

## Bir Tekstil İşletmesi için Desen Programı Seçiminde ARAS ve OCRA Yöntemlerinin Karşılaştırılması

DOI NO: 10.5578/jss.53866

Emel ERCAN<sup>1</sup>  
Nilsen KUNDAKCI<sup>2</sup>

Geliş Tarihi: 22.12.2016

Kabul Tarihi: 12.04.2017

### Özet

Günümüzün yüksek rekabet ortamında faaliyet gösteren tekstil işletmeleri için müşteri memnuniyetinin sağlanması önem arz etmektedir. Bu bağlamda, tekstil işletmeleri müşterilerine sunacakları numune tasarımlarını en iyi şekilde hazırlamak isterler. Bu tasarımları oluştururken tercih ettikleri desen programlarında görsel çıktı kalitesi, kullanım zorluğu, özellik sayısı, hizmet kalitesi, marka güvenilirliği, zaman kaybı ve fiyat gibi kriterlere önem vermektedirler. Bu çalışmada, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden ARAS (Additive Ratio Assessment) ve OCRA (Operational Competitiveness Rating) yöntemleri ile bir tekstil işletmesinde numune tasarımında kullanılacak desen programı seçimi yapılmıştır. Desen programı seçiminde dikkate alınan kriterlerin ağırlıkları MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) yöntemi kullanılarak bulunurken, desen programı alternatiflerinin değerlendirilmesinde ARAS ve OCRA yöntemlerinden yararlanılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Her iki yöntem ile aynı sıralama elde edilmiş, sıralama sonuçlarına göre en uygun desen programı belirlenmiş ve tekstil işletmesine bu programı satın alması önerilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ÇKKV, MACBETH Yöntemi, ARAS Yöntemi, OCRA Yöntemi, Desen Programı Seçimi.

### Comparison of ARAS and OCRA Methods in the Selection of Pattern Software for a Textile Company

#### Abstract

It is important to provide customer satisfaction for textile companies operating in today's highly competitive environment. In this context, textile companies want to prepare the best sample designs for their customers. They attach importance to criteria such as visual output quality, usage difficulty, number of features, quality of service, brand reliability, time loss and price of the pattern

<sup>1</sup> Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, e-posta: emel.aydin88@hotmail.com

<sup>2</sup> Yrd. Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, İİBF, e-posta: nilsenk@pau.edu.tr

*software while creating these sample designs. In this study, ARAS (Additive Ratio ASsesment) and OCRA (Operational Competitiveness RAting) which are Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods were used to select the pattern software to be used in sample design in a textile company. While the weights of the criteria to be considered in pattern software selection were found using MACBETH method (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation TecHnique), ARAS and OCRA methods were used in evaluating the pattern software alternatives and the obtained results were compared. The same ranking was obtained with both methods, the most appropriate pattern software for the business was determined according to the ranking results and it was proposed to the textile company to buy this software.*

**Keywords:** MCDM, MACBETH Method, ARAS Method, OCRA Method, Pattern Software Selection.

## Giriş

Tekstil işletmeleri açısından üretimde, maliyet, kapasite doluluğu, hammadde temini ve istenen kalite oranının sağlanabilmesi ölçütleri oldukça önemlidir. Tekstil işletmeleri genellikle müşteri istekleri doğrultusunda üretimlerini gerçekleştirirken, üretimde katlanmak zorunda oldukları ölçütleri de yönetebilmelidir. Tekstil işletmelerinin müşterilere sunmak üzere hazırlayacakları numunelerin kalitesi siparişin alınması ve devamlılığı açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda, sipariş numunelerinin hazırlanmasında kullanılacak doğru desen programının seçilmesi tekstil işletmesi açısından önemli bir karardır.

Bireysel, yönetsel, toplumu etkileyecek düzeyde kısaca her seviyede doğru ve etkili karar verme önemlidir. Etkin karar verme, karar vericinin akıl, sezgi ve deneyimlerini doğru kullanabilme yeteneğine bağlı olmakla birlikte günümüzde zorlaşan ve karmaşık hale gelen karar süreçlerinde karar vericinin daha etkin, hızlı ve doğru karar vermesine olanak sağlayan karar verme araçları ile desteklenmesi gerekmektedir.

Bu doğrultuda karar verme sürecini matematiksel olarak ifade ederek karar verme sürecinde etkinliği amaçlayan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri literatürde sıklıkla kullanılmaktadır (Yıldırım, 2015: 287). MACBETH, OCRA ve ARAS yöntemleri de ÇKKV yöntemleri sınıfında yer almaktadır. Bu çalışmada MACBETH yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş, alternatiflerin değerlendirilmesinde ise ARAS ve OCRA yöntemleri kullanılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bahsi geçen ÇKKV yöntemlerinin literatürde çeşitli alanlara uygulamaları mevcuttur. MACBETH yöntemi 1990'lı yıllarda Bana e Costa, Vansnick ve De Corte tarafından geliştirilmiştir. Yöntem ilk kez 1994 yılında 11. Uluslararası Çok Değişkenli Karar Verme Konferansında tanıtılmıştır (Burgazoğlu, 2015: 259). MACBETH yöntemi literatürde çeşitli

çalışma ve projelerde kullanılmıştır. Avrupa yapısal programlarının değerlendirilmesi (Bana e Costa ve Vansnick, 1997), Santa Carina Eyaletindeki küçük ve orta boyutlu tekstil işletmelerinin değerlendirilmesi (Bana e Costa vd., 1999), Lizbon gaz işletmesi için toplam kalite yönetim sisteminin tasarlanması (Bana e Costa ve Correa, 2000), Lizbon limanına bağlanacak olan demiryolunun dizaynı (Bana e Costa vd., 2001), belediye konutlarında bakım, onarım ve yenileme için önceliklerin belirlenmesi (Bana e Costa ve Oliveira, 2002), Barcelos şehri için stratejik şehir planının geliştirilmesi (Bana e Costa vd., 2002a), kamu ihalelerinde tekliflerin ve yüklenicilerin değerlendirilmesi (Bana e Costa 2002, Bana e Costa vd., 2002b), bankacılık sektöründe kredi verme kararlarına yardımcı olmak (Bana e Costa vd., 2002c), kariyer seçim probleminin çözülmesi (Bana e Costa ve Chagas, 2004), tedarikçi seçimi (Karande ve Chakraborty, 2013), tesis yerleşim yeri seçim modelinin geliştirilmesi (Karande ve Chakraborty, 2014), bireysel emeklilik sisteminin seçilmesi (Genç vd., 2015), MACBETH yönteminin uygulamalarına örnek olarak gösterilebilir.

