

Bulanık karar verme problemlerinde ORESTE yöntemi ve bir çözüm önerisi

Mehmet Akif YERLİKAYA^{1*},

¹Makina Mühendisliği Bölümü, Bitlis Eren Üniversitesi, Bitlis
ORCID No: <https://orcid.org/0000-0003-3084-0257>

Anahtar Kelimeler	Öz
Bulanık Karar Verme, ORESTE, Sipariş Toplama	<i>Karar verme süreci, kesin sayısal bilgiler olmadığında subjektif değerlere dayalı ilerlemektedir. Bu gibi durumlarda bulanık küme teorisini karar verme süreci ile beraber kullanmak, daha etkin kararlar verilmesini sağlamaktadır. Bunun için literatürde pek çok bulanık karar verme yöntemleri önerilmiştir. Ancak, bu yöntemlerin kullanılması bazı durumlarda karmaşık ve zor olabilmektedir. Bu çalışmada, bulanık karar verme problemine Çok Ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV) yöntemlerinden ORESTE (Organization, Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles) yönteminin uygulanması önerilmiştir. ORESTE yöntemi, sadece alternatiflerin ve kriterlerin sıralamasını dikkate aldığı için dilsel veri içeren problemlere de uygulanabileceği tespit edilmiştir. Amaç, bu yöntemle bulanık karar verme problemlerinin çözümünü kolaylaştırmaktır. Çözüm etkinliğini tespit etmek amacıyla talebin belirsiz olduğu sipariş toplama sistemlerinde bulanık karar verme problemine ORESTE yöntemi uygulanmıştır.</i>

ORESTE METHOD IN FUZZY DECISION-MAKING PROBLEMS AND A SOLUTION PROPOSAL

Keywords	Abstract
Fuzzy Decision Making, ORESTE, Order Picking	<i>Decision-making process proceeds based on subjective values when precise numerical information is not available. In such cases, using fuzzy set theory together with the decision-making process provides more effective decisions. For this, many fuzzy decision making methods have been proposed in the literature. However, the use of these methods can be complex and difficult in some cases. In this study, it is proposed to apply the ORESTE (Organization, Rangement Et Synthese De Donnes Relationnelles) method, one of the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods, to the fuzzy decision making problem. Since the ORESTE method only considers the ordering of alternatives and criteria, it has been determined that it can also be applied to problems involving linguistic data. The aim is to facilitate the solution of fuzzy decision making problems with this method. In order to determine the solution efficiency, the ORESTE method was applied to the fuzzy decision making problem in order picking systems where the demand is uncertain.</i>

Araştırma Makalesi	Research Article
Başvuru Tarihi : 27.09.2022	Submission Date : 27.09.2022
Kabul Tarihi : 30.12.2022	Accepted Date : 30.12.2022

*Sorumlu yazar; e-posta: mayerlikaya@beu.edu.tr

1. Giriş

Klasik karar teorisinde bir karar; karar alternatiflerinin bir kümesi; doğa durumlarının bir kümesi; kararın her bir ikilisini atayan ve bir sonuç belirten ve sonuçları gerekliliğe göre sıralayan fayda fonksiyonu olarak tanımlanabilir. Karar verme süreci ise kesin sayısal bilgiler olmadığında subjektif değerlere dayalı ilerlemektedir (Özdemir, 2021). Belirlilik altında karar verirken karar verici, hangi durumu beklediğini bilir ve verilen geçerli durum uzayından en yüksek faydalı karar alternatifini seçer. Risk altında karar verirken ise karar verici hangi durumun gerçekleşeceğini bilmez, sadece durumların olasılık fonksiyonunu bilir. Dolayısıyla bu kez karar verme daha zor bir hal alır. 1970’de Bellman ve Zadeh, bir kararın klasik modelini göz önüne almışlar ve bulanık çerçevede karar vermek için, bulanık karar teorisindeki yazarların çoğu için bir hareket noktası olarak görev yapan bir model önermişlerdir. Amaç fonksiyonu gibi kısıtların da bulanık olduğu durumlarda belirlilik altında karar verme durumunu incelemişler ve şunları ileri sürmüşlerdir: Bulanık amaç fonksiyonu ve kısıtlar kendi üyelik fonksiyonları ile karakterize edilebilirler. Belirli kısıtlar altında amaç fonksiyonu ve optimize edilmek istendiğinde bulanık çerçevede bir karar, bulanık olmayan çerçevede karara benzer şekilde; amaç fonksiyonu ve kısıtları aynı zamanda sağlayan seçeneklerin seçimi olarak tanımlanır. Yukarıdaki tanıma bağlı kalınır ve kısıtların etkileşimli olmadığı kabul edilirse, “Mantıksal ve” kesişim işlemine karşılık gelir. Bu nedenle bulanık çerçevede bir karar, bulanık kısıtların ve bulanık amaç fonksiyonunun kesişimi olarak incelenebilir (Çitli, 2006).

