

# ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME PROBLEMLERİNDE ARAS YÖNTEMİ



Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari  
Bilimler Fakültesi  
KAÜ İİBF Dergisi  
Cilt 6, Sayı 9, 2015  
ISSN : 1309 - 4289

Makale Sunum Tarihi : 02.03.2015

Yayına Kabul Tarihi : 27.03.2015

**Bahadır Fatih YILDIRIM**

Araştırma Görevlisi

Kafkas Üniversitesi,

İİBF, İşletme Bölümü,

Sayısal Yöntemler ABD.

bahadirfyildirim@gmail.com

**ÖZ** | Bu çalışmada Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri sınıfının bir üyesi olan ARAS yöntemi incelenerek yerel literatüre yeni bir alternatif yöntem olarak önerilmiştir. ARAS yönteminin literatürde kullanım alanları incelendikten sonra yöntemin aşamaları detaylı olarak ele alınmış, son olarak örnek bir karar problemi üzerinde ARAS yöntemi uygulanarak elde edilen bulgular yorumlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çok Kriterli Karar Verme, ARAS Yöntemi, Karar Problemi

**Jel Kodu:** C02, C65



Makaleyi çevrimiçi görüntülemek için QR  
Kodu okutunuz.

**Atıfda bulunmak için...** | YILDIRIM, B. F., (2015). "Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde ARAS Yöntemi". KAÜ İİBF Dergisi, 6(9), 285-296.

# ARAS METHOD IN MULTI CRITERIA DECISION MAKING



Kafkas University Economics and  
Administrative Sciences Faculty  
The Journal of KAU IIBF  
Vol. 6, Issue 9, 2015  
ISSN : 1309 - 4289

Article Submission Date : 02.03.2015

Accepted Date : 27.03.2015

**Bahadır Fatih YILDIRIM**

Research Assistant,

Kafkas University,

Business Administration,

Department of Quantitative  
Methods

bahadirfyildirim@gmail.com

**A** **BSTRACT** | In this study, Additive Ratio Assessment (ARAS) method which is a member of multi criteria decision making method class, has been proposed as a new alternative method to local literature. The usage areas of the ARAS method investigated in detailed literature research, additionally the ARAS method analysis steps examined. Finally solution of a sample problem was made by applying ARAS method and the obtained results were discussed.

**Keywords:** *Multi Criteria Decision Making, ARAS, Additive Ratio Assesment, Decision Problem.*

**Jel Code:** C02, C65



Scan QR Code to see this article online

## 1. GİRİŞ

Gerek bireysel, gerek yönetsel gerekse de toplumu etkileyecek düzeyde kısaca her seviyede doğru ve etkili karar verme önemli bir beceri olarak kabul edilmektedir. Doğru karar vermede karar vericinin becerisini oluşturan akıl, sezgi ve deneyimlerini doğru kullanabilme yetisinin önemi bilinmekle beraber günümüzde zorlaşan ve karmaşıklaşan karar süreçlerinin karar vericinin daha etkin, hızlı ve doğru karar almasına olanak sağlayacak 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. Bu çalışmada ÇKKV yöntemleri sınıfında yer alan ARAS yöntemi ele alınmıştır. Çalışmanın izleyen bölümlerinde ARAS yöntemine ait kapsamlı bir literatür taraması yapılarak yöntemin uygulama adımları incelenecektir. Ardından örnek bir çok kriterli karar problemi ARAS yöntemi ile değerlendirilerek elde edilen bulgular yorumlanacaktır.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Literatür taraması sonucu ARAS yönteminin öncelikle yapı ve malzeme bilimleri alanındaki karar problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Bununla birlikte 2010-2015 yılları arasını kapsayan çalışmalar boyunca diğer karar problemlerinde de uygulandığı görülmektedir. ARAS yöntemi TOPSIS, AHP, ANP vb. diğer Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile birlikte kullanıldığı gibi Bulanık Sistem ve Gri Sistem teorilerinin de yönteme dahil edilerek kullanıldığı çalışmalar da literatürde yer almaktadır.

ARAS yöntemi çıkış yeri olan Litvanya başta olmak üzere Kuzey Avrupa ülkelerinde faaliyet gösteren akademisyenler tarafından sıklıkla kullanılmak ile birlikte son dönemde Avrupa dışında da yöntemin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır.