ARAS yöntemi, ÇKKV problemlerinin çözümü için Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından önerilmiştir. Daha sonra ARAS yöntemi, literatürde değişik alanlarda uygulanmıştır. ARAS yönteminin uygulandığı farklı alanlar, akifer toprak üzerinde bulunan bina için güvenli ve en uygun olan temel tesisat alternatifinin seçimi (Zavadskas vd., 2010), fakülte web sitesinin değerlendirilmesi, (Stanujkic ve Jovanovic, 2012), sera gazı emisyonlarını azaltmak için sürdürülebilir gübrelerin değerlendirilmesi (Balezentiene ve Kusta, 2012), konut yenileme projelerini değerlendirme (Kaklauskas vd., 2013), tarihi kent merkezi binalarının korunması için öncelikli seçeneklerin değerlendirilmesi (Kutut vd., 2013), atık boşaltma yeri seçimi (Shariati vd., 2014), ev satın alma probleminin ele alınması (Yıldırım, 2015) emniyet güçlerinin performanslarını değerlendirmek (Paul vd., 2016), kurumsal kaynak planlaması (ERP) yazılımı seçimi (Ecer, 2016) şeklinde özetlenebilir.

OCRA yöntemi ilk olarak Parkan (1994) tarafından performans ölçümü ve verimlilik analizi problemlerinin çözümü için geliştirilmiştir. Daha sonra birçok farklı alanda uygulanmıştır. Otellerin operasyonel rekabet gücünün değerlendirilmesi (Parkan, 1996a), Hong Kong'ta metro sisteminin hizmet performansının ölçülmesi (Parkan, 1996b), ABD gıda işleme endüstrisinde üretim tesislerinin rekabet analizinin yapılması (Jayanthi vd., 1996; 1999), Hong Kong'ta bir bankanın yazılım geliştirme ekibinin performansının ölçülmesi (Parkan vd., 1997), imalat sektöründe proses seçimi (Parkan ve Wu, 1998), Hong Kong'ta faaliyet gösteren endüstri işletmelerinin performanslarının değerlendirilmesi (Parkan ve Wu, 1999a), proses seçimi (Parkan ve Wu, 2000), yeni geliştirilen elektronik satış sisteminin eczanelerin performansına etkisinin ölçülmesi (Parkan, 2003), iki

otelin performanslarının karşılaştırmalı analizi (Parkan, 2005), malzeme seçimi (Chatterjee ve Chakraborty, 2012; Darji ve Rao, 2014), otel seçimi (Tuş Işık ve Aytacı Adalı, 2016) OCRA yöntemi ile yapılmıştır. Ayrıca, OCRA yöntemi tek bir birimin farklı dönemlerdeki performans ölçümünde de kullanılmıştır. Bunlara örnek kamu kurumları hizmet binaları (Parkan, 1999), yatırım bankacılığı (Parkan ve Wu, 1999b), toplu taşıma şirketleri (Parkan, 2002) ve mevduat bankalarının (Özbek, 2015) performanslarının ölçülmesi verilebilir.

Bu çalışmanın literatürdeki diğer ÇKKV yöntemlerini ele alan çalışmalardan farkı MACBETH ile ARAS ve OCRA yöntemlerinin bir arada kullanılmasıdır. Kriterlere ait ağırlıklar MACBETH yöntemi ile belirlendikten sonra ARAS ve OCRA yöntemleri ile yazılım alternatifleri değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde MACBETH yöntemi açıklanmıştır. İkinci, bölümde ARAS yöntemine değinilmiş ve yöntemin adımlarına yer verilmiştir. Üçüncü bölümde ise OCRA yönteminden bahsedilmiş ve aynı zamanda yöntemin adımları sunulmuştur. Dördüncü bölümde uygulamaya yer verilmiştir. Daha sonra sonuç ve öneriler sunulmuştur.

### 1. MACBETH Yöntemi

MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique), karar verici için farklı seçeneklerin görece olarak tercih edilme düzeyini gösteren bir yöntemdir. Yöntem temel olarak seçenekler ve bu seçeneklerin kriterleri arasında yapılan kalitatif yargılara dayanır.

MACBETH yöntemi diğer ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak değerlendirme yaparken kantitatif değerler yerine kalitatif değerlere dayanarak karşılaştırma yapmaktadır. MACBETH yaklaşımında, yapılan ikili karşılaştırmalar için takdire dayalı bilgi gerekmektedir. Bu yöntemde, kriterlerin kalitatif değerlere dayanarak yapılan ikili karşılaştırmaları ile kriterlerin göreceli ağırlıkları da belirlenebilmektedir (Bana e Costa vd., 2012: 359). Karar verici tarafından belirlenen kalitatif bilgiler M-MACBETH programına girilirken program yazılım sistemi, girilen kalitatif değerlendirmelerin tutarlığı konusunda bir doğrulama yapmakta ve eğer girilen kalitatif değerler arasında tutarsızlık varsa bunların çözümü için teklifler sunmaktadır (M-MACBETH Kullanım Kılavuzu, 2005: 26).

MACBETH yöntemi ile problemleri çözerken izlenecek adımlar şu şekilde özetlenebilir (Kundakcı, 2016: 18-19):

**1. Adım:** Kriterler belirlenerek değer ağacı yapısında gösterilir.

**2. Adım:** Değer ağacı oluşturulduktan sonra, alternatifler belirlenir. Ardından belirli bir kritere göre alternatiflerin olası performansını gösteren sıralı performans seviyeleri tanımlanır. Minimum iki referans seviyesi, üst referans (iyi) seviyesi ve alt referans (nötr) seviyesi olarak tanımlanması gerekmektedir. MACBETH ölçeğinde, üst referans seviyesi 100 puan alırken alt referans düzeyi 0 puan alır. Burada, 100 olası en iyi puanı ifade etmez ve 0 verilen bir kriter için alternatifin en kötü performansı anlamına gelmez (Karande ve Chakraborty, 2013: 263).

**3. Adım:** Alternatifler için  $m \times m$  boyutlu matris oluşturulur.  $m$  belirtilen kriter bazında değerlendirilecek alternatif sayısını göstermektedir. Matris içerisinde, alternatifler önem derecesine göre soldan sağa sıralanır. Bu kalitatif performans seviyelerini ölçmek ve MACBETH ölçeği halinde kantitatif performans düzeylerini dönüştürmek için yapılır. Aynı prosedür kriterler için de uygulanır.

**4. Adım:** Kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırmalar yapılır. MACBETH yönteminde değerlendirmeler için Tablo 1'de görülen yedi kategorili ölçek kullanılmaktadır.

