıştır. İşletmenin yoğun olarak en fazla ürettiği dört ürün grubu alternatifinin değerlendirilmesinde bulanık MARCOS yöntemi kullanılmış ve tekstil işletmesinde üretim parametrelerinin optimal şekilde yönetilebilmesi için en uygun ürün grubu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ÇKKV, MACBETH, Bulanık MARCOS, Ürün Seçimi

**Abstract**

In order to survive in the rapidly changing sector dynamism and increasing competition environment, textile companies should both make the right decision for the products they will produce and provide the cost, raw material supply, capacity occupancy and error rate criteria under optimum conditions. In this study, the ideal product group to be produced for a textile company was determined by using MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) and fuzzy MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking according to the COMpromise Solution) methods, which are among the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods. The MACBETH method was used to determine the weights of the cost, raw material supply, capacity occupancy and error rate criteria, which are considered in the selection of the ideal product group to be produced. The fuzzy MARCOS method was used in the evaluation of the four product group alternatives that the company produces intensively, and the most suitable product group was determined for the optimal management of production parameters in the textile company.

**Key words:** MCDM, MACBETH, Fuzzy MARCOS, Product Selection

**Jel Kodları:** C02, C44, M11

**Jel Codes:** C02, C44, M11

## 1. GİRİŞ

Tekstil sektöründe hızlı değişen trend, artan çeşitlilik ve yaşanan yoğun rekabet ortamı; tekstil işletmelerinin kısa sürede, düşük maliyette ve istenen kalitede üretim yapmalarını zorunlu hale getirmiştir. Tekstil işletmelerinin bu beklentileri karşılarken üretim kapasitelerini de etkin kullanması gereklidir. Piyasadaki rakiplerin önüne geçebilmek ve erişilebilecek hedef kitleyi artırmak amacıyla tekstil işletmelerinin optimum şartlarda üretecekleri ideal ürünleri belirlemeleri, oldukça önemli bir karardır.

Etkili, doğru ve hızlı bir karar verme sürecinin yürütülebilmesi için karar verme araçlarından destek alınması önemlidir. Karar verme sürecinde matematiksel modeller kullanarak etkinliği artıran Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, çeşitli çalışmalarda kullanılmıştır (Yıldırım, 2015:287). ÇKKV yöntemleri ile çok sayıda kriter ve alternatif değerlendirilerek, en iyi alternatif belirlenebilmektedir. Belirsizliğin hâkim olduğu ve kesin olmayan yargıların bulunduğu gerçek problemlerin çözümünde klasik ÇKKV yöntemleri yetersiz kalabilmektedir. Böyle durumlarda bulanık mantık teorisi kullanılarak problem çözümü güçlendirilebilir (Ustalı ve Tosun, 2019:26).

Bu çalışmada bir tekstil işletmesinde üretilecek ideal ürün grubu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda kriter ağırlıkları MACBETH yöntemiyle oluşturulmuş, alternatifler arasından en ideal ürün grubu ise bulanık MARCOS yöntemi kullanılarak elde edilmiştir. MACBETH ile bulanık MARCOS yönteminin ilk defa bir arada kullanılması çalışmanın özgünlüğünü göstermektedir. Çalışmada kullanılan bütünlük yöntemin anlaşılır olması, kullanıcılara kullanım kolaylığı sağlaması ve bulanık ortamdaki grup karar verme süreçlerinde rahatça uygulanabilmesi en önemli avantajlar olarak gösterilebilir. Bulanık MARCOS yöntemi kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için bir yöntem önermemektedir. Bu nedenle bu çalışmada kalitatif değerler ile karşılaştırma yapılmasına olanak veren MACBETH yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde MACBETH yöntemi açıklanmıştır. Bu bölümde yönteme ilişkin literatür taramasına ve yöntemin adımlarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde bulanık küme teorisi kavramına değinilmiştir. Dördüncü bölümde ise bulanık MARCOS yöntemi açıklanmış ve yöntemin aşamalarına değinilmiştir. Beşinci bölümde uygulama ele alınmış, altıncı bölümde ise sonuç ve öneriler sunulmuştur.

## 2. MACBETH YÖNTEMİ

MACBETH (Measurement Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) yöntemi ilk olarak Bana e Costa, Vansnick ve De Corte tarafından 1990'lı yıllarda önerilmiştir (Kundakcı, 2016: 18). Yöntem karar vericiye farklı alternatifler arasındaki görece tercih edilme seviyesini gösterir. Bu yöntem temelinde kalitatif yargılar kullanılarak alternatifler ile bu alternatiflerin kriterleri arasında değerlendirmeler yapılır.

MACBETH yöntemini diğer ÇKKV yöntemlerinden ayıran temel özellik, değerlendirme sürecinde kantitatif değerler yerine kalitatif değerler ile karşılaştırma yapılmasıdır. Yaklaşımda ikili karşılaştırmalar yapılmakta ve bu karşılaştırmalarda takdire dayalı bilgi kullanılmaktadır. Yöntemde, kriterlerin kalitatif değerlerine göre oluşturulan ikili

karşılaştırmalar ile her bir kriterin görece ağırlığı da tayin edilebilmektedir (Bana e Costa vd., 2012: 359). Yöntemin kolay uygulanabilmesi için M-MACBETH program yazılımı geliştirilmiştir. Karar vericinin kalitatif bilgilere göre değerlendirdiği karşılaştırma bilgileri M-MACBETH programına girildiğinde, kalitatif değerlendirmelerin tutarlı olup olmadığı anlık olarak belirlenebilmektedir. Kalitatif değerlendirmeler arasında tutarsızlık mevcut ise bu değerlendirmelere yönelik yeni çözüm önerileri program tarafından verilmektedir (M-MACBETH Kullanıcı Kılavuzu, 2005: 26).