Literatürde, bulanık veriler içeren karar problemlerini çözmek için çeşitli bulanık ÇÖKV yöntemleri önerilmiştir. Bu yöntemler, klasik ÇÖKV yöntemlerinin bulanık ortamda geliştirilmiş halidir. Ancak, ÇÖKV yöntemlerinden olan ORESTE yöntemi temel olarak alternatiflerin her bir kritere göre diğer bir alternatife üstünlüğünün belirlendiği basit bir sıralama yöntemi olduğu için dilsel veriler içeren karar problemlerine de uygulanabileceği tespit edilmiştir. Çünkü, bu yöntem bir karar problemindeki alternatiflerin nicel değer farklarına göre değil üstünlüğe göre işlem yapar. Literatür çalışmaları incelendiğinde ORESTE yöntemi yaygın kullanım alanına sahip değilse de sınırlı sayıda karar problemlerinin çözümünde kullanılmıştır. Ancak, bu yöntem alternatiflere ilişkin sayısal verilerin yokluğunda etkin olduğu için karar verme problemlerinde ön plana çıkmaktadır. ORESTE yöntemi Roubens (1980) tarafından önerilmiş ve daha sonra yine Roubens (1982) tarafından bir vaka analizinde kullanılmıştır. Pastijn ve Leysen (1989), ORESTE yöntemi için bir projeksiyon uzaklığı hesaplama yöntemi önermişlerdir. Pastijn ve Leener (2002) kara mayını tespit stratejileri için en iyi sensör kombinasyonu seçiminde ORESTE ve PROMETHEE yöntemini kullanmış ve çözüm sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Givescu (2007), ülke turizm performansının geliştirmek için en uygun turizm alanlarının seçiminde, Matějček ve Brožová (2011) tarımsal karar problemlerinde, Chatterjee ve Chakraborty (2013) materyal seçiminde, Jafari vd. (2013) liman sıralamasında, Eroğlu vd. (2014) personel seçiminde ORESTE yöntemini kullanmışlardır. Işık (2016), QUALIFLEX ve ORESTE yöntemlerini kullanarak Sigorta şirketi alternatiflerini sıralamış ve sonuçlar karşılaştırmıştır. Yerlikaya ve Arıkan (2016), KOBİ’lerin kendilerine en iyi faydayı sağlayacak desteği seçebilmeleri için desteklere ait performans değerlendirme problemini AHP, ORESTE ve PROMETHEE yöntemleriyle ele almış ve ORESTE II ‘de tamamlanamayan tercih yapısı için PROMETHEE II’deki tam sıralamayı dikkate almışlardır. Luo vd. (2020), yeraltı madenlerinde termal konforun değerlendirilmesi için olasılık tabanlı hibrit ORESTE yöntemi kullanmışlardır. Wang vd. (2020), trafik yoğunluğu modelini değerlendirerek şehir seçimini içeren bir problemi çözmek için çift hiyerarşi tereddütlü bulanık dilsel (DHLFS) ORESTE yöntemini kullanmışlardır. Zheng vd. (2021), hata türleri ve etkilerini hibrit aralık tip-2 bulanık (ITTF) ORESTE yöntemi ile değerlendirmişlerdir. Long ve Liao (2021), sürdürülebilir tedarikçi seçimini q basamaklı ortopir bulanık küme mesafeli ORESTE (q-ROF–SPAN–ORESTE) yöntemiyle yapmışlardır.

