



Araştırma Makalesi / Research Article

Yayın Geliş Tarihi / Article Arrival Date

21.02.2018

Yayınlanma Tarihi / The Publication Date

05.04.2018

**Dr. Öğr. Üyesi Hakan Murat ARSLAN** 

Düzce Üniversitesi  
İşletme Fakültesi – İşletme Bölümü  
muratarслан@duzce.edu.tr

## ARAS VE ORESTE YÖNTEMLERİ İLE OTEL İŞLETMELERİ İÇİN EN ETKİN GÜNEŞ ENERJİSİ SU ISITMA SİSTEMİNİN BELİRLENMESİ

### Özet

Günümüzde işletmeler çok farklı türden karar problemleri ile karşılaşmaktadırlar. Bu karar problemlerinin çözümü için her geçen gün yeni yöntemler geliştirilmektedir. İşletmelerin giderek daha karmaşık hale gelen karar problemleri karşısında modern ve bilimsel karar analizi yöntemlerini uyguladıkları takdirde iş hayatında önemli bir rekabet üstünlüğü sağladıkları görülmüştür. Son zamanlarda, bahsedilen bilimsel yöntemler arasında çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri çok ilgi görmektedir. Bunun nedeni olarak; ÇKKV problemlerinin doğasında var olan ve birbiri ile çelişen birden fazla kriteri dikkate alarak optimum (en iyi) çözümü barındıran alternatifini belirlemesi olarak düşünülmektedir.

Bu çalışmada amaç, otel işletmelerinin karşılaştıkları karar problemlerinin değerlendirme ve çözüm sürecinde ÇKKV yöntemlerinin uygulanabilirliğini göstermek ve bu konuda farkındalık oluşturmaktır. Çalışmada, işletmelerin ÇKKV yöntemlerini kullanarak birçok karar problemini çözebildikleri örnekleri ile ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmanın uygulama bölümünde, bir otel işletmesinin su ısıtma ihtiyacının karşılanması için güneş enerjisi su ısıtma sistemleri arasından en etkin olanın belirlenmesinde ARAS ve ORESTE yöntemlerinin analizine yer verilmiştir. Farklı iki yöntem ile gerçekleştirilen analiz sonuçları birbirini destekler mahiyette olup, birinci sırada A4 (Cam Borulu Vakum Tüplü Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemi), ikinci sırada A3 (Cam Borulu Statik Boyalı Vakum Tüplü Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemi) çıkmıştır. Analiz sonuçları ilgili otel işletmesi ile paylaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, ARAS ve ORESTE Yöntemleri, Otel İşletmeleri

## DETERMINATION OF THE MOST EFFECTIVE SOLAR ENERGY WATER HEATING SYSTEM FOR HOTEL BUSINESSES WITH ARAS AND ORESTE METHODS

### Abstract

Today, businesses are faced with very different kinds of decision problems. New methods are being developed every day for the solution of these decision problems. It has been seen that businesses have a significant competitive advantage in business life if they apply modern and scientific decision analysis methods to increasingly complex decision problems. Recently, among the mentioned scientific methods, multi criteria decision making (MCDM) methods are very interested. For this reason; it is considered as the determination of the alternative that holds the optimum solution by considering more than one criterion which are inherent in the problems of MCDM and conflict with each other.

The aim of this study is to demonstrate the applicability of the MCDM methods in the evaluation and resolution process of the decision problems faced by the hotel businesses and to raise awareness in this regard. In the study, enterprises are described with examples that they can solve many decision problems by using MCDM methods. In addition, in the application section of the study, the analysis of ARAS and ORESTE methods was carried out to determine the most effective solar water heating systems to meet the water heating needs of a hotel business. The results of the analysis carried out by two different methods are supplementary, with A4 (Glass Tube Vacuum Tube Solar Water Heating System) in the first order, A3 (Glass Tube Static Painted Solar Water Heating System with Vacuum Tube) in the second order. The results of the analysis are shared with the relevant hotel administration.

**Keywords:** Multiple Criteria Decision Making Methods, ARAS and ORESTE Methods, Hotel Businesses

## 1. Giriş

Kâinata, iradesi olan her türden organizma farklı amaçlarına ulaşmak için çeşitli yöntemler denemektedir. Bu alternatif yöntemler arasından en uygun olanının seçilmesine en basit manada “karar” denilebilir. Bununla birlikte karar verme işlevinin bir süreç gerektirdiği gerçeği ile bu süreci etkileyen unsurlar arasında öncelikle amaç, kriterler, alternatifler ve karar vericilerin tespit edilmesinin büyük önemi vardır.

Güncel hayatta bireyler genellikle karşılaştıkları karar problemleri karşısında hislerinin etkisinde kalırlar. Ancak günümüzdeki işletmelerin hali hazırdaki rekabet koşullarında hisleri ile karar vermeleri kendi varlıklarını bitirme anlamına geldiğinden bilimsel karar verme yöntemlerini kullanmaları zorunlu hale gelmiştir.

Karar problemlerinin yapısında var olan kriterler dikkate alınarak alternatifler arasından en uygununun seçilmesi sürecinde, mantıklı hareket etme esastır. Bu nedenle mantık esasları ile karar problemleri arasında var olan bu ilişki eskiden beri araştırmacıların ilgisini çekmiştir.

Klasik mantıkta herhangi bir karar durumu için doğru ya da yanlış ihtimallerinin dışında başka bir ihtimal yoktur. Bu iki ihtimale, matematikçi Leibniz gerek-sonuç durumunu eklemiştir (Öner, 1969: 288). Bu ekleme ile yanlış ifade eden 0 ile doğruyu ifade eden 1 arasında sayısız karar derecesinin varlığı bilim insanları tarafından düşünölmeye başlanmıştır. Ayrıca yanlış ifade eden 0 ile doğruyu ifade eden 1 arasındaki farklı karar dereceleri karşısında karar probleminin yapısına göre sayısız kısıt ve alternatifin göz önüne alınması gerektiği de açıktır.