MACBETH yöntemi çeşitli makale ve projelerde kullanılmıştır. Bana e Costa ve Correa (2000) MACBETH yöntemi ile Lizbon Gaz İşletmesi'nde toplam kalite yönetim sistemini tasarlamışlardır. Bana e Costa (2002) uluslararası kamu ihalelerinde tekliflerin değerlendirilip yüklenicilerin seçilmesinde MACBETH yöntemini kullanmıştır. Bana e Costa vd. (2002), MACBETH yöntemi ile stratejik şehir planı oluşturmuşlardır. Ayrıca MACBETH yönteminden, tedarikçi seçimi (Karande ve Chakraborty, 2013), yüksek öğretimde en iyi işletme oyunu seçimi (Cuadrado ve Fernández, 2013), tesis yerleşim yeri seçimi (Karande ve Chakraborty, 2014), bireysel emeklilik sistem seçimi (Genç vd., 2015), hava kompresörü seçimi (Kundakcı ve Tuş Işık, 2016), tekstil işletmesinde desen programı seçimi (Ercan ve Kundakcı, 2017), tekstil endüstrisinde yeşil tedarikçi seçimi (Gören ve Şenocak, 2018), kurumsal kaynak planlama sistemlerinin seçimi (Ayçin, 2019), KOBİ'lerin finansal performanslarının değerlendirilmesi (Ayçin ve Çakın, 2019), konfeksiyon işletmeleri için en uygun fason seçimi (Cevizci ve Kayacan, 2019), çırçır fabrikasında makine seçim kriterlerinin değerlendirilmesi (Özdağoğlu vd, 2020), turizm işletmelerinin finansal performanslarının incelenmesi (Arsu ve Ayçin, 2020), termik santrallerin işletme yollarının optimizasyonu (Moraes vd, 2021), çevik tedarik zinciri performanslarının değerlendirilmesi (Çimenyayla, 2021), uzun mesafe doğal gaz boru hattı güzergahlarının seçimi (Delouyi vd, 2022) gibi alanlarda da yararlanılmıştır.

MACBETH yönteminin adımları şu şekilde sıralanabilir (Kundakcı, 2016: 18):

**Adım 1.** Kriterler belirlenir ve değer ağacı yapısı ile gösterimi oluşturulur.

**Adım 2.** Alternatifler belirlenir ve her bir kriter bazında alternatiflerin muhtemel performansını gösteren sıralı performans seviyeleri tanımlanır. Seviyeler, en az iki referans değerine sahip olmalıdır. Üst referans seviyesi 100 puan iken, nötr olan alt referans seviyesi 0 puandır. Burada 100 puan muhtemel en iyi puanı ifade etmez iken, 0 belirlenen kriter altında alternatifin de en kötü performansı temsil ettiği anlamına gelmemektedir (Karande ve Chakraborty, 2013: 63).

**Adım 3.**  $n \times n$  boyutunda kriter matrisi oluşturularak kriterler yukarıdan aşağıya ve soldan sağa önem derecesine göre matris içinde sıralanır. Daha sonra,  $m \times m$  boyutunda alternatif matrisi oluşturulur. Belirlenen kriterlere göre değerlendirilecek alternatif sayısı  $m$  ile ifade edilir. Alternatifler yukarıdan aşağıya ve soldan sağa önem derecesine göre matris içinde sıralanır. Elde edilen bu sıralama, kalitatif performans seviyelerinin ölçülebilmesi ve kantitatif performans düzeylerinin MACBETH ölçeğine dönüştürülebilmesi için gereklidir.

**Adım 4.** Hem kriterler ve hem de alternatifler için ikili kıyaslamalar yapılır. Yöntemde karar vericiler değerlendirme yaparken Tablo 1'deki yedi kategorili ölçeği kullanırlar.

**Adım 5.** Değerlendirilen yargıların tutarlılığı karar verici tarafından kontrol edilir. Tutarsız olduğu tespit edilen yargılara yönelik olası değişiklikler M-MACBETH yazılımı tarafından önerilir (Bana e Costa ve Oliveira, 2002: 384).

**Tablo 1.** MACBETH Semantik Ölçek Tablosu

Semantik Ölçek	Sayısal Ölçek	Anlamı
Fark Yok	0	Alternatifler arasında fark olmaması
Çok Zayıf	1	Bir alternatifin diğerine göre çok zayıf derecede önemli olması
Zayıf	2	Bir alternatifin diğerine göre zayıf derecede önemli olması
Orta Derece	3	Bir alternatifin diğerine göre orta derecede önemli olması
Güçlü	4	Bir alternatifin diğerine göre güçlü derecede önemli olması
Çok Güçlü	5	Bir alternatifin diğerine göre çok güçlü derecede önemli olması
Aşırı	6	Bir alternatifin diğerine göre aşırı derecede önemli olması

Kaynak: Karande ve Chakraborty, 2013:263

**Adım 6.** MACBETH ölçeği doğrultusunda verilen tutarlı yargılar, doğrusal programlama modelleri yardımıyla uygun sayısal bir ölçeğe dönüştürülür ve kriterlerin ağırlıkları ile alternatiflerin tercih edilebilmesine yönelik puanlar belirlenir.

**Adım 7.** Belirlenen her bir alternatif puanı, ilgili kriter ağırlığı ile çarpılarak toplanır. Böylece her bir alternatifin genel puanı elde edilir. Alternatiflerin genel puanları büyükten küçüğe doğru sıralanır. En yüksek puan en iyi alternatifi göstermektedir.

### 3. BULANIK KÜME TEORİSİ

Bulanık küme kavramı, literatüre Lotfi A. Zadeh (1965) tarafından kazandırılmıştır. Zadeh, özelliklerin klasik kümelerde ikili üyelik fonksiyonu ile ifade edilmesi yerine bulanık kümelerde kademeli üyelik fonksiyonuyla ifade edilmesini önermiştir (Baykal ve Beyan, 2004: 74). Klasik küme teorisi kavramında bir eleman ya kümeye dahildir ya da dahil değildir. Bu ifade keskin bir ayırmadır. Ancak gerçek hayatta klasik küme teorisi ile açıklanamayan birçok durum mevcuttur (Chen ve Pham, 2001: 1). Klasik küme teorisinin genişletilmiş hali olan bulanık küme teorisinde kademeli üyelik mevcuttur. Bulanık küme teorisindeki elemanların üyelik dereceleri  $[0,1]$  aralığında değişkenlik göstermektedir. 0 değeri üye değil, 0-1 aralığı değerleri ara üyelik ve 1 değeri ise tam üyelik olarak ifade edilir.