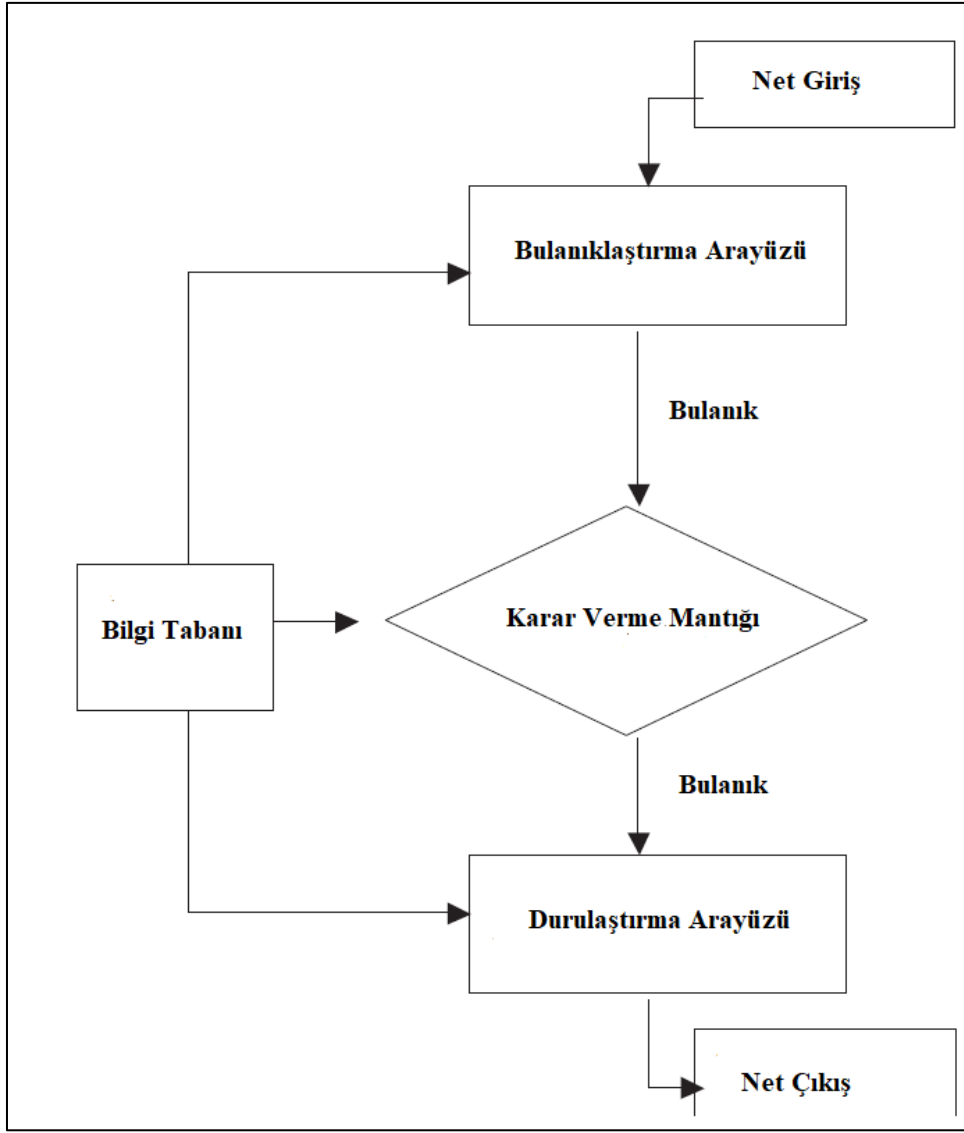
Bu çalışmada, bulanık karar verme probleminde ORESTE yönteminin uygulanması önerilmiştir. ORESTE yöntemi, sadece alternatiflerin ve kriterlerin sıralamasını dikkate aldığı için dilsel veri içeren problemlere de uygulanabileceği tespit edilmiştir. Amaç, bu yöntemle bulanık karar verme problemlerinin çözümünü kolaylaştırmaktır. Çünkü, bulanık ÇÖKV yöntemleri uzun ve karmaşıktır. Çözüm etkinliğini tespit etmek amacıyla talebin belirsiz olduğu sipariş toplama sistemlerinde bulanık karar verme probleminde ORESTE yöntemi uygulanmıştır.