ARAS yönteminin kullanıldığı çalışmalara genel olarak bakılacak olursa,

Zavadskas vd. (2010) çalışmalarında vakıf binaları için tesisat seçim problemini 3 alternatif ve 6 kriter üzerinden ARAS yöntemi kullanarak değerlendirmişlerdir.

Zavadskas vd. (2015), modern ekonomilerin gelişiminde önemli rol oynayan limanlar için Baltık Denizi üzerinde Klapedia bölgesi için liman yeri seçimi problemi için Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Fuzzy ARAS yöntemlerini kullandıkları bir model önermişlerdir.

Kutut vd. (2014), ARAS ve AHP yöntemlerini birlikte kullandıkları çalışmalarında Avrupa kentlerinde kültür mirası kapsamında korumaya alınacak tarihi yapıların öncelik sıralamasını belirlemeye çalışmışlardır.

Medineckienevd. (2015), yapıların sürdürülebilirliklerini değerlendirdikleri çalışmalarında Miljöbyggnađ isimli İsveç sertifikasyon sisteminden elde ettikleri kriterlerin ağırlıklarını AHP ile belirleyerek, ARAS yöntemi ile alternatifleri sıralamışlardır.

Kutut vd. (2013), tarihi şehir merkezi yapıların korumaya alınmasında sıralamayı belirlemek üzere öncelik değerlerini ARAS yöntemi kullanarak belirlemişlerdir.

Stanujkic vd. (2013), Sırbistan bankalarının sıralamasını yaptıkları çalışmalarında bazı Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri karşılaştırmalı olarak kullanılmıştır. Çalışmada TOPSIS, VIKOR, MOORA, SAW, Gri İlişkisel Analiz, COPRAS ve ARAS yöntemleri kullanılmıştır.

Turskis ve Zavadskas (2010), ARAS yöntemini Gri Sistem Teorisi ile genişlettikleri ARAS-G yöntemini çalışmalarında kullanmışlardır. Tedarikçi seçimi için kullanılan yöntem ile 4 alternatif tedarikçi, 6 kriter üzerinden gri sayılara çevirilerek kullanılan bir dilsel değerlendirme tablosu kullanılarak ele alınmıştır.

Chatterjee ve Chakraborty (2013) çalışmalarında COPRAS ve ARAS yöntemlerini kullanarak malzeme seçimi karar problemini ele almışlardır. Çalışmalarında ayrıca kullandıkları her iki yöntemin geçmiş performanslarını da inceleyerek bir karşılaştırma yapmışlardır.

Reza ve Majid (2013), Güvenilir Online Bankacılık kullanımını finansal kurumlar ölçeğinde ele alarak ARAS ve Analitik Network Proses (ANP) yöntemleri ile değerlendirmişlerdir.

Bakshi ve Sarkar (2011), çalışmalarında proje seçim performans değerlendirme karar probleminde AHP ve ARAS yöntemlerini kullanmışlardır.

Ghadikolaei ve Esbouei (2014), çalışmalarında finansal performans değerlendirme için Fuzzy AHP ve Fuzzy ARAS yöntemlerinin birlikte kullanıldığı entegre bir model önermişlerdir.

Baležentis vd. (2012) çalışmalarında Litvanya ekonomisinde yer alan sektörleri, finansal oranlar ölçeğinde bulanık mantık ile geliştirilmiş Fuzzy VIKOR, Fuzzy TOPSIS ve Fuzzy ARAS yöntemleri kullanarak değerlendirmişlerdir.

Sliogerience vd. (2013) enerji üretim alternatiflerinin analizi ve seçimi problemini Litvanya ölçeğinde AHP ve ARAS yöntemleri kullanarak ele almışlardır.

Shariati vd. (2014), çalışmalarında atık döküm yeri seçimi için ARAS yöntemini grup kararlarını göz önünde bulunduracak formda modellemişlerdir. GARAS adını verdikleri modele bulanık mantık entegre ederek karar probleminde çözüm getirmişlerdir.

Streimikienė ve Baležentis (2013), Litvanya için sürdürülebilir büyüme stratejilerinin önceliklerinin belirlenmesinde TOPSIS ve ARAS yöntemlerini kullanmışlardır.

Kaklauskas vd. (2013), standart bir ev renevasyonu için bilgi tabanlı bir model geliştirerek, en ideal renevasyon projesi seçimi için ARAS yöntemi kullanmışlardır.

