



düsbed

DÜZCE ÜNİVERSİTESİ SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ DERGİSİ

ISSN: 1308-6219 Ekim 2018 YIL-10 Sayı 21

Araştırma Makalesi / Research Article

Yayın Geliş Tarihi / Article Arrival Date

04.04.2018

Yayınlanma Tarihi / The Publication Date

09.10.2018

Doç. Dr. Hakan Murat ARSLAN 

Düzce Üniversitesi
İşletme Bölümü
muratarслан@duzce.edu.tr

AHP VE ORESTE YÖNTEMLERİ İLE EN ETKİN YAKIT TÜRÜNÜN BELİRLENMESİ *

Özet

Günümüzde işletmeler yönetim sürecinde çok farklı karar sorunları ile yüz yüze gelmektedirler. Son zamanlarda bu karar problemlerinin çözümünde yeni ve hibrit metotlar önerilmektedir. Ancak işletmeler her geçen gün daha karmaşık duruma gelen karar problemleri karşısında güncel ve bilimsel yöntemleri kullandıklarında rakip işletmeler karşısında üstünlük sağlamaktadırlar. Geline süreçte, bilimsel ve güncel karar analizi yöntemleri arasında çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin revaçta olduğu bilinmektedir. Bu ilginin en açık nedeni, çok kriter ve çok alternatif karşısında çelişkiye düşen karar vericilere somut alternatifler sıralaması sunmasıdır

Bu çalışmanın esas amacı, kamu sektörü işletmelerinin herhangi bir karar problemi ile karşılaştığında değerlendirmeyi ve optimum çözümü ÇKKV yöntemleri uygulayarak bulabildiğini göstermek ve bu konuda farkındalık oluşturmaktır. Ayrıca çalışmada, kamu sektörü işletmelerinin birçok karar problemini ÇKKV yöntemleri kullanarak çözülebildiği örnekleri ile gösterilmiştir. Uygulama kısmında da, bir kamu işletmesinin ısınma ihtiyacının karşılanması için yakıt türleri arasından en etkin olanın belirlenmesinde AHP ve ORESTE yöntemlerinin analizine yer verilmiştir. Farklı iki yöntem ile gerçekleştirilen analiz sonuçları birbirini destekler mahiyette olup, birinci sırada A4 (Doğalgaz) ve ikinci sırada A3 (Fueloil) çıkmıştır. Analiz sonuçları ilgili kamu işletmesi ile paylaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, AHP ve ORESTE Yöntemleri, Kamu İşletmeleri

*Bu çalışma 23-25 Mayıs 2018 tarihlerinde Almanya'da gerçekleştirilen 25. EBES Konferansındaki "Solution of Public Sector Decision Problems with Multi Criteria Decision Analysis Methods" adlı bildirisinin gelen teklifler doğrultusunda genişletilmiş halidir.

DETERMINATION OF THE MOST EFFICIENT FUEL TYPE WITH AHP AND ORESTE METHODS

Abstract

Today, businesses face very different decision problems in the management process. Recently, new and hybrid methods have been proposed to solve these decision problems. However, when businesses use current and scientific methods in more complex decision problems they are getting more and more superior to competitors. It is known that the multi criteria decision making (MCDM) methods are very popular among the scientific and current decision analysis methods in the process. The most obvious reason for this interest is to present the rank of tangible alternatives to the contradictory decision makers over many criteria and many alternatives.

The main purpose of this study is to show that public sector enterprises can evaluate of any decision problem and find the optimal solution by applying the MCDM methods and to make awareness on this issue. It is also shown in the study that public sector enterprises can solve many decision problems by using the MCDM methods. In the application part, an analysis of AHP and ORESTE methods was carried out to determine the most effective fuel types to meet the heating needs of a public enterprise. According to the results of analysis carried out by two different methods are mutually supportive with A4 (Natural Gas) in the first order and A3 (Fueloil) in the second order. The results of the analysis are shared with the relevant public administration.

Keywords: Multiple Criteria Decision Making Methods, AHP and ORESTE Methods, Public Enterprises

1. Giriş

Karar, iradesi olan her varlığın kendisine sunulan alternatifler arasından optimum fayda sağlayan seçilmesi sürecinde kullanılan hayati derecede önemli iradi bir kavramdır. Fert, aile, toplum ve organizmalar bu iradi süreci sıklıkla kullanırlar. Ancak fertleri, aileleri, toplumları ve organizmaları en üstün veya en zor durumda bırakan yine bu iradi kavramdır. Yani aldıkları kararlardır.