**Tablo 1.** MACBETH Anlamsal Kategorileri

Anlamsal Kategoriler	Kantitatif Ölçek	Açıklama
Yok (No)	0	Alternatifler arasında fark yok
Çok Zayıf (Very Weak)	1	Bir alternatif diğerine göre çok zayıf derecede önemli
Zayıf (Weak)	2	Bir alternatif diğerine göre zayıf derecede önemli
Orta Derece (Moderate)	3	Bir alternatif diğerine göre orta derecede önemli
Güçlü (Strong)	4	Bir alternatif diğerine göre güçlü derecede önemli
Çok Güçlü (Very Strong)	5	Bir alternatif diğerine göre çok güçlü derecede önemli
Aşırı (Extreme)	6	Bir alternatif diğerine göre aşırı derecede önemli

**5. Adım:** Karar verici tarafından yapılan yargıların tutarlılığı kontrol edilir. Verilen yargıların tutarsız olduğu tespit edilirse, M-MACBETH

yazılımı yapılması gereken muhtemel değişiklikleri gösterir (Bana e Costa ve Oliveira, 2002: 384).

**6. Adım:** MACBETH ölçeğine göre ifade edilen tutarlı yargılar doğrusal programlama modelleri kullanılarak uygun sayısal bir ölçeğe dönüştürülür ve alternatiflerin tercih edilirliliğine ilişkin puanlar elde edilir.

**7. Adım:** Son olarak elde edilen alternatif puanları kriter ağırlıkları ile çarpılarak toplanır. Böylelikle alternatiflere ait genel puanlar hesaplanmış olur. Elde edilen genel puanlara göre alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanır.

MACBETH skorlarının elde edilmesi için aşağıdaki adımlar izlenir (Fakhfakh vd. 2011; Karande ve Chakraborty 2013; 2014; Kundakcı, 2016):

Öncelikle, karar vericiden her kriter altında alternatif çiftlerini karşılaştırması istenir. Eğer karar verici  $A_i$  alternatifini  $A_j$  alternatifine tercih ediyor ise bu durum Eşitlik (1)'de görüldüğü gibi ifade edilir.

$$A_i > A_j \quad (1)$$

Daha sonra karar verici alternatifler arasındaki tercihinin gücünü Tablo 1'de yer alan semantik ölçek yardımıyla ifade eder. Karar verici, tercih etme gücünü ifade edemez sadece tercih ettiğini belirtirse bu durum  $P$  harfi ile gösterilir. Karar verici,  $j$  kriteri altında  $A_i$  alternatifini  $A_j$  alternatifine  $h \in \{0,1,2,3,4,5,6\}$  gücünde tercih ederse şu şekilde ifade edilir:

$$A_i \succ^h A_j \quad (2)$$

Bu da Eşitlik (3)'te görüldüğü gibi ifade edilebilir:

$$A_i - A_j = h\alpha \quad (3)$$

Burada  $\alpha$ ,  $A_i$  ve  $A_j \in [0,100]$  koşulunun sağlanması için gerekli katsayıdır. Bir örnek yardımıyla açıklanacak olursa;

Dört alternatifin  $j$ . kriter altında tercih sıralamasının  $A_1 > A_3 > A_4 > A_2$  şeklinde olduğu varsayalım.  $v_j(A_1)$ ,  $v_j(A_3)$ ,  $v_j(A_4)$  ve  $v_j(A_2)$  sırasıyla  $A_1$ ,  $A_3$ ,  $A_4$ ,  $A_2$  alternatifleri için MACBETH skorlarını göstermek üzere,  $v_j(A_1)=100$ ,  $v_j(A_2)=0$  ve  $v_j(A_1) > v_j(A_3) > v_j(A_4) > v_j(A_2)$  olacaktır.

Daha sonra karar verici her kriter altında alternatifler için tercih gücünü Tablo 1'de yer alan semantik ölçek ile ifade eder ve Tablo 2 oluşturulur.

**Tablo 2. j.** Kriter İçin Alternatiflerin Tercih Edilme Düzeyleri

Alternatif	A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> (iyi)	Yok	Güçlü	P	P
A <sub>3</sub>		Yok	Çok Zayıf	P
A <sub>4</sub>			Yok	Çok Güçlü
A <sub>2</sub> (nötr)				Yok

Tablo 2’de yer alan verilerden yararlanarak aşağıda verilen denklem sistemi elde edilir:

$$v_j(A_1) - v_j(A_3) = 4\alpha \quad (4)$$

$$v_j(A_3) - v_j(A_4) = \alpha \quad (5)$$

$$v_j(A_4) - v_j(A_2) = 5\alpha \quad (6)$$

Burada,  $v_j(A_1)=100$  (iyi) ve  $v_j(A_2)=0$  (nötr) olarak alınır. (4) - (6) arasındaki eşitlik sistemi çözüldükten sonra  $\alpha = 10$ ,  $v_j(A_3)=60$  ve  $v_j(A_4)=50$  olarak elde edilir.

Aynı adımlar izlenerek her alternatifin her kriter için ve kriterlerin kendi aralarında karşılaştırmaları yapılır. Daha sonra dönüştürülen MACBETH puanları, ilgili kriter ağırlığı ile çarpılır ve alternatiflerin genel performans değerlerini hesaplamak için toplanır (Karande ve Chakraborty, 2014; Bana e Costa, vd., 2002c)

$$V(A_i) = \sum_{j=1}^n w_j (v_j(A_i)) \quad (7)$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1, \quad w_j > 0 \quad \text{ve} \quad \begin{cases} v_j(A_i^{iyi}) = 100 \\ v_j(A_i^{nötr}) = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Burada  $w_j$ ,  $j$ . kriter için ağırlığı göstermektedir. Alternatifler arasındaki sıralama sonucu  $V(A_i)$  değerleri büyükten küçüğe dizilerek elde edilir.

## 2. ARAS Yöntemi

ARAS yöntemi alternatifleri çeşitli kriterler altında fayda fonksiyonu değerine göre sıralayan, nispeten yeni bir ÇKKV yöntemidir. Yöntemde, alternatiflerin fayda fonksiyonu puanlarının oranları optimum alternatiflerin fayda fonksiyon puanı ile karşılaştırılır (Shariati vd., 2014: 411). Yani,

ARAS yöntemi alternatiflerin performansını değerlendirirken, her alternatifin ideal alternatife göre oransal benzerliğini ortaya koyar (Ecer, 2016: 91).

ARAS yöntemi ile problemleri çözmeye kullanılan adımlar şu şekilde özetlenebilir (Zavadskas ve Turskis, 2010: 163-165):

**1. Adım:** Öncelikle, karar matrisi  $X$  oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & x_{02} & \cdots & x_{0n} \\ x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Burada  $x_{ij}$   $i$ . alternatifin  $j$ . kriterde gösterdiği performans değerini,  $x_{0j}$  ise  $j$ . kriterin optimal değerini ifade etmektedir. Optimal değerler Eşitlik (10) kullanılarak belirlenebilir. Bu değerler karar verici tarafından da tespit edilebilir.

$$\begin{aligned} x_{0j} &= \max_i x_{ij}, \text{ fayda durumu} \\ x_{0j} &= \min_i x_{ij}, \text{ maliyet durumu} \end{aligned} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

**2. Adım:** Karar matrisi normalize edilir. Kriter performans değerlerinin daha yüksek olması tercih ediliyorsa (fayda durumu), normalize değerler Eşitlik (11) kullanılarak hesaplanmaktadır:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (11)$$

Kriter performans değerlerinin daha düşük olması tercih ediliyorsa (maliyet durumu), normalizasyon işlemi Eşitlik (12) kullanılarak gerçekleştirilir:

$$\bar{x}_{ij} = \frac{1/x_{ij}}{\sum_{i=0}^m 1/x_{ij}} \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (12)$$

Normalize değerler hesaplandıktan sonra Eşitlik (13)'te gösterilen  $\bar{X}$  normalize karar matrisi elde edilir.