Literatürde çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemleri olarak bilinen karar problemlerinin çözümü için araştırmacılar klasik ya da sezgisel temelli birçok yöntem geliştirmişlerdir. Klasik yaklaşımların temelinde karar problemini matematiksel formüller ve kavramlarla ifade etmek ve çözümlenmek esas iken, sezgisel yaklaşımlar kısa zamanda çok değişkenli karar problemlerinin kesin çözüme en yakın çözümlerinin bulunmasını amaçlarlar.

Bu çalışmanın uygulama bölümünde yer alan karar problemi, ÇKKV metotlarının güncel sınıflandırılması düşünölmekle analiz edilmiştir. Son zamanlarda ÇKKV yöntemleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, yeni veya hibrit yöntemlerin ağırlıkta kullanıldığı görölmektedir.

Çalışmada, günümüzde ÇKKV yöntemleri ile ilgili çoğunlukla yapılan benzer çalışmalar dikkate alınarak, güncel bir karar problemine yeni ÇKKV yaklaşımlarının uygulanabilirliğini göstermek hedeflenmiştir.

ÇKKV yöntemlerinin otelcilik sektöründeki karar problemlerinde uygulanmasının toplumsal faydaları göz ardı edilemez. Çalışmada bu fayda unsurlarının özellikle üzerinde durulmuş ve bu konu üzerinde farkındalık oluşturmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, yeni yaklaşımların özellikle otelcilik sektörü karar problemlerinde kolaylıkla kullanılabildiğini göstermek için çalışmada bir uygulama yapılmıştır.

Örneğin; (Davras ve Karaatlı, 2014: 95) çalışmalarında bir otel işletmeleri için en uygun tedarikçinin belirlenmesi problemine AHP ve BAHP (Bulanık AHP) yöntemlerini ayrı ayrı kullanmışlardır. Analiz sonuçlarını karşılaştırmışlar ve işletme için en uygun tedarikçinin tespitinde yöneticilere yardımcı olmuşlardır.

Bu çalışmanın uygulama bölümünde bir otel işletmesi için sıcak su ihtiyacının karşılanmasında hangi tür güneş enerjisi su ısıtma sisteminin tercih edilmesi karar probleminin çözümü hedeflenmiştir. Bu hedefe göre en etkin güneş enerjisi sisteminin bilimsel yöntemlerle tespit edilmesi gerekmektedir. Bu karar problemine ait kriterler ve alternatifler karar verici konumunda olan yöneticilerle ve ilgili literatür taranarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler dikkate alınarak en etkin güneş enerjisi su ısıtma sisteminin belirlenmesi modeli oluşturulmuş ve bu model ÇKKV yöntemlerinden ARAS ve ORESTE yöntemleri ile ayrı ayrı analiz edilmiştir.

Çalışmanın sırasıyla gelen ikinci bölümünde ÇKKV problemlerinin otelcilik sektörü uygulamaları ve oluşturduğu faydalar üzerine literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde otel işletmelerinin ortak sorunu haline gelen sıcak su ihtiyacı problemine önemli bir yeri olan en etkin güneş enerjisi su ısıtma sisteminin tespit edilmesinde ÇKKV yöntemlerinin kullanımına dair bir uygulama bulunmaktadır. Dördüncü ve son bölümde, uygulama bölümündeki analiz sonuçları ifade edilmiş ve işletmeye yönelik faydaları üzerinde durularak, gelecek çalışmalar için tavsiyelerde bulunulmuştur.

## 2. Literatür Taraması

İşletmeler için istenen yönetim fonksiyonu tanımlanmak istenirse, “Ürünlerin ya da hizmetlerin ortaya çıkarılması aşamasında kullanılan kaynakların iktisadi bir şekilde elde edilmesi ve tasarruflu bir şekilde yönlendirilmesidir.” denilebilir. Günümüzde işletmeler kendileri için gerekli olan verileri, kararları ve uygulamaları belli bir hiyerarşi içinde yorumlamakta güçlük çekmektedirler.

Bu tür karmaşık ve hiyerarşik yapının bilimsel yaklaşımlarla analiz edilmesi anlayışı, karşılaşılan karar problemlerinin çözümünde üstünlük sağlayacaktır. Bu üstünlük, iş dünyasının rekabetçi koşulları arasında önemli bir ayrıcalıktır. Bu nedenle işletmeler yukarıda belirtilen karmaşık ve hiyerarşik yapıları içeren karar problemlerinin çözümünde çok değişik bilimsel yöntemler kullanılmaktadırlar.

Karar, olası alternatifler arasından bir çözüm veya çözümler kümesinin seçimi olarak değerlendirilebilir (Tulunay, 1991: 32). ÇKKV yöntemleri de çok sayıda kriter ve alternatifin birlikte analizini ve değerlendirilmesini gerektiren karar problemlerinin analiz ve çözümlenmesinde kullanılmaktadır (Baysal ve Tecim, 2006: 2).

Kriterler ise, alternatiflerin önceliklerini sıralamaya yarayan ve değerlendirme aşamasında dikkate alınan temel unsurlardandır (Lai and Hwang, 1994: 41). Bu unsurlar, değerlendirme aşamasında optimum kararın verilebilmesi için gerekli olan koşullardır. ÇKKV problemlerinin analizi sürecinde karar verici tarafından öncelikli olarak alternatifler kriterler çerçevesinde değerlendirilmelidir (Jahanshahloo ve Izadikhah, 2006: 1548).

### 2.1. ARAS Yöntemi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Çalışmadaki karar probleminin analizi için seçilen ARAS yöntemi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde; bu yöntemin daha çok yapı ve inşaat malzemelerinin seçimi alanındaki karar problemlerinde sıklıkla uygulandığı görülmektedir.