Darji ve Rao (2014) çalışmalarında şeker imalatı endüstrisi için malzeme seçimi karar problemini ARAS, OCRA, EVAMIX ve geliştirilmiş TODIM yöntemi kullanarak çözmüşlerdir.

Keršulienė ve Turskis (2014) bir işletme için muhasebe departmanı şefi seçim sürecinde Fuzzy ARAS yöntemi kullanmışlardır.

Balezentiene ve Kusta (2012), yeşil konutlar için en ideal gaz emisyonu sağlayacak yakıt türünü ARAS yöntemi kullanarak belirlemeye çalışmışlardır.

Stanujkic ve Jovanovic (2012) ise çalışmalarında ARAS yöntemini fakülte web sayfası kalite ölçüm ve değerlendirmesinde kullanmışlardır.

### 3. ARAS YÖNTEMİ

Additive Ratio Assesment (ARAS) yöntemi, Z. Turskis ve E. K. Zavadskas tarafından Çok Kriterli Karar Verme problemlerinin çözümünde yeni bir yaklaşım olarak sunulmuştur (Turskis ve Zavadskas, 2010). Bulanık mantık ve gri teori ile entegre modellenebilmektedir.

Karar analizi ve Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinde klasik yaklaşım, subjektif tasnif (sıralama) üzerine yoğunlaşmaktadır. Literatürde yer alan mevcut bir çok ÇKKV yöntem, ideal pozitif ve ideal negatif çözüme olan göreceli uzaklıkları dikkate almakta ya da mevcut çözümlerin fayda fonksiyonu değerlerini ideal pozitif alternatif çözüm değeri ile karşılaştırmaktadır. ARAS yönteminde ise araştırmaya konu olan alternatiflerin fayda fonksiyonu değerleri, karar problemine araştırmacı tarafından eklenen optimal alternatife ait fayda fonksiyonu değeri ile karşılaştırılmaktadır. Örneğin kritere ait optimal skorun 100 olduğu bir karar probleminde tüm alternatiflerin bu değer altında olduğunu ve en büyük skorun 80 olduğu durumda en iyi alternatifin bu kriterden elde ettiği mevcut yöntemlerde olduğu gibi %100 (1) olarak hesaplanmak yerine %80 (0,80) olarak hesaplanır (Sliogerience vd., 2013).

ARAS yöntemi 4 adımdan oluşmaktadır (Zavadkas vd., 2010)

#### **Adım 1. Karar Matrisinin Oluşturulması**

Tüm ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi ARAS yönteminde de öncelikle karar problemine ait alternatifler ve alternatifleri değerlendirmek üzere kullanılacak kriterler belirlendikten sonra alternatiflerin kriterlere ait skorlarının gösterildiği karar matrisi oluşturulmaktadır. ARAS yönteminde tipik ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak başlangıç karar matrisinde her bir kritere ait optimal değerlerden oluşan bir satır da yer almaktadır.

$m$  alternatif sayısını,  $n$  ise kriter sayısını göstermek üzere  $X$  karar matrisi

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \cdots & x_{0j} & \cdots & x_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mj} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 0, 1, \dots, n \quad (1)$$

şeklinde gösterilebilir. Karar matrisi üzerinde  $x_{ij}$   $i$ . alternatifin  $j$ . kriterde gösterdiği performans değerini;  $x_{0j}$  ise  $j$ . kriterin optimal değerini ifade etmektedir.

Karar probleminde kritere ait optimal değer bilinmiyorsa, kriterin fayda (daha yüksek

daha iyi) ya da maliyet (daha düşük daha iyi) özelliği göstermesi durumuna göre optimal değer Eşitlik (2) ve (3) kullanılarak hesaplanır.

*Fayda durumu :*

$$x_{0j} = \max_i x_{ij} \quad (2)$$

*maliyet durumu:*

$$x_{0j} = \min_i x_{ij} \quad (3)$$

### **Adım 2. Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması**

Karar probleminde kullanılan kriter performans değerlerinin farklı ölçeklerde ve farklı birimlerde olduğu göz önünde bulundurulduğunda performans değerlerinin ortak birime dönüştürülmesi serilerin karşılaştırılabilir olması için zorunlu olmaktadır. Bununla beraber kriter performans değerlerinin çok geniş aralıklarda değerler aldığı durumlarda verilerin daha küçük aralıklara çekilmesine de olanak sağlayan bu dönüştürme işlemine normalizasyon işlemi adı verilmektedir (Yıldırım, 2014).