Bu denli önem arz eden süreçte fertler ve işletmeler ne yapmalıdırlar ki hayatlarını etkileyen kararları alırken dikkat etsinler. Bu süreç belki de varoluşun en önemli problemi haline gelmiştir. Bunun en açık ve net cevabı, “*Bilimsellikten ayrılmadan, birlikte ve mantıklı karar vermektir.*” denilebilir.

Ayrıca, karar verme fonksiyonunun belli bir zaman zarfında gerçekleştiği unutulmamalıdır. Bu süreci etkileyen unsurlar; problem, amaç, kriterler, alternatifler ve karar vericilerdir.

Ancak günümüzde kişiler ve işletmeler karar problemleri ile karşılaştıklarında hisleri ile karar verme yolunu tercih etmektedirler. Bu davranış hem kişilerin hem de işletmelerin günümüz rekabet şartları altında yanlış karar almalarına neden olmaktadır. Bu yüzden ÇKKV yöntemleri, karar almanın zorlaştığı durumlarda toplumun her kesimi tarafından güvenle kullanılabilir olacak yaklaşımlardır.

Karar problemleri analizinin her safhasında mantık kaideleri çerçevesinde hareket etmek esastır. Bu sebeple mantık kuralları ve karar problemlerinin çözümü arasında ki yakın ilişki sürekli bilim insanlarının ilgi odağı olmuştur. Bunun en bariz örneği bulanık mantık temelli ÇKKV yöntemlerinin son zamanlarda revaçta olmasıdır.

Klasik Aristo mantığında herhangi bir karar olgusunu ifade etmek için doğru veya yanlışın dışında bir sonuçtan bahsedilmez. Bu iki sonuca, Leibniz adlı matematikçi gerek-sonuç durumunu ilave etmiştir (Öner, 1969: 285). Bu ilave ile yanlış (0) ile doğru (1) arasında sayısız karar hükmünün varlığı düşünölmeye başlamıştır.

Literatürde, araştırmacılar ÇKKV problemleri olarak adlandırılan karar problemleri için klasik ya da sezgisel yapıda birçok metot önermişlerdir. Klasik metotların esasında matematiksel formüller ve kavramlarla çözüm aramak var iken, sezgisel metotlarda karar problemlerinin en kısa zamanda ve mutlak çözüme en yakın çözümlerini bulmak amacı vardır.

Çalışmanın uygulama kısmında, ÇKKV yöntemlerinin güncel sınıflandırılması ve kullanım alanları dikkate alınarak özellikle resmi kurumların yönetimi aşamasında karşılaşılan karar problemlerinde güncel karar analizi yöntemlerinin kullanılabilirliğinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, resmi kurumların çoğunlukla kış mevsiminde ısınma problemi ile karşılaştıklarında bu sorunu ÇKKV yöntemleri kullanarak çözebileceklerinin gösterilmesi hedeflenmiştir.

Bu tür kamu ile ilgili karar problemlerinin ÇKKV yöntemleri ile çözümlenmek, toplumsal fayda açısından düşünüldüğünde yadsınamaz değerinin olduğu açıktır. Çalışmada bu değeri oluşturan unsurlar üzerinde vurgu yapılmış ve bu konuda farkındalık oluşturmak istenmiştir.

Örneğin; (Arslan ve Özcan, 2017:148) çalışmalarında bir ilde yok olmaya yüz tutmuş geleneksel el sanatları işletmelerinden terzilik mesleğinin canlandırılması çalışmalarını Bulanık TOPSIS yöntemi ile analiz etmişler ve çalışmanın sonuçlarını yetkililerle paylaşmışlardır. Bu çeşit toplum için yapılan faaliyetlerde karşılaşılan karar durumları için ÇKKV yöntemlerini kullanmak, alınan kararların daha az hatalı olmasını ve dolayısıyla kamu yararının ortaya çıkmasını sağlamaktadır.

Bu çalışmada da bir kamu kurumu olan Türkiye ilçe belediyelerinden birinde ısınma ihtiyacının karşılanmasında hangi yakıt türünün seçilmesine ait karar probleminin çözümü hedeflenmiştir. Bu hedefe göre en etkin yakıt türünün bilimsel yöntemlerle tespit edilmesi gerekmektedir. Bu karar probleminin ait kriterler ve alternatifler karar verici konumunda olan yöneticilerle ve ilgili literatür taranarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler dikkate alınarak en etkin yakıt türünün belirlenmesi modeli oluşturulmuş ve bu model ÇKKV yöntemlerinden AHP ve ORESTE yöntemleri ile ayrı ayrı analiz edilmiştir.