İlerleyen zamanda özellikle 2010-2015 tarihleri arasındaki çalışmalarda ise değişik sektörlere ait karar problemlerinin çözümü için kullanıldığı da görülmüştür (Yıldırım, 2015: 289).

(Zavadskas vd., 2010: 129) çalışmalarında bir vakıf işletmesinde kurulacak olan tesisat sisteminin belirlenmesi sürecinde ARAS yöntemini kullanmışlar ve analiz sonuçlarını yöneticilerle paylaşmışlardır.

(Bakshi ve Sarkar, 2011: 18) çalışmalarında belli bir faaliyete ait sürecin işletilmesinde en verimli proje tasarımının tespit edilmesi probleminde AHP ve ARAS yöntemlerini kullanmışlardır. Analiz sonuçlarını karşılaştırarak hedeflenen sonuca ulaşmışlardır.

(Balezentiene ve Kusta, 2012: 5), çevre ekolojik dengesine uygun konut projesinde en etkin gaz emisyon değeri olan yakıt türünü ARAS yöntemi ile tespit etmeyi başarmışlardır.

(Stanujkic ve Jovanovic, 2012: 550), farklı bir bakış açısı ile bir eğitim tesisinin web sayfasına ait kalite ve değerlendirme ölçütlerini ARAS yöntemi kullanarak belirlemişlerdir.

(Balezentis vd., 2012: 40), Litvanya’da belli bir sektörde faaliyet gösteren işletmelerin finansal oranlarını kriterler olarak dikkate alan bir karar modeli geliştirmişler ve bu modeli bulanık mantık esaslı Fuzzy VIKOR, Fuzzy TOPSIS ve Fuzzy ARAS yöntemleri kullanarak çözümlenmişlerdir. Sonuçları kıyaslayarak en uygun alternatifi tespit etmişlerdir.

(Sliogerience vd., 2013: 14), Litvanya ölçeğinde en uygun yenilenebilir enerji üretim sisteminin belirlenmesi probleminde AHP ve ARAS yöntemlerini ayrı ayrı uygulayarak en uygun yenilenebilir enerji sistemini tespit etmişlerdir.

(Kutut vd., 2013: 659), tarihi ve kültürel miras olarak kabul edilen bazı yapıların muhafaza edilmesinde belirlenen kriterler çerçevesinde alternatiflerin sıralamasını ARAS yöntemini kullanarak belirlemişlerdir.

(Zavadskas vd., 2015: 144), Baltık Denizi kıyılarında belirli bir bölge için limanların en uygun yerleşiminde AHP ve Fuzzy ARAS yöntemlerini kullanarak optimum tesis yerini önermişlerdir.

## 2.2. ORESTE Yöntemi İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu çalışmanın analiz yöntemlerinden olan ORESTE yöntemi, tarımsal faaliyetleri içeren karar problemleri (Matějček ve Brožová, 2011: 30), en uygun materyal ve personel seçimi (Chatterjee ve Chakraborty, 2012: 387), yazılımların ve projelerin öncelikli sıralamasının belirlenmesi (Eliseo, 2009: 25), denizcilik işletmeleri için liman seçimi (Jafari vd., 2013: 1495), askeri strateji faaliyetlerinde karasal mayınların tespit yönteminin seçiminde (Leener ve Pastijn, 2002: 330), işletmelerin yönetimi sırasında karşılaşılan risklerin sıralanması (Jafari, 2013: 217) ve (Eroğlu vd., 2014) çalışmalarında bir özel sektör işletmesine ait personel alımında alternatif elemanlar arasından en uygun olanını belli kriterler çerçevesinde ORESTE yöntemi kullanarak belirlemişlerdir. Yukarıda sıralanan çalışmalar gibi çeşitli karar problemlerinin çözümünde bu yöntemin kullanımı gösterilmiştir.

## 2.3. Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemleri

İnsanlık var oldukça her geçen gün enerjiye olan ihtiyaç artmaktadır. Enerjiye olan ihtiyacın artmasındaki, en büyük iki etkenden birincisi nüfusun artması ikincisi de yeni teknolojik ürünlerin enerji sarfiyatı olarak düşünülebilir. Bu şekilde artarak büyüyen enerji sarfiyatının yeraltı kaynaklarından sağlanmasının yakın gelecekte mümkün olmadığı araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Bu nedenle enerjinin temini noktasında yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarından faydalanılmalıdır (Enerjibes, 2018).

Günümüzde yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynaklarından en kolay temin edileni güneş enerjisidir. Güneş enerjisinin bu denli tercih edilir olmasındaki en büyük neden; bitmek tükenmek bilmeyen bir enerji potansiyelinin olduğu düşünülmesindedir. İşletmeler enerji ihtiyaçlarının aşırı artması sebebi ile güneş enerjisinden azami ölçüde faydalanmalıdırlar.

Türkiye de ilk defa güneş enerjisinden faydalanarak su ısıtma sistemi 1975'te İzmir'de ortaya çıkmıştır. Toplum tarafından çok kısa sürede benimsenmiş ve üretim işletmeleri tarafından seri olarak yapımına başlanmıştır. Geçmişten bugüne değin güneş enerjisinden faydalanarak su ısıtma sistemleri çok farklı malzemeler kullanılarak günümüze kadar ulaşmıştır.