$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \bar{x}_{02} & \cdots & \bar{x}_{0n} \\ \bar{x}_{11} & \bar{x}_{12} & \cdots & \bar{x}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \bar{x}_{m2} & \cdots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

**3. Adım:** Ağırlıklı normalize karar matrisi Eşitlik (14) yardımıyla Eşitlik (15)'te görüldüğü gibi oluşturulur.

$$\hat{x}_{ij} = w_j * \bar{x}_{ij} \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (14)$$

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \hat{x}_{02} & \cdots & \hat{x}_{0n} \\ \hat{x}_{11} & \hat{x}_{12} & \cdots & \hat{x}_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \hat{x}_{m2} & \cdots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix} \quad (15)$$

Kriterlere ait ağırlık değerleri  $0 < w_j < 1$  koşulunu sağlamaktadır ve ağırlıklar toplamı Eşitlik (16)'da gösterildiği gibi sınırlandırılmıştır.

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (16)$$

**4. Adım:** Optimallik fonksiyon değerleri hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij} \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (17)$$

$S_i$ ,  $i$ . alternatifin optimallik fonksiyon değerini gösterir.  $S_i$  optimallik fonksiyon değerinin daha yüksek olması alternatifin daha iyi olduğunu göstermektedir.

**5. Adım:** Her bir alternatifin fayda derecesi  $K_i$ ,  $S_i$  değerleri  $S_0$  optimallik fonksiyon değerine oranlanarak Eşitlik (18)'de gösterildiği gibi hesaplanır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0} \quad i = 0, 1, \dots, m \quad (18)$$

**6. Adım:**  $K_i$  fayda derecesi değerleri büyükten küçüğe dizilerek alternatifler arasındaki sıralamaya ulaşılır.

### 3. OCRA Yöntemi

OCRA (Operational Competitiveness RAting) yöntemi parametrik olmayan bir modele dayanan göreceli performans ölçüm yaklaşımıdır. 1994 yılında Parkan tarafından geliştirilen OCRA yöntemi, farklı sektörlerde analiz yapabilme, farklı karar birimlerinin karşılaştırılması ve farklı sektörlerde ve birbirinden bağımsız karar birimlerini kıyaslayabilme imkânı sunması bakımından oldukça kullanışlı ve basit bir yöntemdir. Ayrıca bir karar biriminin zaman içindeki performansının karşılaştırılmasına ve izlenmesine imkân sunması bu yöntemin bir diğer önemli özelliği olarak ön plana çıkmaktadır.

Yöntemin adımları aşağıda belirtildiği gibidir (Parkan ve Wu, 2000:499; Chatterjee ve Chakraborty, 2012: 388; Tuş Işık ve Adalı Aytaç, 2016:145):

**1. Adım:** Karar matrisi  $X$  oluşturulur. Karar matrisinin satırlarında alternatifler, sütunlarında ise kriterler yer alır. Karar matrisinde  $x_{ij}$ ,  $i$ . alternatifin  $j$ . kriter altındaki performans değerini göstermektedir.

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (19)$$

**2. Adım:** Faydalı olmayan kriterlere (maliyet kriteri) göre tercih sıralaması hesaplanır. Bu adımda, faydalı kriterler dikkate alınmadan sadece faydalı olmayan yani daha küçük değer alması tercih edilen bir başka ifadeyle minimize edilecek kriterler için alternatiflerin performans değerleri hesaplanır. Tüm faydalı olmayan kriterlere göre  $i$ . alternatifin toplam performansı Eşitlik (20) yardımıyla hesaplanır:

$$\bar{I}_i = \sum_{j=1}^g w_j \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\min(x_{ij})} \quad (i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, g) \quad (20)$$

$\bar{I}_i$   $i$ . alternatifin göreceli performans ölçüsüdür ve  $x_{ij}$ ,  $j$ . faydalı olmayan kriterlere göre  $i$ . alternatifin performans puanıdır.  $g$  de faydalı olmayan kriter (maliyet kriteri) sayısını gösterir. Ayar sabiti  $w_j$ , ( $j$ . kriterin göreceli önemi)  $j$ . kriterlere göre  $\bar{I}_i$  sıralamasındaki farkın etkisini azaltmak veya arttırmak için kullanılır.

**3. Adım:** Faydalı olmayan kriterlere (maliyet kriterlerine) göre doğrusal tercih sıralaması hesaplanır.

$$\bar{I}_i = \bar{I}_i - \min(\bar{I}_i) \quad (21)$$

Burada  $\bar{I}_i$ ,  $i$ . alternatif için faydalı olmayan kriterlere göre toplam tercih sıralamasını gösterir.

**4. Adım:** Faydalı yani maksimize edilecek kriterlere göre tercih sıralaması hesaplanır.

Faydalı kriter için daha yüksek değere sahip olan alternatif daha fazla tercih edilen alternatiftir. Tüm faydalı kriterler için  $i$ . alternatifin toplam performansı Eşitlik (22) yardımıyla hesaplanır:

$$\bar{O}_i = \sum_{j=g+1}^n w_j \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij})} \quad (i = 1, 2, \dots, m \quad j = g + 1, g + 2, \dots, n) \quad (22)$$

Burada  $(n - g)$  faydalı kriterlerin sayısını gösterir ve  $w_j$ ,  $j$ . faydalı kriterin

ağırlıklı önemi veya ayar sabitidir.  $\sum_{j=1}^g w_j + \sum_{j=g+1}^n w_j = 1$  eşitliği sağlanmalı bir

başka deyişle, faydalı ve faydalı olmayan kriterlerin ağırlıkları toplamı 1'e eşit olmalıdır.

**5. Adım:** Faydalı kriterler için doğrusal tercih sıralaması hesaplanır.

$$\bar{O}_i = \bar{O}_i - \min(\bar{O}_i) \quad (23)$$

**6. Adım:** Genel tercih sıralaması hesaplanır. Her alternatif için toplam tercih değeri  $P_i$ , Eşitlik (24) yardımıyla hesaplanır ve en az tercih edilen alternatif sıfır puan alır.

$$P_i = (\bar{I}_i + \bar{O}_i) - \min(\bar{I} + \bar{O}) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (24)$$

Alternatifler toplam performans değerlerine göre sıralanırlar. Toplam performans değeri en yüksek olan alternatif birinci sırayı alır.