Bir problem sürecinde belirsiz bilgiler veya karar vericilerin belirsiz yargıları mevcut ise bu ifadeler için bulanık sayılar kullanılmaktadır (Tuş ve Aytaç Adalı, 2021: 6). Bulanık sayı gerçel sayılarda tanımlanmış, normalleştirilmiş, dışbükey ve sınırlı-süreklili üyelik fonksiyonu olan bulanık küme olarak tanımlanmıştır (Katrancı ve Kundakcı, 2020: 66). İncelenen konuya göre çeşitli bulanık sayıların kullanımı mevcuttur. Çalışmaların genelinde üçgen ve yamuk

bulanık sayılar tercih edilmektedir. Bu çalışma kapsamında da kullanım kolaylığı nedeniyle üçgen bulanık sayılardan yararlanılmıştır.

$l$ ,  $m$  ve  $u$  parametreleri ile gösterilen üçgen bulanık sayı  $\tilde{A}$ 'nın üyelik fonksiyonu Eşitlik 1'deki gibi tanımlanır (Cheng ve Lin, 2002: 177):

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ (x - l)/(m - l), & l \leq x \leq m \\ (u - x)/(u - m), & m \leq x \leq u \\ 0, & x > u \end{cases} \quad (1)$$

Bulanık bir sayıyı kesin bir sayıya dönüştürebilmek için durulaştırma işlemi yapılır. Çalışma kapsamında üçgen bir bulanık sayı olan  $\tilde{A} = (l, m, u)$ , Eşitlik 2 kullanılarak durulaştırılmıştır.  $R(\tilde{A})$  durulaştırılmış değeri ifade etmektedir (Kwong ve Bai, 2003).

$$R(\tilde{A}) = \frac{l+4m+u}{6} \quad (2)$$

#### 4. BULANIK MARCOS YÖNTEMİ

MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking according to the COmpromise Solution) Stević vd. (2020) tarafından önerilmiş olan güncel bir ÇKKV yöntemidir. Yöntemde, alternatifler ile ideal olan ve ideal olmayan alternatifler arasındaki ilişki incelenmektedir. Bu ilişkiye göre her bir alternatif için fayda fonksiyonu hesaplanır ve uzlaşık sıralama ideal ve ideal olmayan çözümlere göre belirlenir. Fayda fonksiyon değerleri doğrultusunda karar tercihleri tanımlanır. Bir alternatifin konumu, ideal olan ve ideal olmayan bir çözüme göre fayda fonksiyonları aracılığıyla gösterilir. İdeal olan alternatifin en yakını ve ideal olmayan alternatifin en uzağı, en iyi alternatif olarak belirtilir.

Güncel bir yöntem olmasına rağmen literatürde farklı alanlara uygulanmıştır. Bu çalışmalara; trafik riski sıralaması (Stanković vd.,2020), çelik üretim şirketi için tedarikçi seçimi (Badi ve Pamucar, 2020), spa merkezlerinin rekabet gücünü belirleme (Mijajlović vd. 2020), bulut hizmeti seçimi (Ilieva, 2020), yolun güvenlik değerlendirmesi (Simić vd., 2020), sivil havacılıkta kabin memuru seçimi (Özdağoğlu vd., 2021), havayolu endüstrisinde dijital dönüşüm stratejisi analizi (Büyüközkan vd., 2021), bölgesel uçak seçimi (Bakır vd., 2021), sürdürülebilir tedarikçi seçimi (Puška vd., 2021), drone tabanlı şehir lojistiği konseptlerinin değerlendirilmesi (Kovač vd. 2021), internet servis sağlayıcı seçimi (Tuş ve Aytaç Adalı, 2021), havayolu sektöründe e-hizmet kalitesinin değerlendirilmesi (Bakır ve Atalık, 2021), enerji servis şirketi seçimi (Kundakcı, 2022) örnek gösterilebilir.

Bulanık MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking according to the COmpromise Solution) literatürdeki güncel yöntemlerinden biri olup, Stanković vd. tarafından geliştirilmiştir (Stanković vd., 2020). Bulanık MARCOS yönteminin uygulanabilmesi için izlenmesi gereken adımlar, şu şekilde özetlenebilir (Stanković vd., 2020: 5-7):

**Adım 1.** Ürün grubu alternatifleri her bir kriter bazında, karar vericiler tarafından Tablo 2'deki Santos ve Camargo (2010)'un önerdiği sözel değişkenler kullanılarak değerlendirilir ve Eşitlik 3'te görülen başlangıç bulanık karar matrisine ulaşılır.

**Tablo 2.** Bulanık MARCOS sözel değişkenler

Sözel Değişken	Uygun Üçgen Bulanık Sayı			
	<i>l</i> : alt değer	<i>m</i> : orta değer	<i>u</i> : üst değer	
Çok Düşük	ÇD	0	0	0,25
Düşük	D	0	0,25	0,5
Orta	O	0,25	0,5	0,75
Yüksek	Y	0,5	0,75	1
Çok Yüksek	ÇY	0,75	1	1

Kaynak: Santos ve Camargo, 2010:3

$$\tilde{X}^k = [\tilde{x}_{ij}^k]_{m \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11}^k & \tilde{x}_{12}^k & \dots & \tilde{x}_{1n}^k \\ \tilde{x}_{21}^k & \tilde{x}_{22}^k & \dots & \tilde{x}_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1}^k & \tilde{x}_{m2}^k & \dots & \tilde{x}_{mn}^k \end{bmatrix} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; k = 1, 2, \dots, K) \quad (3)$$

Burada  $\tilde{x}_{ij}^k$ , *i*. alternatifin *j*. kriterde *k*. karar verici tarafından değerlendirilen bulanık performans değerini ifade etmektedir.  $\tilde{x}_{ij}^k = (l_{ij}^k, m_{ij}^k, u_{ij}^k)$  bulanık üçgen sayıları ifade etmektedir.