Günümüzde güneş enerjisi su ısıtma sistemi kurulumu yapacak olan işletme veya bireylerin öncelikle alternatif modeller hakkında ayrıntılı bilgi almaları ve sistemin imalatında kullanılan malzeme ve işçiliğe çok dikkat etmeleri gerekmektedir. Bu açıklanan bilgiler doğrultusunda güneş enerjisi su ısıtma sistemlerini aşağıda belirtilen dört temel sınıfa ayırmak mümkündür (Aktaşenerji, 2018):

- 1- Galvanizli Sac Klasik Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemleri
- 2- Paslanmaz Krom Çelik Klasik Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemleri
- 3- Cam Borulu Statik Boyalı Vakum Tüplü Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemleri
- 4- Cam Borulu Krom Çelik Vakum Tüplü Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemleri

## 3. Uygulama: ARAS ve ORESTE Yöntemleri ile Otel İşletmeleri için En Etkin Güneş Enerjisi Su Isıtma Sisteminin Belirlenmesi

### 3.1. ARAS ve ORESTE Yöntemleri

#### 3.1.1. ARAS Yöntemi

Additive Ratio Assesment (ARAS) yöntemi, Z. Turskis ve E. K. Zavadskas tarafından ÇKKV problemlerinin çözümünde ve değerlendirilmesinde farklı bir yöntem olarak geliştirilmiştir (Turskis ve Zavadskas, 2010: 128). Daha çok bulanık mantık temelli yöntemler ve gri ilişkisel analiz yaklaşımları ile uyumluluk göstermektedir.

Karar analizi problemlerinin yapısında, karar vericilerin alternatifleri karşılaştırırken taraflı olma durumu gibi endişe devamlı söz konusudur. Bu endişe analizlerin geçerliğini etkilediğinden

ÇKKV yöntemlerinde mutlak çözümden daha çok optimum çözüme en yakın olan çözüm aralığı verilmeye çalışılır. Ancak ARAS yönteminde farklı bir durum vardır. Bu yaklaşımda fayda fonksiyonunu maksimum yapan veriler ile karar verici/ler tarafından belirlenen optimum değerler karşılaştırılmaktadır. Bu yaklaşım karar vericilerin taraflı olma endişesini bertaraf eden uygulamadır. ARAS yöntemi dört temel adımda analiz edilmektedir (Zavadkas vd., 2010: 128):

**1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması**

ÇKKV yöntemlerinin yapısında var olan temel husus problemin açıkça ortaya konmasıdır. Ardından, sırasıyla karar verici/ler belirlenmeli sonra çözüm için gerekli olan kriter ve alternatifler tespit edilmelidir ve en son olarak hangi ÇKKV yöntem ile analizler gerçekleştirilecek ise belirlenmelidir. Analiz aşamalarına geçilebilmesi içinde ilk olarak kriter ve alternatiflere ait temel verilerin tablo halinde gösterildiği karar matrisi oluşturulmalıdır. ARAS yönteminde diğer ÇKKV yöntemlerinden farklı olarak, karar matrisinin ilk satırı optimum değerlerden oluşmaktadır.

Alternatif sayısı  $m$  ve kriter sayısı  $n$  olmak üzere karar matrisi (X);

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

Şeklinde gösterilebilir. X matrisinde  $x_{ij}$  elemanı  $i$ . alternatifin  $j$ . kritere göre performansını;  $x_{0j}$  elemanı da  $j$ . kriterin optimum değerini ifade etmektedir. Kriterlerden bazılarında ait optimum değer belli değilse, (2) ve (3) formülleri ile hesaplanabilir.

Fayda konumundaki kriterler için:

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

Maliyet konumundaki kriterler için:

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

**2. Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Belirlenmesi**

Karar problemlerinin farklı birim ve ölçeklerde olan kriterlerine ait karşılaştırmaların daha kolay yapılabilmesi için ortak bir ölçü birimine dönüştürülmesi uygun olacaktır. Dahası, verilere normalizasyon işlemi yapıldığı takdirde karşılaştırılabilir işlemlerin daha az hata ile yapılabilirdiği görülmüştür. ARAS yönteminde,  $\bar{X}$  normalize edilmiş karar matrisi  $\bar{x}_{ij}$  elemanları ile ifade edilir. Ancak  $x_{ij}$  elemanları, kriterlerin fayda veya maliyet durumunda olmasına göre iki değişik şekilde belirlenebilir.

Kriterlerin fayda durumunda olması halinde, verilerin normalize edilebilmesi için eşitlik (4) kullanılır.

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

Kriterlerin maliyet durumunda olması halinde, verilerin normalize edilebilmesi için eşitlik (5) ile fayda durumuna dönüştürülür, sonraki aşamada eşitlik (6) ile normalize edilmiş değerlere ulaşılır.

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

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

Normalize edilmiş karar matrisi hesaplandıktan sonra eşitlik (7) şeklinde gösterilen matris gibi yazılır. Böylece  $\bar{X}$  normalize edilmiş karar matrisi elde edilmiştir.

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



### 3. Adım: Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Belirlenmesi

$\bar{X}$ , normalize edilmiş karar matrisinin belirlenmesinden sonra karar vericiler tarafından tespit edilen  $w_j$  kriter ağırlıkları ile  $\hat{X}$  ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi hesaplanır. Ancak kriterlere verilen ağırlık sınırı  $0 < w_j < 1$  koşulunu sağlamalıdır. Ayrıca kriterlerin ağırlıklar toplamı eşitlik (8) de ifade edildiği gibi 1'e eşit olmalıdır.

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

Eşitlik (9) da belirtilen formül ve  $\bar{X}$  normalize edilmiş karar matrisi kullanılarak  $\hat{X}$  ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur.

$$\hat{x}_{ij} = x_{ij} * w_j \quad (9)$$

Eşitlik (9) ile hesaplanan  $\hat{x}_{ij}$  değerleri aşağıda ifade edilen eşitlik (10) gibi matris şekline sokulmalıdır. Böylece  $\hat{X}$  ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiş olur.

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

### 4. Adım: Alternatiflere ait Optimum Değerlerinin Belirlenmesi

ARAS yönteminde, analizin son adımında alternatiflere ait optimum değerlerin hesaplanmasına geçilir.  $S_i$ , i. alternatifin optimum değeri olmak üzere; alternatifler kendi aralarında eşitlik (11) yardımı ile değerlendirilir.