Çalışmanın sırasıyla gelen ikinci bölümünde ÇKKV problemlerinin çözümünde kullanılan yöntemler ve uygulamalarına ait literatür taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde kamu kurumu olan belediyelerin ortak sorunu haline gelen ısınma probleminde önemli bir yeri olan en etkin yakıt türünün tespit edilmesinde ÇKKV yöntemlerinin kullanımına dair bir uygulama bulunmaktadır. Dördüncü ve son bölümde de uygulama bölümünde ki analiz sonuçları ifade edilmiş ve toplumsal faydaları üzerinde durularak, gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.

2. Literatür Taraması

İşletmelerin temel fonksiyonları arasında yer alan yönetimin en kısa ve öz manada amacı ifade edilmek istenirse, “*Eldeki kıt kaynaklarla maksimum verimin sağlanması*” şeklinde açıklanabilir. Ancak günümüz ekonomik koşulları içinde işletmeler en verimli yönetim anlayışına sahip olmak için kararlarını alırken en az hata yapmak zorundadırlar. Bunu için ilgili karar sorununa ait verilerin ayrıntılı bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir.

Bu şekilde karmaşık hale gelen karar problemleri karşısında bilimsel yöntemlerin kullanılması anlayışı diğer işletmeler nezdinde üstünlük sağlayacaktır. Bu üstünlük, günümüz rekabet şartları içinde göz ardı edilemez.

Bu yüzden özellikle kamu işletmeleri kesinlikle karmaşık ve çok kriterli yapıları ihtiva eden karar problemlerinin çözümünde ÇKKV yöntemlerini kullanmalıdırlar. Çünkü bu işletmelerin yönetsel kararlarında hata payının en aza indirilmesi toplumsal fayda açısından çok önemlidir.

Karar, “*Muhtemel alternatifler içinden optimum olanının veya olanların küme olarak belirtilmesidir*” şeklinde tanımlanabilir (Tulunay, 1991: 32). Karar probleminin temelini oluşturan unsurlardan kriterler de, alternatiflerin üstünlüklerini belirlemeye yardımcı kavramlardır (Lai ve Hwang, 1994: 41). Bu unsurları kullanarak araştırmacılar analizlerini gerçekleştirirler. Optimum fayda veya maliyetin sağlandığı sonuç bahsedilen unsurların kesinlikle kullanımı ile ortaya çıkabilir.

ÇKKV problemlerinin analiz aşamasında ilgili probleme ait model oluşturduktan sonra karar vericiler kriterleri kendi aralarında, alternatifleri de kriterlere göre karşılaştırmalıdırlar. (Jahanshahloo ve diğ., 2006: 1545).

Akarte vd., (2001), Tam ve Tummala, (2001), Ada vd., (2005), Soner ve Önüt, (2006), Özyörük ve Özcan, (2008), Özdemir, (2010) değişik sektörlerde ait işletmeler için en uygun tedarikçinin belirlenmesi problemi ile ilgili geliştirdikleri modellerini Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile analiz etmişlerdir.

Literatürde, birbirinden farklı özellikte ki metotları birlikte kullanan hibrit çalışmalarda mevcuttur. Örneğin; (Dağdeviren ve Eren, 2001), kriterlerin ağırlıklarını AHP yöntemi kullanarak belirlemişler ve analiz aşamasında alternatiflerin öncelikli sıralamasını 0-1 HP yöntemi ile

belirlemişlerdir. Böylece en uygun tedarikçinin tespit edilmesi probleminde geçerlik ve güvenilirliği yüksek sonuçlar elde edilmiştir.

Resmi veya özel işlemlere ait değişik türden karar problemlerinin analizinde bulanık mantık anlayışından istifade eden çalışmalara da rastlanmaktadır. Örneğin; Güner ve Mutlu (2005) ve Luo vd., (2009) birbirinden bağımsız olarak iki farklı sektör de tedarikçi seçimi problemi için Bulanık AHP yöntemini uygulamışlardır.