ARAS yönteminde  $\bar{X}$  normalize karar matrisi  $\bar{x}_{ij}$  değerlerinde oluşmaktadır.  $\bar{x}_{ij}$  değerleri kriterin fayda ya da maliyet özelliği göstermesine göre 2 şekilde hesaplanmaktadır.

Kriter performans değerlerinin daha yüksek olması daha iyi kabul ediliyorsa (fayda durumu), normalize değerler Eşitlik (4) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (4)$$

Kriter performans değerlerinin daha düşük olması daha iyi kabul ediliyorsa (maliyet durumu), normalizasyon işlemi iki adımda gerçekleştirilir. İlk adımda performans değerleri Eşitlik (5) kullanılarak fayda durumuna dönüştürülür, ikinci adımda Eşitlik (6) kullanılarak normalize değer hesaplanmış olur.

$$x_{ij}^* = \frac{1}{x_{ij}} \quad (5)$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}^*}{\sum_{i=0}^m x_{ij}^*} \quad (6)$$

Normalize değerler hesaplandıktan sonra değerler Eşitlik (7) de gösterilen matris formunda yazılarak  $\bar{X}$  normalize karar matrisi elde edilmiş olur.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x}_{01} & \cdots & \bar{x}_{0j} & \cdots & \bar{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{i1} & \cdots & \bar{x}_{ij} & \cdots & \bar{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_{m1} & \cdots & \bar{x}_{mj} & \cdots & \bar{x}_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 0, 1, \dots, n \quad (7)$$

**Adım 3.** Ağırlıklı Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Normalize karar matrisi elde edildikten sonra uzmanlardan alınan görüşler ya da karar vericinin bizzat kendi tarafından belirlenen subjektif görüşler doğrultusunda saptanan  $w_j$  kriter önem dereceleri (ağırlıklar) kullanılarak  $\hat{X}$  ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur. Kriterlere ait ağırlık değerleri  $0 < w_j < 1$  koşulunu sağlamaktadır ve ağırlıklar toplamı Eşitlik (8) de gösterildiği gibi sınırlandırılmıştır.

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (8)$$

Eşitlik (9) ile normalize değerler kullanılarak  $\hat{x}_{ij}$  ağırlıklı normalize değerleri elde edilmektedir.

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} \cdot w_j \quad (9)$$

Hesaplanan  $\hat{x}_{ij}$  ağırlıklı normalize değerleri Eşitlik (10) da gösterilen matris formunda yazılarak  $\hat{X}$  ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiş olur.

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} \hat{x}_{01} & \cdots & \hat{x}_{0j} & \cdots & \hat{x}_{0n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{i1} & \cdots & \hat{x}_{ij} & \cdots & \hat{x}_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{x}_{m1} & \cdots & \hat{x}_{mj} & \cdots & \hat{x}_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 0, 1, \dots, n \quad (10)$$

**Adım 4.** Optimallik Fonksiyon Değerlerinin Hesaplanması

ARAS yönteminin son adımında her bir alternatif için optimallik fonksiyon değeri hesaplanarak alternatiflerin değerlendirilmesi işlemi gerçekleştirilir.  $S_i$ , i. alternatifin optimallik fonksiyon değerini göstermek üzere alternatiflere ait skorlar Eşitlik (11) kullanılarak elde edilir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}, \quad i = 0, 1, \dots, m \quad (11)$$

Hesaplanan  $S_i$  değerlerinden daha büyük değerler daha etkin alternatifleri göstermektedir. Eşitlik (12) kullanılarak alternatiflere ait  $S_i$  değerleri  $S_0$  optimal fonksiyon değerine oranlanarak  $K_i$  fayda dereceleri hesaplanmaktadır.

$$K_i = \frac{S_i}{S_0}, \quad i = 0, 1, \dots, m \quad (12)$$

[0,1] aralığında değer alan  $K_i$  oranları kullanılarak alternatiflerin fayda fonksiyonu değerlerinin görelî etkinliği hesaplanabilmektedir. Bu doğrultuda değerleri büyükten küçüğe sıralanarak alternatiflerin değerlendirilmesi yapılmaktadır.

**4. UYGULAMA**

Çalışmanın uygulama bölümünde Yıldırım (2014) tarafından Gri İlişkisel Analiz yöntemi kullanılarak çözüm getirilen konut satın alma karar problemi ARAS yöntemi ile değerlendirilmiştir. Karar probleminin çözümünde Microsoft Excel (Excel) hesap tablosu paket

programını kullanılmıştır.