2. Metodoloji

2.1 Bulanık Karar Verme

Bulanık karar verme, kesin olmayan, eksik ve belirsiz veriler durumunda en iyi alternatifi seçmeyi amaçlayan tek veya çok kriterli tekniklerin toplamıdır. Özünde, bir bulanık karar verme sistemi bir bulanık uzman sistemdir ve dört ana bileşenden oluşur. Şekil 1, bir bulanık karar verme sistemini oluşturan bileşenler arasındaki karşılıklı ilişkiler için bir çerçeve sağlar. Bu dört bileşen aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Dweiri ve Kablan, 2006):

- Bulanıklaştırma arabirimi: Her bir kural öncülü için doğruluk derecesini belirlemek üzere üyelik fonksiyonlarındaki girdi değişkenlerinin değerlerini ölçer.
- Bilgi tabanı: Uzmanların uygulama alanına ilişkin bilgilerini ve girdiler ile çıktılar arasındaki ilişkileri yöneten karar kurallarını içerir. Girdi ve çıktıların üyelik fonksiyonları, sistem bilgi ve deneyimlerine dayalı olarak uzmanlar tarafından tasarlanır.
- Karar verme mantığı: Bulanık mantıktaki çıkarım kurallarına dayalı olarak bulanık kontrol eylemlerinin çıkarımında insan karar verme simülasyonuna benzer. Bir kuralın değerlendirilmesi, öncül kısmının doğruluk değerinin hesaplanmasına ve bunun sonuç kısmına uygulanmasına dayanır.
- Durulaştırma ara yüzü: Bir bulanık kontrol eylemini (bir bulanık çıktı) bulanık olmayan bir kontrol eylemine (kesin bir çıktı) dönüştürür. Durulaştırmada en sık kullanılan yöntem alan merkezi yöntemidir. Bu yöntem, kesin değeri bir bulanık kümenin ağırlıklı ortalaması olarak hesaplar.



Şekil 1. Bir bulanık karar verme sistemini oluşturan bileşenler arasındaki ilişki çerçevesi (Dweiri ve Kablan, 2006):

2.2 ORESTE Yöntemi

ORESTE, ELECTRE yöntemine bir alternatif olarak 1982’de Roubens tarafından yeni bir ÇÖKV metodu olarak geliştirilmiştir. ORESTE, temel olarak alternatiflerin her bir kritere göre diğer bir alternatifte üstünlüğünün belirlendiği basit sıralama yöntemidir. Yöntem, ELECTRE yönteminin aksine zıt işlem adımlarına sahiptir. İlk aşamada alternatiflerin tam bir ön sırası yapılır. İkinci aşamada ise yapılan bu ön sıraların bazı değerleri kıyaslanamaz ve farksız değerler oldukları için uyumsuzluk analizi yapılır ve bazı kısımlar çıkartılır (Pastijn ve Leysen, 1989). Bu yöntem, sadece alternatiflerin ve kriterlerin sıralamasını dikkate aldığı için dilsel veri içeren problemler için daha uygundur (Işık, 2016).

ORESTE yöntemi 3 aşamadan oluşmaktadır:

Aşama-1: Basit Sıralama (ORESTE I)

1.1. Alternatif ve Kriterlerin Sıralanması: Farksızlık (I) ve üstünlük (P) ilişkilerinin dikkate alındığı kriterlerin zayıf bir sırası yapılıdır. Bu sıra kriterin önem ilişkisinin belirlendiği zayıf veya tam bir ön sıraya sahip tercih yapısıdır. Aynı şekilde her bir kriter bazında alternatiflerin zayıf sırası, M. Besson tarafından önerilen ortalama sıra tanımına uygun olarak belirlenir. Ardından ortalama sıra (Medyan) kullanılarak bu zayıf sıranın her bir alternatife yeni bir değer atanması ile global (gerçek-tam) bir sıra oluşturulur.