Tüm karar vericilerin bulanık karar matrisleri, Eşitlik 4'e göre birleştirilir ve başlangıç bulanık grup karar matrisi, Eşitlik 5'teki gibi oluşturulur.

$$\tilde{x}_{ij} = \sum_{k=1}^K w_k \tilde{x}_{ij}^k = (\sum_{k=1}^K w_k l_{ij}^k, \sum_{k=1}^K w_k m_{ij}^k, \sum_{k=1}^K w_k u_{ij}^k) \quad (k = 1, 2, \dots, K) \quad (4)$$

$$\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

$\tilde{x}_{ij}$ , *i*. alternatifin *j*. kriterde bütünleşik bulanık performansının değerini ifade eder.  $\tilde{x}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$  ile gösterilir ve  $w_k$  ise *k*. karar vericinin ağırlığını ifade eder.

**Adım 2.** Genişletilmiş bulanık karar matrisi, Eşitlik 6'daki gibi oluşturulur. İdeal olan  $\tilde{A}(ID)$  ve ideal olmayan  $\tilde{A}(AID)$  çözümler bulunup, başlangıç grup karar matrisine eklenir. Alternatifler içerisinde en iyi özellikleri gösteren ideal çözümü, en kötü özellikleri gösteren ideal olmayan çözümü ifade eder.

$$\tilde{X} = [\tilde{x}_{ij}]_{(m+1) \times (n+1)} \begin{bmatrix} \tilde{x}_{AID1} & \tilde{x}_{AID2} & \dots & \tilde{x}_{AIDn} \\ \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \\ \tilde{x}_{ID1} & \tilde{x}_{ID2} & \dots & \tilde{x}_{IDn} \end{bmatrix} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (6)$$

Eşitlik 7 kullanılarak  $\tilde{A}(ID)$  ve Eşitlik 8 kullanılarak ise  $\tilde{A}(AID)$  çözümleri elde edilir. Kriter daha yüksek değerde daha iyi durumu temsil ettiğinde fayda kriteri, daha düşük değerde daha iyi durumu temsil ettiğinde ise maliyet kriteri olarak ifade edilmektedir.

$$\tilde{A}(ID) = \begin{matrix} j \in \text{fayda} & \text{maks } \tilde{x}_{ij} \\ j \in \text{maliyet} & \text{min } \tilde{x}_{ij} \end{matrix} \quad (7)$$

$$\tilde{A}(AID) = \begin{matrix} j \in \text{fayda} & \text{min } \tilde{x}_{ij} \\ j \in \text{maliyet} & \text{maks } \tilde{x}_{ij} \end{matrix} \quad (8)$$

**Adım 3.** Genişletilmiş bulanık karar matrisi normalize ( $\tilde{N}$ ) edilir. Normalizasyon işleminde fayda kriteri için Eşitlik 10'dan ve maliyet kriteri için Eşitlik 11'den faydalanılmaktadır.

$$\tilde{N} = [\tilde{n}_{ij}]_{m \times n} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (9)$$

$$\tilde{n}_{ij} = j \in \text{fayda} \quad \left( \frac{l_{ij}}{u_j^*}, \frac{m_{ij}}{u_j^*}, \frac{u_{ij}}{u_j^*} \right) \quad (10)$$

$$\tilde{n}_{ij} = j \in \text{maliyet} \quad \left( \frac{l_j^-}{u_{ij}}, \frac{l_j^-}{m_{ij}}, \frac{l_j^-}{l_{ij}} \right) \quad (11)$$

$$u_j^* = \text{maks } u_{ij} \quad (12)$$

$$l_j^- = \text{min } l_{ij} \quad (13)$$

Normalize edilen bulanık performans değerleri,  $\tilde{n}_{ij}$  ile gösterilmektedir.

**Adım 4.** Ağırlıklı normalize edilen bulanık karar matrisi  $\tilde{R}$ , Eşitlik 14 ve 15 kullanılarak elde edilir.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \quad (14)$$

$$\tilde{r}_{ij} = w_j \tilde{n}_{ij} \quad (15)$$

Ağırlıklandırılmış normalize bulanık performans değerleri  $\tilde{r}_{ij}$  olarak,  $j$ . kriter ağırlığı ise  $w_j$  ( $0 < w_j < 1$ ) olarak belirtilmektedir. Bu çalışmada kriter ağırlıkları MACBETH yöntemi ile belirlenmiştir.

**Adım 5.** Her bir alternatif için fayda derecesi  $\tilde{K}_i$ , Eşitlik 16 ve 17 yardımı ile elde edilir.

$$\tilde{K}_i^- = \frac{\tilde{s}_i}{\tilde{s}_{AID}} \quad (16)$$

$$\tilde{K}_i^+ = \frac{\tilde{s}_i}{\tilde{s}_{ID}} \quad (17)$$

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{r}_{ij} \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (18)$$

**Adım 6.** Toplam Fayda Derecesi ( $\tilde{T}_i$ ), Eşitlik 19 yardımıyla her bir alternatif için hem ideal olan hem de ideal olmayan çözümler açısından hesaplanır.

$$\tilde{T}_i = \tilde{K}_i^- + \tilde{K}_i^+ \quad (19)$$

Fayda derecelerinin toplamının en büyük değerleri, Eşitlik 20'deki gibi yeni bir bulanık temsili değeri  $\tilde{R}_i$  ile gösterilir. Ardından  $\tilde{R}_i$  değeri, Eşitlik 2 ile durulaştırılarak kesin değer  $R_i$  elde edilir.

$$\tilde{R}_i = \max_i \tilde{T}_i \quad (20)$$

**Adım 7.** Bulanık fayda fonksiyonları, ideal olan ve ideal olmayan çözümler için sırasıyla Eşitlik 21 ve Eşitlik 22 kullanılarak belirlenir.

$$f(\tilde{K}_i^+) = \frac{\tilde{K}_i^-}{R_i} \quad (21)$$

$$f(\tilde{K}_i^-) = \frac{\tilde{K}_i^+}{R_i} \quad (22)$$

**Adım 8.** Alternatiflerin her biri için toplam fayda değerini gösteren  $f(K_i)$ , Eşitlik 23 kullanılarak hesaplanır.

$$f(K_i) = \frac{K_i^+ + K_i^-}{1 + \frac{1-f(K_i^+)}{f(K_i^+)} + \frac{1-f(K_i^-)}{f(K_i^-)}} \quad (23)$$

$K_i^+$ ,  $K_i^-$ ,  $f(K_i^+)$  ve  $f(K_i^-)$  değerleri,  $\tilde{K}_i^+$ ,  $\tilde{K}_i^-$ ,  $f(\tilde{K}_i^+)$  ve  $f(\tilde{K}_i^-)$ 'nin durulaştırılmış halidir. Her bir alternatif için elde edilen  $f(K_i)$  nihai değerlendirme puanı olarak kullanılmaktadır. En yüksek nihai değerlendirme puanına sahip alternatif, en iyi alternatif olarak seçilmektedir.