#### 4. Uygulama

Bu çalışmada Denizli ilinde faaliyet gösteren bir tekstil işletmesindeki müşterilerin istediği numunelerin hazırlanmasında kullanılan desen programı alternatiflerinin ( $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$ ) değerlendirilmesi için ÇKKV yöntemlerinden ARAS ve OCRA yöntemleri kullanılmıştır. Alternatifleri

değerlendirmede ele alınacak kriterler Kullanım Zorluğu ( $K_1$ ), Hizmet Kalitesi ( $K_2$ ), Özellik Sayısı ( $K_3$ ), Görsel Çıktı Kalitesi ( $K_4$ ), Marka Güvenirliği ( $K_5$ ), Zaman Kaybı ( $K_6$ ) ve Fiyat ( $K_7$ ) olarak belirlenmiş ve bu kriterlere ait ağırlıklar MACBETH yöntemi yardımıyla hesaplanmıştır.

#### 4.1. MACBETH Yöntemi ile Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Yöntemde kriter ağırlıklarının belirlenebilmesi için MACBETH yöntemi kullanılmış ve bu yöntem için Bana e Costa, De Corte ve Vansnick tarafından geliştirilen M-MACBETH programından yararlanılmıştır<sup>3</sup>. Öncelikle, kriterler işletmede desen programını kullanılacak olan karar vericiler tarafından tanımlanarak Şekil 1'deki gibi değer ağacı yapısı ile programa girilmiştir.

Şekil 1. MACBETH Değer Ağacı



Kriter ağırlıklarının, belirlenebilmesi için tanımlanan kriterler M-MACBETH programına önem derecesine göre soldan sağa ve yukarıdan aşağıya doğru sıralandıktan sonra yöntemin ölçek değerlerine göre ikili biçimde kıyaslanmıştır. Kriter ağırlıklarının matris formu Şekil 2'de görülmektedir.

<sup>3</sup> <http://www.m-macbeth.com/en/m-home.html>

Tüm kriterlerin performans düzeyleri, yedi puanlı semantik ölçek yardımıyla uygun olan kantitatif MACBETH değerlerine dönüştürülmüştür. M-MACBETH yazılımı bu yargıların tutarlılığını kontrol edip, girilen yargıların tutarlı olduklarını bulmuştur. Ayrıca M-MACBETH yazılımı doğrusal programlama modelleri kullanarak sıralı performans seviyelerini uygun olan sayısal MACBETH ölçeğine dönüştürmüştür. Bu MACBETH ölçeği Şekil 2'nin son sütununda görülebilir ve bu değerler kriterlerin ağırlıklarını gösterir.

**Şekil 2.** Kriter Ağırlıkları Matrisi

	[ K1 ]	[ K2 ]	[ K3 ]	[ K4 ]	[ K5 ]	[ K6 ]	[ K7 ]	[ all lower ]	Current scale	
[ K1 ]	no	strong	strong	strong	v. strong	v. strong	extreme	positive	25.87	extreme
[ K2 ]		no	strong	strong	v. strong	v. strong	extreme	positive	23.08	v. strong
[ K3 ]			no	strong	strong	v. strong	extreme	positive	20.28	strong
[ K4 ]				no	strong	strong	strong	positive	13.29	moderate
[ K5 ]					no	strong	strong	positive	9.79	weak
[ K6 ]						no	strong	positive	6.99	very weak
[ K7 ]							no	positive	0.70	no
[ all lower ]								no	0.00	

Consistent judgements

MACBETH yöntemi ile elde edilen kriterlere ait ağırlıklar Tablo 3'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Kriter Ağırlıkları

Kriterler	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>
Ağırlıklar	0,259	0,231	0,203	0,133	0,098	0,070	0,007

#### 4.2. ARAS Yöntemi İle Çözüm

Problemin ARAS yöntemi ile çözülmesindeki ilk adım karar matrisinin oluşturulmasıdır. Öncelikle desen programını kullanacak olan üç karar vericiden alınan veriler ile karar matrisi Tablo 4'te görüldüğü gibi elde edilmiştir. Karar matrisinin satırlarında program alternatifleri yer alırken, sütunlarda değerlendirmede dikkate alınacak kriterler yer almaktadır.

Desen programlarını kullanacak olan üç karar verici fiyat kriteri haricindeki sözel olan kriterleri Çok iyi:5, İyi:4, Orta:3, Kötü:2 ve Çok kötü:1 ifadelerinde yer alan 1-5 skalasını baz alarak değerlendirmiştir. Değerlendirmeler sonucunda karar vericiler tarafından verilen puanların ortalaması alınarak ilk 6 kriterlerin Tablo 4'te görüldüğü gibi değerleri

bulunmuştur. Fiyat kriterinin değeri ise desen programlarının € cinsinden fiyatları 1000'e bölünerek elde edilmiştir.

**Tablo 4.** Karar Matrisi

	Min	Maks	Maks	Maks	Maks	Min	Min
	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>
X <sub>0</sub>	1,33	4,67	4,67	4,67	4,67	1,33	17,80
A <sub>1</sub>	1,33	4,67	4,67	4,67	4,67	1,33	37,30
A <sub>2</sub>	2,00	4,67	3,67	4,67	3,67	2,00	39,50
A <sub>3</sub>	2,67	4,00	3,00	3,67	4,00	3,33	17,80

Tablo 4'te yer alan ilk satırda yer alan X<sub>0</sub> değerleri hesaplanırken Eşitlik (10) kullanılmıştır. Buna göre minimize edilmesi gereken kriterlerde bir başka deyişle maliyet kriterlerinde (K<sub>1</sub>, K<sub>6</sub>, K<sub>7</sub>) sütunda yer alan minimum değer alınmış, maksimize edilmesi gereken fayda kriterlerinde (K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub>, K<sub>5</sub>) sütunda yer alan maksimum değer alınmıştır.

Daha sonra karar matrisi kriterin fayda ve maliyet durumuna göre Eşitlik (11) ve (12) yardımıyla normalize edildikten sonra, normalize karar matrisi Tablo 5'teki gibi elde edilmiştir. Örneğin A<sub>1</sub> alternatifinin K<sub>2</sub> fayda

kriteri altındaki normalize değeri  $\bar{x}_{22} = \frac{4,67}{4,67 + 4,67 + 4,67 + 4,00} = 0,259$

şeklinde elde edilir. Ayrıca A<sub>1</sub> alternatifinin maliyet kriteri K<sub>1</sub> altındaki

normalize değeri  $\bar{x}_{21} = \frac{1/1,33}{(1/1,33) + (1/1,33) + (1/2) + (1/2,67)} = 0,316$

şeklinde elde edilir. Benzer hesaplamalar tüm kriterler altında diğer alternatifler için de yapılmıştır. Bu hesaplamaların sonuçları Tablo 5'te görülmektedir.