Konut satın probleminde ailenin satın alma alternatiflerini değerlendirdiği; konut fiyatı (TL), net kullanım alanı (m<sup>2</sup>), işyerine uzaklık (km), konut oda sayısı (adet), binaya ait yeşil alan (m<sup>2</sup>) ve binanın yaşı, kriterleri üzerinden belirlenen 5 alternatif konutun performans skorları Tablo 1.de gösterilmiştir. Veriler ışığında aile için optiaml konut alternatifi ARAS yöntemi kullanılarak 4 adımda belirlenebilir.

Tablo 1. Karar Problemine Ait Veri Seti

	Fiyat	Kullanım Alanı	Mesafe	Oda sayısı	Yeşil Alan	Bina Yaşı
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	105.000	105	10	4	300	10
A2	120.000	110	15	4	500	8
A3	150.000	120	12	3	550	12
A4	115.000	105	20	4	600	9
A5	135.000	115	15	5	400	9

#### **Adım 1. Karar Matrisinin Oluşturulması**

Karar problemine ait veriler kullanılarak oluşturulacak karar matrisinde optimal değerler tam olarak ifade edilmediği için kriterlerin fayda ya da maliyet özelliği belirlenerek, Eşitlik (2) ve (3) yardımıyla optimal değerler hesaplanır.

Konut fiyatı, işyerine mesafe ve bina yaşı kriterlerine göre alternatiflerin aldığı değerlerin küçük olması (maliyet durumu), net kullanım alanı, oda sayısı, yeşil alan kriterlerine göre alternatiflerin performans skorlarının büyük olması (fayda durumu) konut tercihinin olumlu etkileyecek diğer bir ifadeyle toplam faydayı artıracak durumlardır.

Belirlenen kriter özellikleri göz önünde bulundurularak hesaplanan optimal değerleri de barındıran karar matrisi,

$$X = \begin{bmatrix} 105000 & 120 & 10 & 5 & 600 & 8 \\ 105000 & 105 & 10 & 4 & 300 & 10 \\ 120000 & 110 & 15 & 4 & 500 & 8 \\ 150000 & 120 & 12 & 3 & 550 & 12 \\ 115000 & 105 & 20 & 4 & 600 & 9 \\ 135000 & 115 & 15 & 5 & 400 & 9 \end{bmatrix} \quad (13)$$

şeklinde gösterilebilir. Karar matrisinin ilk satırı kriterler için hesaplanan optimal değerleri göstermektedir.

#### **Adım 2. Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması**

Hesaplanan optimal değerlerin veri setine eklenmesi ile oluşturulan karar matrisi üzerinden



alternatiflerin karşılaştırılabilir olmasını sağlamak amacıyla birimlerinden arındırmak, büyüklüklerini daha düşük seviyelere çekerek işlem kolaylığı sağlamak için normalizasyon işleminden faydalanılmıştır.

Optimal değerlerin hesaplanmasında olduğu gibi performans skorlarının normalize edilmesi işleminde de kriterlerin özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu nedenle kriterlerin fayda ya da maliyet özelliği göstermesine göre Eşitlik (4), (5) ve (6) kullanılarak normalize işlemi tamamlanmış ve normalize karar matrisi,

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} 0,19 & 0,18 & 0,21 & 0,20 & 0,20 & 0,19 \\ 0,19 & 0,16 & 0,21 & 0,16 & 0,10 & 0,15 \\ 0,17 & 0,16 & 0,14 & 0,16 & 0,17 & 0,19 \\ 0,13 & 0,18 & 0,18 & 0,12 & 0,19 & 0,13 \\ 0,17 & 0,16 & 0,11 & 0,16 & 0,20 & 0,17 \\ 0,15 & 0,17 & 0,14 & 0,20 & 0,14 & 0,17 \end{bmatrix} \quad (14)$$

şeklinde oluşturulmuştur.