## 5. UYGULAMA

Bu çalışma kapsamında bir tekstil işletmesinde üretilecek en ideal ürün grubu alternatifi belirlenmeye çalışılmıştır. İşletmenin rakipleri karşısında avantaj sağlayabilmesi ve hedef kitlesini arttırabilmesine yönelik ideal ürün grubunun belirlenebilmesi için işletmede çalışan üç uzman görüşü dikkate alınmıştır. Söz konusu uzmanlar, pazarlama ve üretim birimlerinde 10 yıldan fazla görev yapmaktadır. Uzmanlar tarafından belirlenen kriterler bazında işletmenin en fazla ürettiği dört ürün grubu (Model-1, Model-2, Model-3, Model-4) değerlendirilmiştir. Alternatif olarak değerlendirilen ürün grupları, işletmenin yoğun olarak sürekli ürettiği, dikişsiz iç giyim ürünlerinden oluşmakta olup ürünlerin dikim süreçlerindeki benzerlikleri ve nihai müşteri kullanımları göz önüne alınarak oluşturulmuştur. Kriterlerin ağırlıkları MACBETH yöntemi ile belirlendikten sonra, bulanık MARCOS yöntemi ile tekstil işletmesinde üretilecek en ideal ürün grubu seçilmiştir.

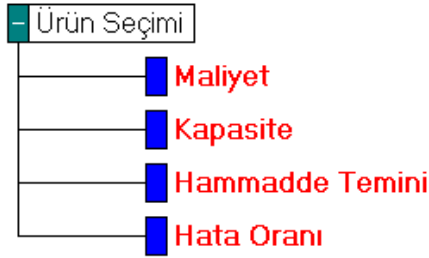
### 5.1. Kriter Ağırlıklarının MACBETH Yöntemi ile Belirlenmesi

Tekstil işletmesindeki üretim parametrelerinin optimal şekilde yönetilebilmesi için üretilecek ürün grubu seçimi problemindeki kriterlerin belirlenmesi aşamasında öncelikle ilgili çalışmalar araştırılarak (Başkaya ve Akar, 2005: 277; Atalay ve Can, 2017: 2637; Ustalı ve



Tosun, 2019: 25-30; Arı ve Aydın: 2019: 197; Şimşek ve Çakır, 2020: 555-556) literatür taraması yapılmıştır. Literatür ve uzman görüşleri dikkate alınarak üretilecek ideal ürün grubu seçimi problemi için en önemli kriterler, maliyet (M), kapasite doluluğu (K), hammadde temini (T) ve hata oranı (H) olarak belirlenmiştir. Ürün seçim sürecinde kriter ağırlıklarının belirlenebilmesi için M-MACBETH programı kullanılmıştır.

Üç uzman tarafından belirlenen seçim kriterleri tanımlandıktan sonra değer ağacı, Şekil 1'de görüldüğü gibi M-MACBETH programı ile oluşturulmuştur.



Şekil 1. Değer Ağacı

M-MACBETH programında ürün seçim kriterleri önem derecesine göre soldan sağa doğru sıralanmış ve uzmanlar tarafından ikili kıyaslamalar, Tablo 1'de verilen ölçek yardımıyla yapılmıştır. Kriter ağırlıklarının matris şeklinde ifadesi, Şekil 2'de ve değerlendirme sonucunda elde edilen kriter ağırlıklarının değerleri de Tablo 3'te sunulmuştur.

	[ M ]	[ K ]	[ T ]	[ H ]	[ all lower ]	Current scale	
[ M ]	no	moderate	strong	strong	positive	47.37	extreme
[ K ]		no	moderate	strong	positive	31.58	v. strong
[ T ]			no	weak	positive	15.79	strong
[ H ]				no	positive	5.26	moderate
[ all lower ]					no	0.00	weak
							very weak
							no

Şekil 2. Kriter ağırlıkları matrisi

Tablo 3. Kriter ağırlıkları sonuçları

Kriterler	M	K	T	H
Ağırlıklar	0,4737	0,3158	0,1579	0,0526

Tekstil işletmesinde üretilecek ideal ürün grubunun seçilebilmesi için uzmanlar tarafından en önemli kriter, "maliyet" olarak belirlenmiştir. Tekstil işletmesinde üretim parametrelerinin optimal şekilde yönetilebilmesi için öncelikle maliyet, sonrasında ise sırasıyla kapasite doluluğu, hammadde temini ve hata oranı kriterlerinin dikkate alınması önerilebilir.

## 5.2. Bulanık MARCOS ile Üretilen İdeal Ürün Grubu Alternatifinin Belirlenmesi

Kriter ağırlıkları MACBETH yöntemi ile belirlendikten sonra, tekstil işletmesindeki üç uzman kişi tarafından her bir kriter bazında ürün grubu alternatifleri, Tablo 2'deki sözel değişkenler kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sözel değerlendirmeler, Tablo 4'teki gibidir.

**Tablo 4.** Ürün grubu alternatiflerinin kriterlere göre performansları

	U1				U2				U3			
	M	K	T	H	M	K	T	H	M	K	T	H
<b>Model-1</b>	O	ÇD	O	O	O	ÇD	D	Y	O	ÇD	O	Y
<b>Model-2</b>	ÇY	Y	ÇY	Y	Y	O	Y	Y	Y	O	Y	Y
<b>Model-3</b>	Y	O	Y	O	Y	D	O	Y	Y	O	O	Y
<b>Model-4</b>	D	ÇD	O	O	O	D	D	Y	O	D	D	O

Her bir uzmanın ağırlığı eşit görülerek, uzman kişilerin değerlendirdiği karar matrisleri Eşitlik 4'e göre birleştirilmiştir. Ardından kriterlerin fayda (K) ve maliyet (M, T, H) durumlarına göre ideal olan ve ideal olmayan çözümler belirlenmiş ve genişletilmiş bulanık grup karar matrisi, Tablo 5'teki gibi oluşturulmuştur.