Bu çalışmanın analiz kısmında kullanılan yöntemlerden ORESTE yöntemi; tarım işletmelerine ait karar problemleri (Matějček ve Brožová, 2011), en verimli ürün ve personelin belirlenmesinde (Chatterjee ve Chakraborty, 2012), en etkin bilgisayar program yazılımının belirlenmesi ve tasarım projelerinin önceliklendirilmesinde (Eliseo, 2009), denizcilik işletmeleri için en uygun liman seçimi (Jafari, Noshadi ve Khosheghbal, 2013), askeri savunma ve taarruz faaliyetlerinde kara mayınların yerlerinin belirlenmesi yönteminin seçimi (Leener ve Pastijn, 2002), işletmelerin karar sorunlarının çözümü esnasında karşılaşılan risk unsurlarının belirlenmesi (Jafari, 2013) gibi birçok karar probleminin çözümünde kullanılmıştır.

3. Uygulama: AHP ve ORESTE Yöntemleri ile En Etkin Yakıt Türünün Belirlenmesi

3.1. AHP ve ORESTE Yöntemleri

3.1.1. AHP Yöntemi

Alternatifler kriterlere göre ikili karşılaştırarak tüm alternatiflere ait performansların ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekliliği üzerine tasarlanmıştır (Triantaphyllou, 1995). 1986'da ilk kez Saaty tarafından geliştirilen yöntemin analiz aşamaları aşağıdaki gibidir;

1. Probleme ait veriler eksiksiz toplanır ve amaç açıkça ortaya konur.
2. Problemin amacı, kriterleri, alternatifleri ve karar vericileri belli bir hiyerarşi içinde belirtilmelidir.
3. Alternatif ve kriterlerin kıyaslanmasında Tablo 2' de ifade edilen ölçek kullanılmalıdır. (Saaty, 1986).
4. Kriterlere ait kıyaslama matrisinde sütunlar normalize edilirken sütunlar toplanır. Ardından her bir sütun elemanı ilgili toplama oranlanarak normalize edilir.
5. Normalize matrisin satırları toplamından öncelik matrisi hesaplanır.
6. Temel veri matrisi öncelik değerleri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış matris hesaplanır.
7. Ağırlıklandırılmış matrisin satır toplamları temel veri matrisinin satır değerlerine oranlanarak kriter ve alternatiflere ait öncelik değerleri belirlenir.
8. Kriterlerin kıyaslanması esnasında tutarlı davranıldığına ölçüsü olarak tutarlılık göstergesi (CR) hesaplanmalıdır (Saaty, 1990). Ancak bu değer bulunması için öncelikle tutarlılık indeksi (CI) değeri hesaplanmalıdır.

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n-1)$$

CI: Tutarlılık İndeksi

9. Tablo 1' de ifade edilen değerler ve tutarlılık indeksi birlikte hesaplanarak tutarlılık oranını bulunabilir (Saaty, 1980: 21).

$$CR = CI/RI$$

CR: Tutarlılık Göstergesi

RI: Rassallık Göstergesi

10. Tüm yukarıda sıralanan işlemler gerçekleşikten sonra alternatiflerin karar probleminin yapısına göre öncelik sıralaması belirlenir.

AHP yönteminde tutarlılık oranı 0.10 den küçük olmalıdır.

Tablo 1: Ortalama Rassal Tutarlılık (RI) Tablosu (Saaty, 1980)

<i>N</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>RI</i>	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Tablo 2: İkili Kıyaslama Ölçeği (Saaty, 1986)

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit Önemli	İkili karşılaştırmada eşit olma
3	Çok az önemli	İkili karşılaştırmada biraz daha fazla tercih edilme
5	Kuvvetli derecede önemli	İkili karşılaştırmada çok daha fazla tercih edilme
7	Çok kuvvetli derecede önemli	İkili karşılaştırmada çok kuvvetli şekilde tercih edilme
9	Mutlak önemli	İkili karşılaştırmada en yüksek derecede tercih edilme
2,4,6,8	Ara değerler	1-3,3-5,5-7 ve 7-9 arası karar değerleri
Tersleri	Tersi karşılaştırmalar	

3.1.2. ORESTE Yöntemi

ORESTE (Organisation, rangement et synthèse de données relationnelles -in French) yöntemi, ELECTRE yöntemi ile temel anlamda benzerlikler göstermektedir. Ancak bir kısım değişiklikler yapılarak M. Roubens tarafından 1979'da ortaya atılmış bir ÇKKV yöntemidir (Pastijn ve Leysen, 1989).