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

Eşitlik (12) ile de alternatiflere ait  $S_i$  değerleri,  $S_0$  optimum değeri ile karşılaştırılarak  $K_i$  fayda değerleri bulunur.

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

Belirlenen  $K_i$  değerleri vasıtası ile alternatiflere ait fayda değerlerinin göreceli etkinlikleri bulunabilir. Yukarıda ifade edildiği gibi oluşturulan  $K_i$  değerleri büyükten küçüğe sıralandığında alternatiflerin kriterler çerçevesinde fayda veya maliyet durumlarına göre karşılaştırılması yapılabilir.

### 3.1.2. ORESTE Yöntemi

ORESTE (Organisation, rangement et synthèse de données relationnelles -in French) yöntemi, ELECTRE yönteminin bir alternatifi şeklinde M. Roubens tarafından 1979'da önerilmiş bir ÇKKV yöntemidir (Pastjin ve Leysen, 1989: 1257). ORESTE Yöntemi, işlevsel olarak alternatiflerin belirli kriterler çerçevesinde diğer alternatiflere önceliğinin tespit edildiği bir sıralama yöntemidir. Bu yöntem tam sıralama (ORESTE-I) ve uyumsuzluk analizi (ORESTE-II) olmak üzere iki aşamadan oluşur. Tam sıralama (ORESTE-I) Yöntemi üç adımdan oluşmaktadır (Pastjin ve Leysen, 2003: 7):

**1. Adım (Problemin Alternatif ve Kriterlerinin Belirlenmesi):** Karar verici tarafından kriterler ve kriterler dikkate alınarak alternatifler kendi aralarında büyükten küçüğe doğru sıralanır. Bu sıralama alternatifler arasında zayıf sıralama olarak adlandırılır. Ardından, M. Besson tarafından ilk kez uygulanan ve bu ad ile tanınan sıralama tespit edilir. Bu sıralamaya göre değerleri aynı olan kriter ve alternatiflere aritmetik ortalama alınmak suretiyle Besson sıra değeri verilmektedir.

**2. Adım: (Alternatiflerin Projeksiyon Uzaklıklarının Hesaplanması):** Bir önceki aşamadan elde edilen sıra değerleri dikkate alınarak, problemin yapısına göre başlangıç noktası (R) belirlenir. Belirlenen R değerine göre kriterler çerçevesinde alternatiflerin projeksiyon uzaklıkları hesaplanır (Pastjin ve Leysen, 1989: 1260).

**3. Adım (Alternatiflere Ait Global Sıralama):** ikinci aşamada belirlenen uzaklık verilerine göre bu defa alternatifler küçükten büyüğe doğru dizilir ve yer aldıkları sıralar göz önüne alınarak yeni Besson sıralamaları belirlenir. Alternatiflere ait global sıralamalar, alternatif çiftleri için en son elde edilen sıra değerlerinin toplamı ile hesaplanır.

**Farksızlık ve Uyuşmazlık Analizi (ORESTE II):** Alternatifler arasında “Farksızlık” ve “Kıyaslanamazlık” durumlarını tespit etmek amacıyla uygulanır. ORESTE-I yöntemindeki üçüncü adımda yer alan Besson sıra değerleri dikkate alınarak alternatiflerin kendi aralarında tercih yoğunluğu hesaplanır ve bu veriler normalize edilir. Hesaplanan normalize edilmiş değerler üç sınır değeri ile karşılaştırılarak alternatifler arasında *Farksızlık (I)*, *Kıyaslanamazlık (R)* ve *Tercih edilir olup-olmadığı (P)* tespit edilir (Yerlikaya, 2014: 46).

### 3.2. Metodoloji

Çalışma, ARAS ve ORESTE yöntemleri ile otel işletmelerinin sıcak su ihtiyacının giderilmesi için en uygun güneş enerjisi su ısıtma sisteminin belirlenmesi modeli üzerine kurgulanmıştır. En uygun güneş enerjisi su ısıtma sisteminin belirlenmesi modelinin kriter ağırlıkları karar vericilerin görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Kriterler ve alternatifler ARAS ve ORESTE yöntemlerinin analiz aşamaları dikkate alınarak karşılıklı kıyaslanmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Oluşturulan modelin analizi sırasında *Microsoft Excel* programı kısmen kullanılmıştır. Problemin analizi için belirlenmiş karar vericiler ise ilgili işletmenin yetkilileridir.

#### **İlgili Karar Probleminin Kriterleri**

**K1**(Garanti): Fayda Kriteri

**K2** (Fiyat): Maliyet Kriteri

**K3** (Destek Hizmetleri Süresi): Fayda Kriteri

**K4** (Kalite): Fayda Kriteri

**K5** (Kurulum Maliyeti) : Maliyet Kriteri, olmak üzere beş adettir.

#### **İlgili Karar Probleminin Alternatifleri**

**A1:** Galvanizli Sac Klasik Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemleri

**A2:** Paslanmaz Krom Çelik Klasik Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemleri

**A3:** Cam Borulu Statik Boyalı Vakum Tüplü Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemleri

**A4:** Cam Borulu Krom Çelik Vakum Tüplü Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemleri

#### **ARAS Yöntemi Analiz Aşamaları:**

**Tablo.3 İlk Veri Matrisi**

	<b>K1 (max.) Yıl</b>	<b>K2 (min.) TL</b>	<b>K3 (max.) Yıl</b>	<b>K4 (max.) %</b>	<b>K5 (min.) TL</b>
<b>A1</b>	2	6500	1	30	1200
<b>A2</b>	3	7500	1	55	1200
<b>A3</b>	4	8000	2	70	1000
<b>A4</b>	4	7000	2	73	1100

Teorik kısımda ifade edilen bilgiler doğrultusunda kriterlere göre alternatiflerin performansları Tablo 3’de ifade edilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, her bir kriterin alternatifler karşısında aldığı değerler açıkça belirtilmiştir. Örneğin; A3 alternatifi K3 (Destek Hizmetleri Süresi) bakımından iki yıl gibi bir süreliğine hizmet alacağına ifadesidir. Ayrıca Tablo 3’de, her bir kriterin ilgili karar probleminin özelliğine göre maksimum ve minimum olduğu konular belirtilmiştir.