**Tablo 5.** Birleştirilmiş ve genişletilmiş bulanık grup karar matrisi

	M			K			T			H		
<b>A(AID)</b>	0,58	0,83	1,00	0,00	0,00	0,25	0,58	0,83	1,00	0,50	0,75	1,00
<b>Model-1</b>	0,25	0,50	0,75	0,00	0,00	0,25	0,17	0,42	0,67	0,42	0,67	0,92
<b>Model-2</b>	0,58	0,83	1,00	0,33	0,58	0,83	0,58	0,83	1,00	0,50	0,75	1,00
<b>Model-3</b>	0,50	0,75	1,00	0,17	0,42	0,67	0,33	0,58	0,83	0,42	0,67	0,92
<b>Model-4</b>	0,17	0,42	0,67	0,00	0,17	0,42	0,08	0,33	0,58	0,33	0,58	0,83
<b>A(ID)</b>	0,17	0,42	0,67	0,33	0,58	0,83	0,08	0,33	0,58	0,33	0,58	0,83

Genişletilmiş bulanık karar matrisi Eşitlik 10 ve 11 uygulanarak normalize edilir. Tablo 6, normalize bulanık karar matrisini göstermektedir.

**Tablo 6.** Normalize bulanık karar matrisi

	M			K			T			H		
<b>A(AID)</b>	0,17	0,20	0,29	0,00	0,00	0,30	0,08	0,10	0,14	0,33	0,44	0,67
<b>Model-1</b>	0,22	0,33	0,67	0,00	0,00	0,30	0,13	0,20	0,50	0,36	0,50	0,80
<b>Model-2</b>	0,17	0,20	0,29	0,40	0,70	1,00	0,08	0,10	0,14	0,33	0,44	0,67
<b>Model-3</b>	0,17	0,22	0,33	0,20	0,50	0,80	0,10	0,14	0,25	0,36	0,50	0,80
<b>Model-4</b>	0,25	0,40	1,00	0,00	0,20	0,50	0,14	0,25	1,00	0,40	0,57	1,00
<b>A(ID)</b>	0,25	0,40	1,00	0,40	0,70	1,00	0,14	0,25	1,00	0,40	0,57	1,00

Tablo 3'te verilen kriter ağırlıkları ve normalize edilmiş bulanık karar matrisindeki değerler çarpılarak Tablo 7'deki ağırlıklı normalize bulanık karar matrisine ulaşılır.

**Tablo 7.** Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi

	M			K			T			H		
<b>A(AID)</b>	0,08	0,09	0,14	0,00	0,00	0,09	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
<b>Model-1</b>	0,11	0,16	0,32	0,00	0,00	0,09	0,02	0,03	0,08	0,02	0,03	0,04
<b>Model-2</b>	0,08	0,09	0,14	0,13	0,22	0,32	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04
<b>Model-3</b>	0,08	0,11	0,16	0,06	0,16	0,25	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,04
<b>Model-4</b>	0,12	0,19	0,47	0,00	0,06	0,16	0,02	0,04	0,16	0,02	0,03	0,05
<b>A(ID)</b>	0,12	0,19	0,47	0,13	0,22	0,32	0,02	0,04	0,16	0,02	0,03	0,05

Her bir alternatif için Eşitlik 16 ve 17 kullanılarak fayda derecesi ( $\bar{K}_i$ ), Eşitlik 19 kullanılarak toplam fayda derecesi ( $\bar{T}_i$ ), Eşitlik 21 ve 22 kullanılarak fayda fonksiyonları  $f(\bar{K}_i)$ , hesaplanmış ve Tablo 8'de verilmiştir.

**Tablo 8.** Bulanık MARCOS hesaplamaları

	$\bar{K}_i^-$			$\bar{K}_i^+$			$\bar{T}_i$			$f(\bar{K}_i^-)$			$f(\bar{K}_i^+)$		
<b>Model-1</b>	0,50	1,61	4,85	0,14	0,45	1,84	0,65	2,06	6,69	0,12	0,38	1,15	0,03	0,11	0,44
<b>Model-2</b>	0,82	2,65	4,64	0,24	0,74	1,76	1,06	3,39	6,40	0,20	0,63	1,10	0,06	0,18	0,42
<b>Model-3</b>	0,62	2,33	4,49	0,18	0,65	1,71	0,79	2,98	6,19	0,15	0,55	1,07	0,04	0,15	0,41
<b>Model-4</b>	0,56	2,41	7,68	0,16	0,67	2,92	0,73	3,08	10,60	0,13	0,57	1,83	0,04	0,16	0,69

Son olarak Tablo 9'da ürün grubu alternatifleri, Eşitlik 23 ile hesaplanmış olan toplam fayda  $f(K_i)$  değerlerine göre sıralanmıştır. Elde edilen sıralamaya göre en yüksek  $f(K_i)$  değerini alan Model-4, üretilecek en ideal ürün grubu olarak seçilmiştir.

**Tablo 9.** Alternatiflerin sıralanması

	$f(K_i)$	Sıralama
<b>Model-1</b>	0,333	4
<b>Model-2</b>	0,619	2
<b>Model-3</b>	0,494	3
<b>Model-4</b>	0,823	1

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmada, bir tekstil işletmesinde optimum şartlarda üretilecek ürün grubu alternatiflerinin değerlendirilmesi için MACBETH ve bulanık MARCOS yöntemleri ile en ideal ürün grubunun seçilmesi hedeflenmiştir.