ORESTE Yöntemi, fonksiyonel olarak alternatiflerin tespit edilen kriterlere göre önceliğinin belirlendiği sıralama yöntemidir. Bu karar analizi yöntemi tam sıralama (ORESTE-I) ve uyumsuzluk analizi (ORESTE-II) olmak üzere iki kısımdan oluşur. Tam sıralama (ORESTE-I) Yöntemi ise dört adımdan oluşmaktadır (Pastijn ve Leysen, 2003);

1. *Probleme Ait Alternatif ve Kriterlerinin Tespit Edilmesi*: Karar verici olarak kabul edilen kişiler ile kriterler ve kriterlere göre alternatifler sıralanır. Bu sıralama tarzı alternatifler arasında zayıf sıralama yapısı olarak adlandırılır. Ardından, M. Besson tarafından uygulanan ve bu isim ile bilinen sıralama sonuçları hesaplanır. Eğer bu sıralamada aynı değerlere sahip olan kriterler ve alternatifler için aritmetik ortalama hesaplanarak Besson sıra değeri atanmaktadır.

2. *Alternatiflere Ait Projeksiyon Uzaklıklarının Belirlenmesi*: Birinci adımda hesaplanan Besson sıra değerlerine göre problemin karar yapısı dikkate alınarak *R* değeri belirlenir. Tespit edilen *R* sayısına göre kriterlere göre alternatiflere ait projeksiyon uzaklıkları tespit edilir (Pastijn ve Leysen, 1989).

3. *Alternatiflerin Global Sıralamasının Belirlenmesi*: ikinci adımda tespit edilen uzaklık değerlerine göre alternatifler sıralanır ve ilgili sıraları dikkate alınarak yeni Besson sıralamaları tespit edilir. Alternatiflerin global sıralamaları, alternatiflere ait en son belirlenen sıra değerlerinin toplamından elde edilmektedir.

4. *Farksızlık ve Uyumsuzluk Analizi (ORESTE II)*: Alternatifler kriterlere göre değerlendirildiğinde aralarında "Farksızlık" ve "Kıyaslanamazlık" durumlarının olup-olmadığını belirlemek için kullanılır. ORESTE-I yöntemi sonucunda belirlenen Besson sıra değerleri dikkate alınarak alternatiflerin tercih yoğunluğu hesaplanır ve bu yoğunluk değerleri normalize edilir. Bu normalize değerler üç sınır değeri ile kıyaslanarak alternatifler arasında farksızlık (I), kıyaslanamazlık (R) ve tercih edilirlilik (P) durumları belirlenir (Yerlikaya, 2014: 46).

3.2. Metodoloji

Çalışma, AHP ve ORESTE yöntemleri ile Türkiye’de bir ilçe belediyesinin ısınma ihtiyacı için en etkin yakıt türünün belirlenmesi problemi üzerine kurgulanmıştır.

En etkin yakıt türünün belirlenmesi modelinin kriter ağırlıkları AHP yöntemi ile belirlenmiştir. Kriterler ve alternatifler AHP yönteminin analiz aşamaları dikkate alınarak karşılıklı kıyaslanmış ve AHP yöntemine göre alternatifler sıralanmıştır. Ardından ORESTE yönteminin analiz aşamalarına geçilmiştir. İlçe belediye işletmesinin ısınma ihtiyacı için en etkin yakıt türünün belirlenmesi problemi için oluşturulan model AHP yöntemi uygulanırken *Decision Lab 2000* paket programı aracılığıyla analiz edilmiştir. ORESTE yönteminin analiz aşamalarında ise *Microsoft Excel* programından faydalanılmıştır.

İlgili Karar Probleminin Kriterleri; K1(Kalori), K2 (Fiyat), K3 (Kül/cüruf miktarı), K4 (Depolama), K5 (İşçilik Ücreti) olmak üzere beş adettir.

Alternatifleri; A1 (Fındık Kabuğu), A2 (Kömür), A3 (Fueloil), A4 (Doğalgaz) dır. Karar vericileri ise ilgili belediye işletmesinin yetkilileridir.

Yukarıda ifade edilen kriterlere göre alternatiflerin performansları Tablo 3’de ifade edilmiştir.

Tablo. 3 Temel Veri Matrisi

	K1 KCAL/Birim (max.)	K2 TL (min.)	K3 Kg (min.)	K4 m³ (min.)	K5 TL (min.)
A1	5500	6250	1000	40	15000
A2	6200	10500	2000	25	15000
A3	10000	18000	50	8	5000
A4	9000	6000	0	0	0

Tablo 3 incelendiğinde her bir alternatifin kriterler karşısında ki performansları izlenebilmektedir. Örneğin; A3 alternatifi olan Fueloil için yıllık tüketim miktarının 18000 TL olduğunu K2 kriteri karşısındaki performans değeri ile ifade edilmektedir. Yukarıda ifade edilen veriler doğrultusunda en uygun katı yakıt cinsinin belirlenmesi modeli AHP ve ORESTE yöntemleri ile ayrı ayrı analiz edilmiştir.