**Tablo 5.** Normalize Karar Matrisi

	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	K <sub>3</sub>	K <sub>4</sub>	K <sub>5</sub>	K <sub>6</sub>	K <sub>7</sub>
X <sub>0</sub>	0,316	0,259	0,292	0,264	0,275	0,326	0,342
A <sub>1</sub>	0,316	0,259	0,292	0,264	0,275	0,326	0,163
A <sub>2</sub>	0,211	0,259	0,229	0,264	0,216	0,217	0,154
A <sub>3</sub>	0,158	0,222	0,188	0,208	0,235	0,130	0,342

Daha sonra Eşitlik (14) yardımıyla ağırlıklı normalize karar matrisi Tablo 6'da görüldüğü gibi oluşturulmuştur. Bu tabloda,  $A_1$  alternatifinin  $K_1$  kriteri altındaki normalize değeri  $\hat{x}_{11} = 0,259 * 0,316 = 0,082$  olarak elde edilmiştir. Benzer hesaplamalar yapılarak diğer tüm alternatiflerin her kriter altındaki ağırlıklı normalize değerleri hesaplanmış ve Tablo 6'daki değerler elde edilmiştir.

**Tablo 6.** Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

Ağırlıklar	0,259	0,231	0,203	0,133	0,098	0,070	0,007
	$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$
$X_0$	0,082	0,060	0,059	0,035	0,027	0,023	0,002
$A_1$	0,082	0,060	0,059	0,035	0,027	0,023	0,001
$A_2$	0,054	0,060	0,046	0,035	0,021	0,015	0,001
$A_3$	0,041	0,051	0,038	0,028	0,023	0,009	0,002

Optimallik fonksiyon değerleri Eşitlik (17) yardımıyla hesaplandıktan sonra her bir alternatifin fayda derecesi Eşitlik (18) kullanılarak belirlenmiştir. Alternatiflerin optimallik fonksiyon değeri ( $S_i$ ) ve fayda dereceleri ( $K_i$ ) Tablo 7'deki gibidir. Örneğin  $A_1$  alternatifinin  $S_1$  değeri  $S_1 = 0,082 + 0,060 + 0,059 + 0,035 + 0,027 + 0,023 + 0,001 = 0,287$  olarak hesaplanmıştır. Ayrıca  $A_1$  alternatifinin  $K_1$  değeri  $K_1 = \frac{0,287}{0,288} = 0,996$  olarak bulunmuştur.  $A_2$  ve  $A_3$  alternatifleri için de  $S_i$  ve  $K_i$  değerleri hesaplanarak Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7.**  $S_i$  ve  $K_i$  Değerleri

	$S_i$	$K_i$
$X_0$	0,288	1,000
$A_1$	0,287	0,996
$A_2$	0,233	0,810
$A_3$	0,192	0,668

Son olarak  $K_i$  değerleri büyükten küçüğe sıralanmıştır ve desen programları arasındaki sıralama Tablo 8'deki gibi bulunmuştur.

**Tablo 8.** Desen Programı Seçim Sıralaması

Alternatifler	$K_i$	Sıralama
$A_1$	0,996	1
$A_2$	0,810	2
$A_3$	0,668	3

Desen programları alternatiflerinin ARAS yöntemi ile değerlendirmesi sonucu sıralamaları  $A_1 > A_2 > A_3$  şeklinde elde edilmiştir.

#### 4.3. OCRA yöntemi ile çözüm

OCRA yöntemi ile problemin çözümünde öncelikle karar matrisi Tablo 4'teki gibi oluşturulmuştur. Faydalı olmayan (Minimize edilecek) kriterlere göre performans değerleri  $\bar{I}_i$  Eşitlik (20) kullanılarak hesaplanmıştır. Örneğin  $A_1$  alternatifi için  $\bar{I}_i$  değeri şu şekilde hesaplanır:

$$\bar{I}_1 = 0,259 \left( \frac{2,67 - 1,33}{1,33} \right) + 0,070 \left( \frac{3,33 - 1,33}{1,33} \right) + 0,007 \left( \frac{39,50 - 37,30}{17,80} \right) = 0,365$$

Ardından doğrusal tercih sıralaması  $\bar{I}_i$  Eşitlik (21) yardımıyla hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 9'daki gibi elde edilmiştir. Örneğin  $A_1$  alternatifi için  $\bar{I}_1 = 0,365 - 0,009 = 0,356$  şeklinde bulunur. Diğer alternatifler için de  $\bar{I}_i$  ve  $\bar{I}_i$  değerleri hesaplanmış ve Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9.** Faydalı Olmayan Kriterler için Tercih Sıralaması

Alternatifler	$\bar{I}_i$	$\bar{I}_i$
$A_1$	0,365	0,356
$A_2$	0,199	0,191
$A_3$	0,009	0,000

Daha sonra faydalı kriterler için performans değeri Eşitlik (22) ve doğrusal tercih sıralaması Eşitlik (23) yardımıyla hesaplanarak Tablo 10'daki gibi bulunmuştur. Örneğin  $A_1$  alternatifi için  $\bar{O}_i$  değeri şu şekilde hesaplanır:



$$\bar{O}_1 = 0,231\left(\frac{4,67-4}{4}\right) + 0,203\left(\frac{4,67-3}{3}\right) + 0,133\left(\frac{4,67-3,67}{3,67}\right) + 0,098\left(\frac{4,67-3,67}{3,67}\right) = 0,214$$

Ayrıca  $A_1$  alternatifi için  $\bar{O}_i$  değeri  $\bar{O}_1 = 0,214 - 0,009 = 0,205$  olarak bulunur.

Daha sonra diğer alternatifler için de  $\bar{O}_i$  ve  $\bar{O}_i$  değerleri hesaplanmış ve Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10.** Faydalı Kriterler için Tercih Sıralaması

Alternatifler	$\bar{O}_i$	$\bar{O}_i$
$A_1$	0,214	0,205
$A_2$	0,120	0,111
$A_3$	0,009	0,000

Son olarak her bir alternatifi  $P_i$  değeri Eşitlik (24) yardımıyla hesaplandıktan sonra genel sıralama Tablo 11'deki gibi elde edilmiştir. Örneğin  $A_1$  alternatifi için  $P_1 = (0,356 + 0,205) - 0 = 0,561$  şeklinde hesaplanır.  $A_2$  ve  $A_3$  alternatifleri için de  $P_i$  değeri hesaplanmış ve Tablo 11'de verilmiştir. Bu değerler büyükten küçüğe doğru sıralanarak alternatifler arasındaki sıralamaya ulaşılmıştır.

**Tablo 21.** Desen Programı Seçimi Genel Sıralama

Alternatifler	$P_i$	Sıralama
$A_1$	0,561	1
$A_2$	0,302	2
$A_3$	0,000	3

Desen programları alternatiflerinin OCRA yöntemi ile değerlendirmesi sonucu sıralamaları  $A_1 > A_2 > A_3$  şeklinde elde edilmiştir. ARAS yöntemi ile aynı sıralama sonucu elde edilmiştir. Bu durumda işletme yönetimine  $A_1$  alternatifini tercih etmesi önerilmiştir.