### **Adım 3.** Ağırlıklı Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması

Bilindiği üzere ARAS yönteminde de diğer ÇKKV yöntemlerde olduğu gibi karar probleminde her bir kriterin ne denli önem arz edeceğini belirlemek üzere uzman görüşü alınarak ya da bizzat karar verici tarafından saptanan kriter ağırlıkları kullanılmaktadır. Örnek karar problemi için karar verici konumunda bulunan ailenin kriter ağırlıklarını sırasıyla 0,05; 0,20; 0,10; 0,15; 0,10; 0,40 olarak belirlediği varsayımı altında ağırlıklı normalize karar matrisi Eşitlik (9) kullanılarak,

$$\hat{X} = \begin{bmatrix} 0,01 & 0,04 & 0,02 & 0,03 & 0,02 & 0,08 \\ 0,01 & 0,03 & 0,02 & 0,02 & 0,01 & 0,06 \\ 0,01 & 0,03 & 0,01 & 0,02 & 0,02 & 0,08 \\ 0,01 & 0,04 & 0,02 & 0,02 & 0,02 & 0,05 \\ 0,01 & 0,03 & 0,01 & 0,02 & 0,02 & 0,07 \\ 0,01 & 0,03 & 0,01 & 0,03 & 0,01 & 0,07 \end{bmatrix} \quad (15)$$

olarak belirlenmiştir.

### **Adım 4.** Optimallik Fonksiyon Değerlerinin Hesaplanması

Ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir alternatif için optimallik fonksiyon değerlerinin hesaplanması adımına geçilmiştir. Bu aşamada alternatiflerin kriterlerden aldığı hesaplanmış skorlar Eşitlik (11) kullanılarak  $S_i$  değerlerine, Eşitlik (12) kullanılarak ise  $K_i$  değerlerine dönüştürülmüştür. Hesaplanan  $S_i$  ve  $K_i$  değerleri ve alternatif sıralamaları Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Optimallik Fonksiyon Değerleri ve Alternatif Sıralamaları

	$S_i$	$K_i$	$\%K_i$	Sıra
Optimal	0,1931			
A1	0,1572	0,8142	81,42%	4
A2	0,1724	0,8929	89,29%	1
A3	0,1476	0,7642	76,42%	5
A4	0,1626	0,8423	84,23%	3
A5	0,1671	0,8654	86,54%	2

ARAS yöntemi kullanılarak konut alternatiflerinin optimallik fonksiyon değerleri büyükten küçüğe değerlendirilerek konut alternatifleri sıralanmıştır. Analiz sonuçlarına göre ilk sırada A2 konutu yer almakta iken optimalden en uzak olan A3 konutu son sırada yer almıştır. Yüzde olarak ifade edilen  $K_i$  değerleri her bir alternatifin optimale ne oranda benzediğinin bir ölçüsüdür. Bu doğrultuda en ideal konut alternatifi olan A2 konutu %89,29 oranla optimale yakındır. Optimale oranla sıralamada sonuncu olan A3 alternatifinin optimallik fonksiyon değeri 0,7642 olup, optimale benzerliği %76,42 olarak ifade edilebilir.

## 5. SONUÇ

Bu çalışmada ÇKKV yöntemlerinden biri olan ARAS yöntemi yerel literatüre yeni bir yaklaşım olarak sunulmuştur. Dört işlemten fazlasını gerektirmeyen ve uzun adımlardan oluşmayan ARAS yöntemi, gerek işlem kolaylığı, gerekse paket program gereksinimi olmaması bakımından karar vericiler için kolaylıkla uygulanabilir bir alternatif olarak değerlendirilebilir.

İzleyen çalışmalarda, özellikle karar sürecinde hakim olan belirsizliğin giderilmesi için Bulanık Sistem Teorisi ve yeterli bilgi bulunmadığı durumlarda Gri Sistem teorisi ile birlikte entegre kullanılabilir. Ayrıca diğer ÇKKV yöntemleri ile birlikte hibrit kullanıma uygun olan ARAS yöntemi gerçek hayat problemlerine uygulanabilir. Diğer ÇKKV yöntemleri ile aynı probleme uygulanarak yöntemler karşılaştırılabilir.

## 6. KAYNAKÇA

- Bakshi, T., & Sarkar, B. (2011). MCA based performance evaluation of project selection. arXiv preprint arXiv:1105.0390.
- Balezentiene, L., & 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 Scientific World Journal*, 2012.
- Baležentis, A., & Štreimikienė, D. (2013). Integrated Sustainability Index: the Case Study of Lithuania. *Intelektinė ekonomika*, (7 (3)), 289-303.
- Baležentis, A., Baležentis, T., & Misiunas, A. (2012). An integrated assessment of Lithuanian economic sectors based on financial ratios and fuzzy MCDM methods. *Technological and Economic*