AHP yönteminde karar vericilerin alternatifleri kriterlere göre kıyaslamaları esnasında oluşan farklı değerlerin geometrik ortalamaları alınmış ve optimum değerlerin elde edilmesi amaçlanmıştır (Zakarian ve Kusiak, 1999). AHP yöntemi ile yapılan analiz sonucunda tutarsızlık oranı 0,04124 bulunmuştur. Bu sonucun 0,1’ den daha küçük olması karar vericilerin kriterler için yaptığı kıyaslamaların tutarlılığını göstermektedir.

3.3. Bulgular ve Yorumları

3.3.1. ORESTE Yöntemi Analiz Aşamaları

1. Adım: *Görelî Önemlerin Ön Sıralama ile Belirlenmesi*:

$A = \{A_1, A_2, A_3, A_4\}$ Alternatifler kümesi

$K = \{K_1, K_2, K_3, K_4, K_5\}$ Kriterler Kümesi

Zayıf sıralama tercih yapısı kullanılarak kriterler arasında önem sırası belirlenir. Kriterler önem sıralamasında büyükten küçüğe doğru sıralanır.

$K_2 P K_1 P K_5 P K_4 P K_3$

P, kriterler arasında üstünlüğü göstermektedir. Eğer sıralamada I ifadesi mevcut olsa idi kriterleri arasında bir üstünlük olmadığını ifade ederdi. 1. Adımın ikinci aşamasında kriterlere göre alternatiflerin görelî önem sıralaması yapılmaktadır.

$K_1: A_3 P A_4 P A_2 P A_1$

$K_2: A_4 P A_1 P A_2 P A_3$

$K_3: A_4 P A_3 P A_2 P A_1$

$K_4: A_4 P A_3 P A_2 P A_1$

$K_5: A_4 P A_3 P A_1 I A_2$

2. Adım: Besson Rank Değerlerinin Belirlenmesi:

Bu adım iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada kriterlerin rank değerleri belirlenir, ikinci aşamada kriterlere göre alternatiflerin rank değerleri belirlenir. Bu belirlenme sırasında birinci adımda ki görelî önem sıralamaları dikkate alınır.

1. Aşama: Kriterlerin Rank Değerlerinin Belirlenmesi:

$$r(C2) = 1, r(C1) = 2, r(C3) = 5, r(C5) = 3, r(C4) = 4$$

2. Aşama: Kriterlere Göre Alternatiflerin Rank Değerlerinin Belirlenmesi:

Tablo 4. Kriterlere Göre Alternatiflerin Rank Değerleri

$r_{K1}(A1) = 4$	$r_{K1}(A2) = 3$	$r_{K1}(A3) = 1$	$r_{K1}(A4) = 2$
$r_{K2}(A1) = 2$	$r_{K2}(A2) = 3$	$r_{K2}(A3) = 4$	$r_{K2}(A4) = 1$
$r_{K3}(A1) = 3$	$r_{K3}(A2) = 4$	$r_{K3}(A3) = 2$	$r_{K3}(A4) = 1$
$r_{K4}(A1) = 4$	$r_{K4}(A2) = 3$	$r_{K4}(A3) = 2$	$r_{K4}(A4) = 1$
$r_{K5}(A1) = 5$	$r_{K5}(A2) = 3,5$	$r_{K5}(A3) = 2$	$r_{K5}(A4) = 1$

Tablo 4' te ifade edilen alternatiflerin rank sıralanmasını göstermektedir. Bu sıralama tarzı Besson sıralama yönteminin açık bir ifadesidir. Örneğin; $(r_{K5}(A2)=3,5)$ ifadesi A2 alternatifinin alternatifler arasında 3. ve 4. arasında olduğunu göstermektedir.