### Sonuç

Bu çalışmada, bir tekstil işletmesine satın alınacak desen programı alternatiflerinin değerlendirilmesi ÇKKV yöntemlerinden ARAS ve OCRA kullanılarak yapılmıştır. Değerlendirmede dikkate alınacak kriterler belirlendikten sonra bu kriterlere ait ağırlıkların belirlenmesinde MACBETH yöntemi kullanılmıştır. M-MACBETH paket programından faydalanarak kriter ağırlıkları hesaplanmış buna göre en yüksek önem derecesine 0,258 ile “Kullanım Zorluğu” sahipken, onu sırasıyla 0,231 ile “Hizmet Kalitesi”, 0,203 ile “Özellik Sayısı”, 0,133 ile “Görsel Çıktı Kalitesi”, 0,098 ile “Marka Güvenirliği”, 0,070 ile “Zaman Kaybı” izlemekte ve en düşük ağırlığa 0,007 ile “Fiyat” sahip olmaktadır. Fiyata verilen önem ağırlığının düşük olmasının nedeni, desen programına bir kerelik bir yatırım yapılarak uzun süre kullanılacak olmasıdır. İşletme açısından, programın anlaşılır olup kolay kullanılması, özelliklerinin yeterli olması ve uzun vadede müşteri memnuniyetinin sağlanması, ürün kalitesinin artırılması daha çok önem arz etmektedir.

Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra problem öncelikle ARAS yöntemi ile çözülmüş ve desen programları arasındaki sıralama  $A_1 > A_2 > A_3$  şeklinde elde edilmiştir. Aynı problem daha sonra diğer bir ÇKKV yöntemi olan OCRA yöntemi ile de çözülmüş ve aynı sıralama elde edilmiştir. Kriter ağırlıklarının değişiklik göstermesi ya da alternatiflerin almış oldukları performans değerlerinde bir değişiklik olması durumlarında farklı sıralamalara ulaşılabilir. ARAS ve OCRA yöntemleri karmaşık hesaplamalar içermemeleri kolay anlaşılır olmaları açısından farklı ÇKKV problemlerine de kolaylıkla uygulanabilirler. Ayrıca literatürde yapılan çalışmalarda kriter ağırlıklarının belirlenmesinde genellikle AHP yöntemi kullanılmaktadır. Bu çalışmada farklı ve AHP yöntemine göre daha yeni bir yöntem olan MACBETH yöntemi kriter ağırlıklarının hesaplanması için önerilmiştir. MACBETH yöntemi de AHP yöntemi gibi kriterlerin ikili kıyaslanmalarına dayanmaktadır. AHP yönteminde Saaty'nin önerdiği 1-9 ölçeği kullanılırken, MACBETH yönteminde 7 kategorili bir ölçek kullanılmaktadır. AHP yönteminde hiyerarşik bir yapı mevcutken, MACBETH yönteminde değer ağacı yapısı bulunmaktadır. MACBETH yönteminde karar verici ikili karşılaştırma yaparken kararından emin değil ise birden fazla kategoriye seçebilme imkânına sahiptir. Yöntemin daha kolay uygulanabilmesi için kriterlerin ve her kriter altında alternatiflerin ikili karşılaştırma matrislerine tercih edilme sıralarına göre yazılmaları önerilir. Bu zorunlu bir uygulama olmamakla birlikte, tutarlılığın sağlanmasında ve kıyaslamaların yapılmasında kolaylık sağlamaktadır. Kısacası MACBETH yöntemi kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılmaya uygun bir ÇKKV yöntemidir.

Kriter ağırlıklarının MACBETH ile belirlenip bu ağırlıklar dikkate alınarak desen programı alternatiflerin ARAS ve OCRA yöntemleri ile değerlendirilmesi sonucunda A<sub>1</sub> desen programı işletme için alınması en uygun sonuç olarak belirlenmiştir. İşletme bu programı satın alıp kullandığı takdirde müşterilerin istediği desen örneklerini daha kolay oluşturacağı, program hakkında istediği hizmeti alabileceği, desen oluştururken istenilen farklı özelliklere erişebileceği ve desenlerin görsel kalitesinin daha iyi sağlanacağı görülmektedir. Ayrıca ARAS ve OCRA yöntemleri desen programı satın alımı yapacak olan yöneticilere karar verme sürecinde gerekli olan bilgi desteğini sağlamaktadır.

Bu çalışmanın kısıtı, MACBETH yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesinde üç karar vericinin ortak görüşünü yansıtan tek bir ikili karşılaştırma matrisi ele alınmış olmasıdır. Bundan sonraki çalışmalarda farklı karar vericilerin ayrı ayrı ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak daha sonra bu değerlendirmeler birleştirilebilir. Başka bir kısıt da alternatif sayısı üç olarak alınmıştır. Daha çok desen programı dikkate alınarak alternatif sayısı artırılabilir.

Gelecek çalışmalarda farklı ÇKKV yöntemleri ile aynı problem ele alınarak sonuçlar kıyaslanabilir. Bu çalışmada kriter ağırlıkları MACBETH yöntemi ile belirlenmiştir, sonraki çalışmalarda AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi), Entropi ağırlık, SWARA (Step-Wise Weight Assesment Ratio Analysis) gibi farklı yöntemler kullanılabilir.

### **Kaynakça**

Balezentiene, L. and Kusta, A. 2012. Reducing Greenhouse Gas Emissions in Grassland Ecosystems of the Central Lithuania: Multi-Criteria Evaluation on a Basis of the ARAS Method, *The ScientificWorld Journal*, Article ID 908384, doi:10.1100/2012/908384.

Bana e Costa, C.A. and Vansnick, J.C. 1997. Applications of the MACBETH Approach in the Framework of Additive Aggregation Model, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 6(2), 107-114.

Bana e Costa, C.A., Correa, E.C., Ensslin, L. and Vansnick, J.C. 1999. Decision Support Systems in Action: Integrated Application in Multicriteria Decision Aid Process, *European Journal of Operations Research*, 113, 2, 315-335.

Bana e Costa, C.A. and 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., Nunes Da Silva, F. and Vansnick, J.C. 2001. Conflict Dissolution in the Public Sector: A Case Study, *European Journal of Operational Research*, 130(2), 388-401.

Bana e Costa, C.A. and 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.) F. Khosrowshahi, *Proceedings of the 3rd International Conference on Decision Making in Urban and Civil Engineering*, pp. 703–709, London.

Bana e Costa, C.A., Da Costa-Lobo, M.L., Ramos, I.A. and Vansnick J.C. 2002a. 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.

Bana e Costa, C.A., Correa, E.C., De Corte, J.M. and Vansnic, J.C. 2002b. Facilitating Bid Evaluation in Public Call for Tenders: A Socio-Technical Approach, *Omega*, 30, 227 – 242.