Üretilecek ürün grubu seçimi problemindeki kriterlerin ağırlıkları, MACBETH yöntemi kullanılarak hesaplanmış ve en önemli kriterin "maliyet" olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda piyasadaki rakiplere göre üstünlük sağlayabilmek ve hedef kitleyi arttırabilmek

için tekstil işletmesinde üretilecek ürün grubu seçiminde öncelikle maliyet olmak üzere sırasıyla kapasite doluluğu, hammadde temini ve hata oranı kriterlerinin dikkate alınması önerilebilir. Çalışmada, bulanık MARCOS yöntemi ile üretilecek ürün grubu alternatifleri, belirlenen kriterler bazında üç uzman tarafından değerlendirilmiş ve üretilecek en ideal ürün grubu, Model-4 olarak belirlenmiştir.

Çalışmada MACBETH yöntemi ile bulanık MARCOS yöntemi ilk defa birlikte kullanılarak üretilecek en ideal ürün grubu alternatifinin bulunmasında, kabul edilebilir bir sonuç elde edilmiştir. Bu doğrultuda, tekstil işletmelerinde optimum üretim parametreleri önceliklerinin belirlenmesi ve üretilecek ideal ürün alternatiflerinin değerlendirilmesi için yapılacak çalışmalara yol gösterici özelliktedir.

Gerçekleştirilen çalışmayla belirsiz bilginin olduğu koşullarda bulanık küme kavramı kullanılarak uzman kişilerin karar verme süreçlerindeki etkinliği artırılmıştır. Ayrıca, çalışmada uygulanan anlaşılır bütünleşik yöntem ile kullanıcılara kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Çalışmadaki yöntemin, bulanık ortamdaki grup karar verme süreçlerine rahatça uygulanabileceği görülmüştür. Bunun yanında çalışmada olası iyileştirmelerin yapılması da muhtemeldir. Gelecek çalışmalarda üretilecek ideal ürün grubu seçiminde ele alınacak kriterler ve alternatifler bazında yeniden düzenlemeler yapılarak problem aynı yöntemle çözülebilir. Farklı sektörlerdeki ürün seçimi problemlerinde önerilen bütünleşik metodoloji kullanılarak sektörel kıyaslamalar yapılabilir. Kriter ağırlıklarında değişiklikler yapılarak farklı duyarlılık analizleri oluşturulabilir ve önerilen metodolojinin güvenilirliği desteklenebilir. Ayrıca diğer ÇKKV yöntemleri kullanılarak ideal ürün sıralaması yeniden belirlenebilir ve elde edilen sonuçlar kıyaslanarak yöntemin geçerliliği artırılabilir.

## KAYNAKÇA

- Arı, E. ve Aydın, E. (2019). Çerkezköy Organize Sanayi Bölgesinde Bir Tekstil İşletmesinin En Uygun Kumaş Seçimi Probleminin Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ile Analizi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(6), 193-201.
- Arso, T. ve Ayçin, E. (2020). BIST Lokanta ve Oteller Sektöründeki Turizm İşletmelerinin Finansal Performanslarının MACBETH ve EDAS Yöntemleri ile İncelenmesi. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 20th International Symposium on Econometrics, Operations Research and Statistics EYI 2020 Special Issue, 156-178.
- Atalay, K. D. ve Can, G. F. (2017). A new hybrid intuitionistic approach for new product selection. *Soft Computing*, 22(8), 2633-2640.
- Ayçin, E. (2019). Kurumsal Kaynak Planlama (KKP) Sistemlerinin Seçiminde MACBETH ve MABAC Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 33(2), 533-552.
- Ayçin, E. ve Çakın, E. (2019). Kobi'lerin Finansal Performansının MACBETH-COPRAS Bütünleşik Yaklaşımıyla Değerlendirilmesi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 14(55), 251-265.

- Badi, I. & Pamucar, D., (2020). Supplier selection for steel making company by using combined Grey-MARCOS methods. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 3(2), 37-48.
- Bakır, M., Akan, Ş. ve Özdemir, E. (2021). Regional aircraft selection with fuzzy PIPRECIA and fuzzy MARCOS: a case study of the Turkish airline industry. *Facta Universitatis Series: Mechanical Engineering*, 19(3), Special Issue, 423 – 445.
- Bakır, M. ve Atalık, Ö. (2021). Application of fuzzy AHP and fuzzy MARCOS approach for the evaluation of e-service quality in the airline industry. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 4(1), 127-152.
- Bana e Costa, C.A. & Oliveira, R.C. (2002). Assigning priorities for maintenance, repair and refurbishment in managing a municipal housing stock. *European Journal of Operational Research*, 138, 380–391.
- Bana e Costa, C.A. (2002). Issues in facilitating bid evaluation in public call for tenders, Ed. Khosrowshahi, F, *Proceedings of the 3rd International Conference on Decision Making in Urban and Civil Engineering*, pp. 703–709, London.
- Bana e Costa, C. A., De Corte, J. M. & Vansnick, J. C. (2012). MACBETH. *International Journal of Information Tecnology & Decision Making*, 11, 2, 359-387.
- Bana e Costa, C.A. & Correa, E.C. (2000). Construction of a total quality index using a multicriteria approach: The case of Lisbon gas company. *Research Paper10/2000, CEG-IST, Technical University of Lisbon*.
- Bana e Costa, C.A., Da Costa-Lobo, M.L., Ramos, I.A. & Vansnick J.C. (2002). Multicriteria approach for strategic town planning, (Ed). Denis Bouyssou, Eric Jacquet-Lagrèze, Patrice Perny, Roman Słowiński, Daniel Vanderpooten and Philippe Vincke, *Aiding Decisions with Multiple Criteria*, New York: Springer.
- Başkaya, Z. ve Akar, C. (2005). Üretim Alternatifi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci: Tekstil İşletmesi Örneği (Selecting the Best Production Alternative by Using Analytical Hierarchy Process: The Case of Textile Company). *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(1), 273-286.
- Baykal, N. ve Beyan, T. (2004), *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Büyüközkan, G., Havle, C.A. ve Feyzioğlu, O. (2021). An integrated SWOT based fuzzy AHP and fuzzy MARCOS methodology for digital transformation strategy analysis in airline industry. *Journal of Air Transport Management*, 97, 102142.
- Cevizci, D. K. ve Kayacan, O. (2019). Konfeksiyon İşletmelerinde En Uygun Fason Seçimi Problemine MACBETH ve TOPSIS Yöntemlerinin Uygulanması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 21(62), 331-344.
- Chen, G. & Pham, T. T. (2001). *Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems*, Florida: CRC Press.
- Cheng, C. H. & Lin, Y. (2002). Evaluating the best main battle tank using fuzzy decision theory with linguistic criteria evaluation. *European Journal of Operational Research*, 142(1), 174-186.