3. Adım: Projeksiyon Uzaklıklarının Belirlenmesi:

Bu adımda, $R=1$ (Ağırlıklı Ortalamalara Dayalı Rank) değeri kullanılmıştır. Literatürde $R=-1$ alınarak veya $R=2$ alınarak gerçekleştirilen çalışmalar mevcuttur. Ancak R değeri -1 alındığında harmonik ortalama, 2 alındığında ise quadratik ortalama dikkate alınmaktadır. Bu çalışmanın temel veri seti incelendiğinde, analizlerin ağırlıklı ortalamaya dayalı gerçekleştirilmesinin güvenilirlik açısından daha uygun olacağı düşünülmüştür. Bu nedenle $R=1$ kabul edilmiştir. Alternatiflerin projeksiyon uzaklıkları tespit edilirken aşağıdaki (1) formülünden yararlanılmış ve Tablo 5 oluşturulmuştur.

$$DR_i(A)_j = \left[\frac{1}{2} rCi^R + \frac{1}{2} rCi(Aj)^R \right]^{1/R} \quad (1)$$

Tablo 5. Projeksiyon Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5
A1	3	1,5	4	4	3,25
A2	2,5	2	4,5	3,5	3,25
A3	1,5	2,5	3,5	3	2,5
A4	2	1	3	2,5	2

4. Adım: Global Rank Değerlerinin Hesaplanması

Tablo 5' te elde edilen değerler dikkate alınarak her sütuna ait veri seti küçükten büyüğe doğru sıralanması ile Tablo 6 veri seti oluşturulmuştur.

Tablo 6. Global Rank Değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5
A1	4	2	3	4	3,5
A2	3	3	4	3	3,5
A3	1	4	2	2	2
A4	2	1	1	1	1

5. Adım: Ortalama Rank Değerlerinin Belirlenmesi

Tablo 7. Ortalama Rank Değerleri

Alternatifler	Ortalama Rank Değerleri
A1	16,5
A2	16,5
A3	11
A4	6

Tablo 7’de ki veriler Tablo 6’nın satırları toplanarak hesaplanmıştır. Bu değerler ORESTE yöntemi için nihai sıralamanın belirlenmesinde son veri seti olarak kabul edilir.

ORESTE yöntemine göre belirlenen sıralama;

1. Doğalgaz (A4)
2. Fueloil (A3)
3. Fındık Kabuğu (A1) = Kömür (A2)

3.3.2. AHP Yöntemi ile Gerçekleştirilen Analiz Adımları

1. Adım: Kriterlerin karşılıklı kıyaslanması ve ağırlıkların hesaplanması

Tablo 8. Kriterlerin Karşılıklı Kıyaslanması ve Ağırlıkları

	K1	K2	K3	K4	K5	Ağırlıklar
K1	0,28	0,26	0,28	0,30	0,31	0,28
K2	0,54	0,51	0,36	0,44	0,53	0,48
K3	0,04	0,06	0,04	0,02	0,02	0,04
K4	0,05	0,07	0,12	0,06	0,04	0,07
K5	0,09	0,10	0,20	0,18	0,10	0,13

Tutarlık indeksi: 0,04124 değeri 0,1 değerinden küçük olduğundan kriterlerin kıyaslanmasında tutarlılık vardır.

2. Adım: Karar matrisinin ifade edilmesi

Tablo 9. Karar Matrisi

	K1	K2	K3	K4	K5
A1	0,09	0,40	0,09	0,06	0,07
A2	0,16	0,13	0,05	0,10	0,06
A3	0,48	0,08	0,33	0,27	0,28
A4	0,27	0,39	0,53	0,57	0,59

3. Adım: Alternatiflerin Nihai Sıralamasının İfade Edilmesi

Tablo 10. Alternatiflerin nihai sıralaması

	<i>Alternatiflere Ait Ağırlıklı Değerler</i>	<i>Sıralaması</i>
A1	0,235	3.
A2	0,124	4.
A3	0,241	2.
A4	0,400	1.

AHP yöntemine göre belirlenen sıralama;

1. A4 (Doğalgaz)
2. A3 (Fueloil)
3. A1 (Fındık kabuğu)
4. A2 (Kömür)

4. Sonuç ve Öneriler

Teknolojik ve endüstriyel gelişmelerle git gide daha karmaşık hale gelen karar problemleri karşısında işletmeler hata riskini en aza indirmek için ÇKKV yöntemlerini her türlü karar probleminde kullanma eğilimine girmişlerdir. Aksi durumda birçok işletmenin ticari hayatının zora girdiği açıktır. Ancak güncel çok çeşitli karar analizi yönteminin varlığı işletmeleri çelişkiye düşürmektedir. Bu çelişkiyi ortadan kaldırılmak için karar probleminin birden çok analiz yöntemi ile gerçekleştirilmesi ve optimum sonucun tercih edilmesidir. Ayrıca literatürde benzer çalışmalar dikkate alınarak ta en uygun ÇKKV yöntemi seçilebilir.

Çalışmada farklı sektörlere ait kamu işletmelerinin çok değişik karar problemlerini ÇKKV yöntemleri kullanarak çözdükleri ifade edilmiştir.