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

Karar probleminin temel verilerinden yola çıkılarak çalışmada fayda unsuru maliyet unsurundan daha ön planda olduğu karar vericiler tarafından belirlendikten sonra maliyet konumunda olan veriler (2) ve (3) eşitlikleri aracılığıyla fayda unsuruna dönüştürülmüş ve X Karar Matrisi oluşturulmuştur.

$$X = \begin{pmatrix} 4 & 6500 & 2 & 73 & 1000 \\ 2 & 6500 & 1 & 30 & 1200 \\ 3 & 7500 & 1 & 55 & 1200 \\ 4 & 8000 & 2 & 70 & 1000 \\ 4 & 7000 & 2 & 73 & 1100 \end{pmatrix}$$

X matrisinin 1. satırı ilgili otel işletmesinin en uygun güneş enerjisi su ısıtma sisteminin belirlenmesi modelinin optimum değerlerinden oluşmaktadır.

### 2. Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisinde ilgili alternatiflerin kıyaslanabilir olması için eşitlik (3) kullanılarak değişik ölçü ve birimlerdeki X matrisi elemanları normalize edilmiştir. Ancak bu normalize işlemi kriterlerin fayda ya da maliyet durumları göz önünde bulundurularak eşitlik (4), (5) ve (6) yardımı ile normalize işlemi gerçekleştirilir. Bu şekilde  $\bar{X}$  normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur.

$$\bar{X} = \begin{pmatrix} 0.235 & 0.217 & 0.250 & 0.242 & 0.222 \\ 0.117 & 0.217 & 0.125 & 0.099 & 0.177 \\ 0.176 & 0.188 & 0.125 & 0.182 & 0.177 \\ 0.235 & 0.173 & 0.250 & 0.232 & 0.222 \\ 0.235 & 0.202 & 0.250 & 0.242 & 0.200 \end{pmatrix}$$

### 3. Adım: Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Belirlenmesi

ARAS yönteminde ve diğer ÇKKV yöntemlerinde olduğu gibi kriterlerin karar vericiler tarafından tespit edilen ağırlıkları belirtilmelidir. Bu ağırlıklar sırasıyla 0,05; 0,40; 0,20; 0,10 ve 0,25 dir. Eşitlik (9) kullanılarak ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi  $\hat{X}$  bulunur.

$$\hat{X} = \begin{pmatrix} 0.012 & 0.086 & 0.050 & 0.024 & 0.055 \\ 0.006 & 0.086 & 0.025 & 0.010 & 0.044 \\ 0.010 & 0.075 & 0.025 & 0.018 & 0.044 \\ 0.011 & 0.069 & 0.050 & 0.023 & 0.055 \\ 0.011 & 0.080 & 0.050 & 0.024 & 0.050 \end{pmatrix}$$

### 4. Adım: Alternatiflerin Optimum Değerlerinin Belirlenmesi

Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisinin belirlenmesinin ardından her bir alternatif için optimum değerlerin hesaplanması kısmına geçilir. Bu adımda eşitlik (11) aracılığı ile  $S_i$  değerine, eşitlik (12) ile de  $K_i$  değerine ulaşılır. Bulunan değerlere göre alternatiflerin sıralamaları Tablo 4'de ifade edilmiştir.

**Tablo 4. Alternatiflere Ait Optimum Değerler ve Sıralamaları**

Alternatifler	$S_i$	$K_i$	Sıralama
<b>Kriterler için Optimum Değer</b>	0.227		
<b>A<sub>1</sub></b>	0.171	0.753	4.
<b>A<sub>2</sub></b>	0.172	0.757	3.
<b>A<sub>3</sub></b>	0.208	0.916	2.
<b>A<sub>4</sub></b>	0.215	0.947	1.



### **ORESTE yöntemi Aşamaları**

#### **1. Aşama: Kriter ve Alternatiflerin Sıralanması**

##### **A- Kriterlerin Sıralaması: K2 P K5 P K3 P K4 P K1**

Bu sıralama zayıf sıralama tercih yapısıdır ve en önemli kriterden en az önemliye doğru sıralanmıştır. Örneğin; K2 en önemli sırada ve K1 en az önemli olduğu görülmektedir.

**B- Kriterlere göre Alternatiflerin Sıralaması:** Alternatifler kriterler çerçevesinde değerlendirildiğinde Tablo 5’ te ifade edilen durum ortaya çıkmaktadır. Tablo 5 incelendiğinde, örneğin; K2 kriterine göre A1 en fazla önemli ve A3 en az önemlidir. Besson rank sıralamasında P üstünlüğü, I ise farksızlığı ifade etmektedir.

**Tablo 5: Kriterlere göre Alternatiflerin Sıralanması**

<b>K1</b>	A4	I	A3	P	A2	P	A1
<b>K2</b>	A1	P	A4	P	A2	P	A3
<b>K3</b>	A2	I	A3	P	A2	I	A1
<b>K4</b>	A4	P	A3	P	A2	P	A1
<b>K5</b>	A3	P	A4	P	A2	I	A1

#### **2.Aşama: Besson Rank değerlerinin Belirlenmesi**

**A- Kriterlerin Besson Rank Değerleri:**  $r(K2)=1$ ,  $r(K5)=2$ ,  $r(K3)=3$ ,  $r(K4)=4.5$ ,  $r(K1)=4.5$  bu şekilde ifade edilen Besson rank sıralamasında örneğin; K2 kriteri birinci sırada K4 ile K5 aynı değerde olduklarından 4.5 değeri ile ifade edilmektedir, yani ne 4. sırada nede 5. sıradadırlar. Aritmetik ortalama alınarak bu değer elde edilmiştir.