- Development of Economy, 18(1), 34-53.
- Barak, S., Mehrgini, B., Maghsoudlou, H., & Branch, Q. Multi-Criteria Decision Making Approach To Candidate Well Selection For Hydraulic Fracturing Treatment, CIE44 & IMSS'14 Proceedings, 14-16 October 2014, Istanbul / Turkey, 2092-2106.
- Chatterjee, P., & Chakraborty, S. (2013). Gear Material Selection using Complex Proportional Assessment and Additive Ratio Assessment-based Approaches: A Comparative Study, International Journal of Materials Science and Engineering Vol. 1, No. 2 December 2013, 104-111
- Dadelo, S., Turskis, Z., Zavadskas, E. K., & Dadeliene, R. (2012). Multiple criteria assessment of elite security personal on the basis of ARAS and expert methods. Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research, 46(4), 65-87.
- Darji, V. P., & Rao, R. V. (2014). Intelligent Multi Criteria Decision Making Methods for Material Selection in Sugar Industry. Procedia Materials Science, 5, 2585-2594.
- Ghadikolaie, A. S., & Esbouei, S. K. (2014). Integrating Fuzzy AHP and Fuzzy ARAS for evaluating financial performance. Boletim da Sociedade Paranaense de Matemática, 32(2), 163-174.
- Kaklauskas, A., Tupenaite, L., Kanapeckiene, L., & Naimaviciene, J. (2013). Knowledge-based model for standard housing renovation. Procedia Engineering, 57, 497-503.
- Keršulienė, V., & Turskis, Z. (2014). An integrated multi-criteria group decision making process: selection of the chief accountant. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 110, 897-904.
- Kutut, V., Zavadskas, E. K., & Lazauskas, M. (2013). Assessment of Priority Options for Preservation of Historic City Centre Buildings Using MCDM (ARAS). Procedia Engineering, 57, 657-661.
- Kutut, V., Zavadskas, E. K., & Lazauskas, M. (2014). Assessment of priority alternatives for preservation of historic buildings using model based on ARAS and AHP methods. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 14(2), 287-294.
- Medineckiene, M., Zavadskas, E. K., Björk, F., & Turskis, Z. (2015). Multi-criteria decision-making system for sustainable building assessment/certification. Archives of Civil and Mechanical Engineering, 15(1), 11-18.
- Reza, S., & Majid, A. (2013). Ranking Financial Institutions Based on of Trust in online banking Using ARAS and ANP Method, International Research Journal of Applied and Basic Sciences, Vol, 6 (4): 415-423.
- Shariati, S., Yazdani-Chamzini, A., Salsani, A., & Tamošaitienė, J. (2014). Proposing a New Model for Waste Dump Site Selection: Case Study of Ayerma Phosphate Mine. Engineering Economics, 25(4), 410-419.
- Sliogeriene, J., Turskis, Z., & Streimikiene, D. (2013). Analysis and choice of energy generation technologies: the multiple criteria assessment on the case study of Lithuania. Energy Procedia, 32, 11-20.
- Stanujkic, D., & Jovanovic, R. 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

- Stanujkic, D., Djordjevic, B., & Djordjevic, M. (2013). Comparative analysis of some prominent MCDM methods: A case of ranking Serbian banks. *Serbian Journal of Management*, 8(2), 213-241.
- Tamošaitienė, J., & Zavadskas, E. K. (2013). The multi-stage decision making system for complicated problems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 82, 215-219.
- Tamošaitienė, J., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Vainiūnas, P. (2011). Multi-Criteria Complex For Profitability Analysis Of Construction Projects. *Economics & Management*, 16.
- Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, (2), 159-172
- Turskis, Z., & Zavadskas, E. K. (2010). A novel method for multiple criteria analysis: grey additive ratio assessment (ARAS-G) method. *Informatica*, 21(4), 597-610.
- Yıldırım, B. F. (2014), *Gri İlişkisel Analiz, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Editörler: Bahadır Fatih YILDIRIM ve Emrah ÖNDER, (1. Baskı, 227-242). Bursa: Dora Yayıncılık.
- Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Šaparauskas, J., & Turskis, Z. (2013). Multi-criteria assessment of facades' alternatives: peculiarities of ranking methodology. *Procedia Engineering*, 57, 107-112.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Bagočius, V. (2015). Multi-criteria selection of a deep-water port in the Eastern Baltic Sea. *Applied Soft Computing*, 26, 180-192.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & 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.