Çalışmanın uygulama kısmında, bir kamu işletmesi olan belediyelerin kış mevsiminde ısınma ihtiyacının karşılanması için en etkin yakıt türünün belirlenmesi problemi üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. İlgili kamu işletmesinin karar problemi olan en etkin yakıt türünün belirlenmesinde AHP ve ORESTE yöntemlerinin uygulanabilirliği gösterilmiştir.

En etkin yakıt türünün belirlenmesinde hâlihazırdaki yakıt türleri alternatifler olarak kabul edilmiştir. Karar vericilerle birlikte kararlaştırılan beş kritere göre analizler gerçekleştirilmiş ve alternatifler önceliklerine göre sıralanmıştır. Bu sıralamaya göre ilgili belediye yönetimi için en etkin yakıt türünün A4 (doğalgaz), ikinci sırada da A3 (fueloil) olduğu tespit edilmiştir.

İlgili kamu işletmesi hali hazırda ısınma için kömür kullanmaktadır. Ancak çalışmanın sonuçları uygulandığı takdirde bir kış mevsiminde 20.000 TL tasarruf sağlayacağı tespit edilmiştir. Analiz sonuçları ilgili kamu işletmesi yetkilileri ile paylaşılmıştır. Daha sonra yapılacak benzer çalışmalar için araştırmacılar analiz yöntemlerini veya karar probleminin yapısını değiştirerek farklı sonuçlar elde edebilirler.

KAYNAKÇA

Ada, E., Kazançoğlu, Y. ve Aracıoğlu, B. (2005). Stratejik Rekabet Üstünlüğü Sağlamada Tedarikçi Seçiminin Analitik Hiyerarşik Süreç ile Gerçekleştirilmesi, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul (25-27 Kasım), ss.605-611.

Akarte, MM., Surendra, NV., Ravi, B. ve Rangaraj, N. (2001). Web Based Casting Supplier Evaluation Using Nalytical Hierarchy Process, The Journal of the Operational Research Society, 52(5), ss.511-522.

Arslan, H. M. ve Özcan, S. (2017). Çevik Üretim Tarzı Faaliyet Gösteren Geleneksel Türk El Sanatları İşletmelerinin Canlandırılması Çalışmalarının Bulanık Topsis Yöntemi İle Değerlendirilmesi, *İşletme Bilimi Dergisi (Jobs)*, 5(3): 147-172.

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.

Chatterjee P. Ve Chakraborty, S., (2012), "Material Selection Using Preferential Ranking Methods", *Materials and Design*, 35, s. 384-393.

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

Güner, H. ve Mutlu, Ö. (2005). Bulanık AHP İle Tedarikçi Seçim Problemi ve Bir Uygulama, V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul (25-27 Kasım), ss.473-477.

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.

Lai, Young-Jou, 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.

Luo, X., Wu, C., Rosenberg, D. ve Barnes, D. (2009). Supplier Selection in Agile Supply Chains:An Information-Processing Model and An Illustration, Journal of Purchasing & Supply Management, 15(4), ss.249-262.

Matějček M., Ve 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.

Özyörük, B. ve Özcan, E.C. (2008). Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçiminde Uygulanması: Otomotiv Sektöründen Bir Örnek, Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 13(1), ss.133-144

Özdemir, A. (2010). Ürün Grupları Temelinde Tedarikçi Seçim Probleminin Ele Alınması ve Analitik Hiyerarşi Süreci İle Çözümlemesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 12(1), ss.55-84.

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

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

Soner, S. ve Önüt, S. (2006). Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi: Bir Electre-Ahp Uygulaması, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, (4), ss.110-120.

Tam, M.C.Y. ve Tummala, V.M.R. (2001). An Application of the AHP in Vendor Selection of A Telecommunications System, Omega, 29(2), ss. 171-182.

Saaty, T.L., 1980, The Analytic Hierarchy Process, USA, McGraw Hill.

Saaty, T.L., 1986, “Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process”, Management Science, 32 (7), 841-855.

Saaty, T.L., 1990, “How to Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process ”, European Journal of Operational Research, 48 (1) , 9-26.

Triantaphyllou, E., Mann, S.H., 1995, “Using the Analytic Hierarchy Process for Decision Making in Engineering Applications: Some Challenges”, Inter’s Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice, Cilt 2, No 1, 35-44,

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

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

Zakarian, A. ve Kusiak, A. (1999) "Forming Teams: An Analytical Approach", IEE Transactions, 31 (1), 85-97.