##### **B- Kriterlere göre Alternatiflerin Besson Rank Değerleri:**

**Tablo 6: Alternatiflerin Besson Rank Değerleri**

<b>rK1(A1)=4</b>	<b>rK1(A2)=3</b>	<b>rK1(A3)=1.5</b>	<b>rK1(A4)=1.5</b>
<b>rK2(A1)=1</b>	<b>rK2(A2)=3</b>	<b>rK2(A3)=4</b>	<b>rK2(A4)=2</b>
<b>rK3(A1)=3.5</b>	<b>rK3(A2)=3.5</b>	<b>rK3(A3)=2</b>	<b>rK3(A4)=1</b>
<b>rK4(A1)=4</b>	<b>rK4(A2)=3</b>	<b>rK4(A3)=2</b>	<b>rK4(A4)=1</b>
<b>rK5(A1)=3.5</b>	<b>rK5(A2)=3.5</b>	<b>rK5(A3)=1</b>	<b>rK5(A4)=2</b>

Tablo 6’da kriterlere göre alternatiflerin Besson rank değerleri sıralanmıştır. Örneğin; K2 kriterine göre A3 alternatifi 4. sırada iken, A4 alternatifi 2. sıradadır.

#### **3.Aşama: Projeksiyon Uzaklıkların Belirlenmesi**

**Tablo 7: Projeksiyon Matrisi**

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>
<b>A1</b>	4.25	1	3.25	4.25	2.75
<b>A2</b>	3.75	2	3.25	3.75	2.75
<b>A3</b>	3	2.5	2.5	3.25	1.5
<b>A4</b>	3	1.5	2	2.75	2

Tablo 7’de alternatiflerin kriterlere göre projeksiyon uzaklıkları belirtilmiştir. Bu uzaklıkların hesaplanmasında,  $R=1$  (Aritmetik ortalamaya göre sabit değer alınması) yolu seçilmiştir. Tablo 7’de elde edilen veriler Eşitlik 13 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$DR_i(a_j) = \left[ \frac{1}{2} \cdot rc_i^R + \frac{1}{2} \cdot rc_i(a_j)^R \right]^{1/R} \quad (13)$$

#### 4.Aşama: Global Rank Değerlerinin Belirlenmesi

**Tablo 8: Alternatiflere Ait Global Rank Değerleri**

	K1	K2	K3	K4	K5
A1	4	1	3.5	4	3.5
A2	3	3	3.5	3	3.5
A3	1.5	4	2	2	1
A4	1.5	2	1	1	2

Tablo 8’de ki değerler Tablo 7’deki verilerden yola çıkılarak bulunmuştur. Örneğin Tablo 8’in birinci sütunu, Tablo 7’nin birinci sütunundaki değerlerin küçükten büyüğe doğru sıralanması ve ardından Besson rank değerlerinin belirlenmesi ile oluşmuştur.

#### 5.Aşama: Ortalama Rank Değerlerinin Belirlenmesi

**Tablo 9: Alternatiflere Ait Ortalama Rank Değerleri Tablosu**

	Ortalama Rank Değeri	Sıralaması
A1	16	3.
A2	16	3.
A3	10.5	2.
A4	7.5	1.

Tablo 9’daki veriler Tablo 8’den yola çıkarak elde edilmiştir. Örneğin; A3 alternatifine ait 10.5 değeri Tablo’8 deki 3. Satırın toplamı ile elde edilmiştir.

### 3.3. Bulgular ve Yorumlar

İlgili otel işletmesinin en uygun güneş enerjisi su ısıtma sisteminin belirlenmesi probleminin analizinde ARAS ve ORESTE yöntemleri ayrı ayrı kullanılmıştır ve sonuçların birbirlerinin destekler mahiyette olduğu görülmüştür. Çalışmada ARAS yöntemi ile gerçekleştirilen analiz sonucunda, alternatiflerin sıralaması; A4, A3, A2, A1 çıkmıştır. Ayrıca ORESTE yöntemi ile gerçekleştirilen analiz sonucunda ise sıralama; A4, A3 ve A2=A1 şeklinde belirmiştir. Görüldüğü üzere sadece farklılık ORESTE yöntemin alternatiflerindeki sıralamada söz konusudur. Bu farklılık ise yine ARAS yöntemi sonucu ile büyük ölçüde örtüşmektedir, çünkü ARAS yöntemi sonucunda A1 ile A2 arasındaki öncelik oranı yalnızca 0.003 tür. Yani aralarında eşitliğe yakın bir öncelik sıralaması vardır denilebilir.

### 4. Sonuç ve Öneriler

Git gide daha karmaşık hale gelen karar problemleri karşısında işletmeler modern ve bilimsel karar analizi yöntemlerini uygulama eğilimine girmiştir. Aksi takdirde hayatlarını devam ettirmede zorluk çekecekleri açıktır. Çok sayıda modern ve bilimsel yöntemin olması uygulayıcıları çelişkiye düşürebilir. Ancak bir karar problemi birçok farklı karar analizi yöntemi kullanılarak çözülebilir ancak o karar problemine en uygun yöntem literatür ile desteklenerek seçilmesi gerekir.

Çalışmada, farklı sektörlere ait işletmelerin ÇKKV yöntemlerini kullanarak çok değişik karar problemlerini optimum fayda sağlayacak şekilde çözdükleri ifade edilmiştir.

Uygulama bölümünde, bir otel işletmesinin sıcak su ihtiyacı için en uygun güneş enerjisi su ısıtma sisteminin belirlenmesi probleminde ARAS ve ORESTE yöntemlerinin kullanılabilirliği gösterilmiştir. Alternatif olarak dört farklı güneş enerjisi su ısıtma sistemi kabul edilmiş ve karar vericilerle birlikte tespit edilen beş kriter çerçevesinde alternatifler ARAS ve ORESTE yöntemleri ile ayrı ayrı değerlendirilmiş ve önceliklerine göre sıralanmıştır.