Bana e Costa, C.A., Barroso, L.A. and Soares, J.O. 2002c. Qualitative Modelling of Credit Scoring: A Case Study in Banking, *European Research Studies*, 5 (1-2), 37–51.

Bana e Costa C.A. and Chagas, M. P. 2004. A Career Choice Problem: An Example of How to Use MACBETH to Build a Quantitative Value Model Based on Qualitative Value Judgments, *European Journal of Operational Research*, 153, 323–331.

Bana e Costa, C.A., De Corte, J.M. and Vansnick, J.C. 2012. MACBETH, *International Journal of Information Tecnology & Decision Making*, 11, 2, 359-387.

Burgazoğlu, H. 2015. MACBETH, (Ed.) B.F. Yıldırım, E. Önder, *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Bursa: Dora Yayınevi.

Chatterjee, P. and Chakraborty, S. 2012. Material Selection Using Preferential Ranking Methods, *Material and Design*, 35, 384-393.

Darji, V.P. and Rao, R.V. 2014. Intelligent Multi Criteria Decision Making Methods for Material Selection in Sugar Industry, *Procedia Materials Science*, 5, 2585 – 2594.

Ecer, F. 2016. ARAS Yöntemi Kullanılarak Kurumsal Kaynak Planlaması Yazılımı Seçimi, *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 8(1), 89-98.

Fakhfakh, N., Verjus, H., Pourraz, F., and Moreaux, P. 2011. Measuring the Satisfaction Degree of Quality Attributes Requirements for

Services Orchestrations, *Proceedings of 4th International Conference on Communication Theory, Reliability, and Quality of Service*, Hungary, pp. 89-94.

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.

<http://www.m-macbeth.com>, M-MACBETH Kullanım Kılavuzu (Erişim Tarihi: 03 Aralık 2016).

Jayanthi, S., Kocha, B., and Sinha, K.K. 1996. Competitive Analysis of U.S Food Processing Plants, *The Retail Food Industry Center, Working Paper* 96-04.

Jayanthi, S., Kocha, B. and Sinha, K.K. 1999. Competitive Analysis of Manufacturing Plants: An Application to the US Processed Food Industry, *European Journal of Operational Research*, 118 (2), 217-234.

Kaklauskas, A., Tupenaite, L., Kanapeckiene, L. and Naimaviciene, J. 2013. Knowledge-Based Model for Standard Housing Renovation, *Procedia Engineering*, 57, 497 – 503.

Karande, P. and Chakraborty, S. 2013. Using MACBETH Method for Supplier Selection in Manufacturing Environment, *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4, 259–272.

Karande P. and 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.

Kundakcı, N. 2016. Combined Multi-Criteria Decision Making Approach based on MACBETH and Multi-MOORA Methods, *Alphanumeric Journal*, 4(1), 17–26.

Kutut, V., Zavadskas, E. K. and Lazauskas, M. 2013. Assessment of Priority Options for Preservation of Historic City Centre Buildings Using MCDM (ARAS), *Procedia Engineering*, 57, 657 -661.

Özbek, A. 2015. Operasyonel Rekabet Değerlendirmesi (OCRA) Yöntemiyle Mevduat Bankalarının Etkinlik Ölçümü, *NWSA-Social Sciences*, 10, (3), 120-134.

Parkan, C. 1994. Operational Competitiveness Ratings of Production Units, *Managerial and Decision Economics*, 15, 3, 201-221.

Parkan, C. 1996a. Measuring the Performance of Hotel Operations, *Socio-Economic Planning Sciences*, 30(4), 257-292.

- Parkan, C. 1996b. Performance Measurement for a Subway System in Hong Kong, *The Georgia Productivity Workshop II*, Athens, GA.
- Parkan, C. 1999. Performance Measurement in Government Services, *Managing Service Quality: An International Journal*, 9(2), 121-135.
- Parkan, C. 2002. Measuring the Operational Performance of Public Transit Company, *International Journal of Operations & Production Management*, 22(6), 693-720.
- Parkan, C. 2003. Measuring the Effect of a New Point of Sale System on the Performance of Drugstore Operations, *Computers & Operations Research*, 30(4), 729-744.
- Parkan, C. 2005. Benchmarking Operational Performance: The Case of Two Hotels, *International Journal of Productivity and Performance Management*, 54(8), 679 – 696.
- Parkan, C. and Wu, M.L. 1999a. Measuring the Performance of Operations of Hong Kong's Manufacturing Industries. *European Journal of Operational Research*, 118, 2, 235-258.
- Parkan, C. and Wu, M.L., 1999b. Measurement of the Performance of an Investment Bank Using the Operational Competitiveness Rating Procedure, *Omega*, 27(2), 201-217.
- Parkan, C., Lam, K. and Hang, G. 1997. Operational Competitiveness Analysis on Software Development, *The Journal of the Operational Research Society*, 48(9), 892-905.
- Parkan, C. and Wu, M.L. 1998. Process Selection with Multiple Objective and Subjective Attributes, *Production Planning & Control*, 9(2), 189-200.
- Parkan, C. and Wu, M.L. 2000. Comparison of Three Modern Multicriteria Decision-Making Tools, *International Journal of Systems Science*, 31(4), 497-517.
- Paul, D., Agarwal, P. K. and Chakraborty, S. 2016. Performance Appraisal of Indian State Police Forces Using ARAS Method, *Management Science Letters*, 6, 361–372.
- Shariati, S., Yazdani-Chamzini, A., Salsani, A. and Tamosaitiene, J. 2014. Proposing a New Model for Waste Dump Site Selection: Case Study of Ayerma Phosphate Mine, *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*, 25(4), 410–419.
- Stanujkic, D. and Jovanovic, R. 2012. Measuring a Quality of Faculty Website Using ARAS Method, *Contemporary Issues In Business, Management And Education '2012*, ISSN 2029-7963/ISBN 978-609-457-323-1 doi:10.3846/cibme.2012.45.

Tuş Işık, A., and Aytaç Adalı, E. 2016. A New Integrated Decision Making Approach Based on SWARA and OCRA Methods for the Hotel Selection Problem, *International Journal of Advanced Operations Management*, 8 (2), 140-151.

Yıldırım, B.F. 2015. Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde ARAS Yöntemi. *KAÜ İİBF Dergisi*, 6(9), 285-296.

Zavadskas, E. K. and Turskis, Z. 2010. A New Additive Ratio Assessment (ARAS) Method in Multicriteria Decision-Making, *Ukio Technologinis ir Ekonominis Vystymas*, 16(2), 159-172.

Zavadskas, E. K., Turskis, Z. and Vilutiene, T. 2010. Multiple Criteria Analysis of Foundation Instalment Alternatives by Applying Additive Ratio Assessment (ARAS) Method, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 10(3), 123-141.