- Cuadrado, M. R., & Fernández, M. G. (2013). Methodology to select the best business game in higher education. *American Journal of Industrial and Business Management*, 3(7), 589.
- Çimenyayla, S. (2021). MACBETH Çok Kriterli Karar Verme Yöntemiyle Çevik Tedarik Zincirlerinin Performans Değerlendirmesi (Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Delouyi, F. L., Ghodsypour, S. H., Ashrafi, M. & Saifoddin, A. (2022). Environmental analysis for the selection of long-distance natural gas pipeline routes using MACBETH. *Management of Environmental Quality*, 33, 2, 241-256.
- Ercan, E. ve Kundakcı, N. (2017). Bir Tekstil İşletmesi için Desen Programı Seçiminde ARAS ve OCRA Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(1), 83-105.
- Genç, T., Kabak, M., Köse, E. ve Yılmaz, Z. (2015). Bireysel Emeklilik Sistemi Seçimi Problemine İlişkin MACBETH Yaklaşımı. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 22, 47-65.
- Gören, H. G. ve Şenocak, A. A. (2018). MACBETH based Taguchi loss functions approach for green supplier selection: A case study in textile industry. *Textile and Apparel*, 28(2), 90-97.
- Ilieva, G., Yankova, T., Hadjieva, V., Doneva, R. & Totkov, G. (2020). Cloud service selection as a fuzzy multi-criteria problem. *EM Journal*, 9(2), 484-495.
- Karande P. & Chakraborty, S. (2014). A facility layout selection model using MACBETH method. *Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, January 7-9, Bali, Indonesia.
- Karande, P. & Chakraborty, S. (2013). Using MACBETH method for supplier selection in manufacturing environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4, 259-272.
- Katranç, A. ve Kundakcı, N. (2020). Bulanık CODAS Yöntemi ile Kripto Para Yatırım Alternatiflerinin Değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(4), 958-973.
- Kovać, M., Tadić, S., Krstić, M. & Bouraima, M. B. (2021). Novel spherical fuzzy MARCOS method for assessment of drone-based city logistics concepts. *Complexity*, Article ID 2374955, 17 pages, <https://doi.org/10.1155/2021/2374955>
- Kundakcı N. (2022). A hybrid fuzzy MCDM approach for ESCO selection. In: Terzioğlu M.K. (eds) *Advances in Econometrics, Operational Research, Data Science and Actuarial Studies. Contributions to Economics*. Springer, Cham. pp. 389-404 [https://doi.org/10.1007/978-3-030-85254-2\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-030-85254-2_24).
- Kundakcı, N. (2016). Combined multi-criteria decision making approach based on MACBETH and Multi-MOORA methods. *Alphanumeric Journal*, 4(1), 17-26.
- Kundakcı, N. ve Tuş Işık, A. (2016). Integration of MACBETH and COPRAS methods to select air compressor for a textile company. *Decision Science Letters*, 5(3), 381-394.

- Kwong, C.K. & Bai, H. (2003). Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach, *IIE Transactions*, 35(7), 619-626, DOI: 10.1080/07408170304355
- M-MACBETH Kullanıcı Kılavuzu, <http://www.m-macbeth.com>, Erişim Tarihi: 08Ağustos 2022.
- Moraes, C. C. de F., Pinheiro, P. R., Rolim, I. G., da SilvaCosta, J. L., Junior, M. D. S. E. & De Andrade, S. J. M. (2021). Using the multi-criteria model for optimization of operational routes of thermal power plants. *Energies*, 14(12), 3682.
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K. ve Işıldak, B. (2021). Bulanık SWARA ve Bulanık MARCOS Yöntemleriyle Sivil Havacılıkta Kabin Memuru Seçimi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, 12(2), 284-302.
- Özdağoğlu, A., Yılmaz, K. ve Keleş, M. K. (2020). Evaluation of machine selection criteria with MACBETH method in a ginnery factory. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 37, 26-37.
- Puşka, A., Stević, Ž. & Stojanović, I. (2021). Selection of sustainable suppliers using the fuzzy MARCOS method. *Current Chinese Science*, 1, 218-229.
- Santos, F.J.J. & Camargo, H.A. (2010). Fuzzy systems for multicriteria decision making. *Clei Electronic Journal*, 13 (3), 1-9.
- Simić, J. M., Stević, Ž., Zavadskas, E.K. Bogdanović, V., Subotić, M. & Mardani, A. (2020). A novel CRITIC-Fuzzy FUCOM-DEA-Fuzzy MARCOS model for safety evaluation of road sections based on geometric parameters of road. *Symmetry*, 12, 2006; doi:10.3390/sym12122006.
- Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotić, M. & Pamučar, D. (2020). A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis. *Mathematics*, 8(3), 457.
- Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A. & Chatterjee, P. (2020). Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: Measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS). *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106231.
- Şimşek, A. ve Çatır, O. (2020). MOORA Yöntemi ile Ürün Seçimi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(74), 549-563.
- Tuş, A. ve Aytaç Adalı, E. (2021). İnternet Servis Sağlayıcı Seçim Probleminin Çözümünde Bulanık Sıralama Ağırlık Tabanlı Bulanık MARCOS yöntemi. *Politeknik Dergisi*, 10.2339/politeknik.881609
- Ustalı, N. K. ve Tosun, N. (2019). Bulanık AHP ve Bulanık WASPAS Yöntemleri ile Yeni Ürün Seçimi. *Pazarlama İlgörüsü Üzerine Çalışmalar*, 3(2), 25-34.
- Yıldırım, B. F. (2015). Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde ARAS Yöntemi. *KAÜ İİBF Dergisi*, 6(9), 285-296.
- Zadeh, L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.