Farklı iki yöntem ile gerçekleştirilen analiz sonuçları birbirini destekler mahiyette olup, birinci sırada A4 (Cam Borulu Vakum Tüplü Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemi), ikinci sırada A3 (Cam Borulu Statik Boyalı Vakum Tüplü Güneş Enerjisi Su Isıtma Sistemi) çıkmıştır. Analiz sonuçları ilgili otel işletmesi ile paylaşılmıştır.

Çalışmanın araştırmacılar için geliştirilecek veya değiştirilebilecek çok farklı yönleri vardır. Özellikle daha farklı ÇKKV yöntemleri ile problemin analizi gerçekleştirilebilir. Hatta yapay zekâ optimizasyon yöntemleri veya bulanık mantık temelli yaklaşımlar ile daha etkin ve verimli çözümler elde edilebilir.

## KAYNAKÇA

Bakshi, T., & Sarkar, B. (2011). MCA based performance evaluation of project selection, *International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA)*, Vol.2, No.2, 14-22

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*, 1-12

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.

Baysal, G., Tecim, V. (2006), “Katı Atık Depolama Sahası Uygunluk Analizinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Çok Kriterli Karar Yöntemleri İle Uygulaması”, 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi: İstanbul.

Chatterjee P. and Chakraborty, S., (2012), “Material Selection Using Preferential Ranking Methods”, *Materials and Design*, 35, s. 384–393.

Davras, Gonca Manap ve Karaatlı, Meltem, (2014). Otel İşletmelerinde Tedarikçi Seçimi Sürecinde AHP ve BAHY Yöntemlerinin Uygulanması, *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 32, Sayı 1, s. 87-112

Eliseo V. Ana, Jr., (2009), “Sewer Asset Management – Sewer Structural Deterioration Modeling And Multi criteria Decision Making In Sewer Rehabilitation Projects Prioritization”, *Doctorate Thesis*, Vrije University, Department of Hydrology and Hydraulic Engineering, Amsterdam.

Eroğlu, E., Yıldırım, B.F., ve Özdemir, M. (2014). Çok Kriterli Karar Vermede “Oreste” Yöntemi Ve Personel Seçiminde Uygulanması, *İstanbul Management Journal*, Sayı:76, S. 81-95

Jafari, H., (2013), “Identification and Prioritization of Grain Discharging Operations Risks by Using ORESTE Method”, *American Journal of Public Health Research*, 2013, Vol. 1, No. 8, p. 214-220.

Jafari, H., Noshadi E., Khosheghbal, B., (2013), “Ranking Ports Based on Competitive Indicators by Using ORESTE Method”, *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, Vol., 4 (6), s. 1492-1498.

Jahanshahloo, G.R., Hosseinzadeh, F., Izadikhah, M. (2006), "Extension of the TOPSIS Method for Decision Making Problems with Fuzzy Data, Applied Mathematics and Computation, 181, 1544-1551.

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

Lai, Young-Jou and Hwang, Ching-Lai (1994), *Fuzzy Multiple Objective Decision Making Methods And Applications, Lecture Notes In Economics And Mathematical Systems*, 404, Berlin: Springer- Verlag.

Leeneer, I., Pastijn, H., (2002), "Selecting Land Mine Detection Strategies by Means of Outranking Mcdm Techniques", *European Journal of Operational Research*, 139, s. 327–338.

Matějček M., and Brožová, H., (2011), "Multiple attributes analysis of vegetable production". In *Proceedings of the 12th WSEAS international conference on Mathematics and computers in biology, business and acoustics (MCBANTA'11)*, Nouras Barbu Lupulescu, Snejana Yordanova, and Valeri Mladenov (Eds.). World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Stevens Point, Wisconsin, USA, s. 27-32.

Öner, N. (1969). *Mantığın Ana İlkeleri ve Bu İlkelerin Varlıkla Olan İlişkileri. Ankara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, XVII, 285-303

Pastijn H. and Leysen J., (1989). Constructing An Outranking Relation With ORESTE, *Math & Comput. Modelling*, 12 (5), 1255-1268,

Pastijn H. and Leysen J. (2003), *Using an Ordinal Outranking Method Supporting The Acquisition of Military Equipment*, Royal Military Academy Renaissance Avenue, 8 (3), 4-12.,

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. (2012). Measuring a Quality of Faculty Website Using ARAS Method, *Contemporary Issues In Business, Management And Education'2012*, 545-554

Tulunay, Y. (1991), "Matematik Programlama ve İşletme Uygulamaları", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, No: 244, Renk-ış Matbaası, İstanbul

Yerlikaya M.A. (2014). *KOBİ'lere Sağlanan Desteklerin KOBİ Performansına Etkisinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yıldırım, B. F., (2015). "Aras Method in Multi Criteria Decision Making". *The Journal of KAU I.I.B.F*, 6(9), 285-296

Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Vilutiene, T. (2010). Multiple criteria analysis of foundation installment alternatives by applying Additive Ratio Assessment (ARAS) method. *Archives of civil and mechanical engineering*, 10(3), 123-141

Zavadskas, E.K., Turskis, Z. And Antucheviciene, J. (2015). "Selecting a Contractor by Using a Novel Method for Multiple Attribute Analysis: Weighted Aggregated Sum Product Assessment with Grey Values (WASPAS-G)", *Studies in Informatics and Control*, 24 (2): 141-150

<http://www.aktasenerji.com.tr/adana-gunes-enerjisi/gunes-enerjisi-sistemi-alirken-nelere-dikkat-edilmeli.html> 06.02.2018

<http://www.enerjibes.com/gunes-paneli-alirken-nelere-dikkat-etmeliyiz/> 06.02.2018