1.2. Projeksiyon uzaklıklarının hesaplanması: Pozisyon tablosunda mesafelerin her bir alternatif için hesapladığı değerlere göre bir başlangıç mesafe noktası oluşturulur. Bu mesafeler aynı zamanda kriterin önem ilişkisi dikkate alınarak alternatifleri karşılaştırmak için kullanılır. 1-2’de alternatif ve kriterlerin üstünlük durumuna göre sıra değerine dayalı rastgele bir orjin noktasına göre alternatiflerin göreceli konumlarını belirlemeyi sağlar. Burada; $D_j(a)$ a alternatifinin j. kriter için projeksiyon uzaklık değeri, $r(C_j)$ j. kriterin Besson sıra değeri ve $rC_j(i)$ ise j. kriter dikkate alındığında i.alternatifin Besson sıra değeridir. Pasijn ve Leysen (1989) projeksiyon uzaklıklarının belirlenmesinde eşitlik 3’deki doğrusal olmayan projeksiyon formülünü kullanmışlardır.

$$a P_j b \text{ ise } D_j(a) < D_j(b) \quad (j=1,2,\dots,k) \quad (1)$$

$$rC_1(a) = rC_2(b) \text{ ve } C_1 P C_2 \text{ ise } D_1(a) < D_2(b) \quad (2)$$

$$D_{ji}(a) = [\alpha r(C_j)^R + (1 - \alpha) rC_j(a)^R]^{1/R} \quad (i=1,2,\dots,m) \quad (3)$$

Eşitlik 3’de, α ağırlıklandırılmış faktördür. Eğer $\alpha = 0,5$ ise alternatif ve kriterlerin dizilimi eşit derecede önemlidir. R ise karar vericiler tarafından seçilen bir parametredir. Aşağıda farklı R değerleri ve anlamları verilmiştir:

R = 1: ortalama sıra (aritmetik ortalama)

R = - 1: harmonik ortalama sıra

R = 2: kuadratik ortalama sıra

R = - ∞ : $\min(r(C_j), rC_j(a))$

R = + ∞ : $\max(r(C_j), rC_j(a))$

R değeri büyüdükçe, $r(C_j)$ ve $rC_j(a)$ terimlerinden büyük değerli olana daha çok ağırlık verilir.

Her kriter ve alternatif için uzaklık mesafesi ölçüldükten sonra alternatif ve kriter kümelenmesi temel köşegen üzerindeki bir pozisyon matrisi tasarımıyla yapılabilir. Böylece daha iyi pozisyonlardakiler sola konumlandırılırken, daha zayıf olanlar ise sağa konumlandırılır.

1.3. Tüm projeksiyonların dizilimi (Global sıra): Daha önce her alternatif için belirlenmiş olan uzaklık mesafeleri net değerler olmadığından bu değerlere göre gerçek sıralama yapmak yanıltıcı olabilir. Bu yüzden pozisyon matrisindeki tüm değerlere yeni bir sıra değeri atanır ve global sıra oluşturulur.

Aşama-2: Uyuşmazlık Analizi (ORESTE II)

Uyuşmazlık analizinin temel amacı, alternatiflerin ORESTE yöntemi ile değerlendirilmesinin uygunluğunu test etmektir. Çünkü, basit sıralama aşamasında elde edilen alternatiflerin global sırası bazı durumları içermez. Farklı alternatifler arasında olabilen farksızlıklar ya da karşılaştırılmazlıklar daha detaylı analiz edilir:

- Aynı kriterler için her iki alternatif (hemen hemen) iyi ya da (hemen hemen) kötü olduğunda, bu iki alternatif farksızdır.
- Farklı kriterler için her iki alternatif iyi ya da kötü olduğunda bu iki alternatif karşılaştırılmazdır. Bir başka deyişle, birinci alternatif bu kriterler için çok iyi, ikinci alternatif çok kötü ise ya da tam tersi durum söz konusu ise bu iki alternatif karşılaştırılmazdır.

2.1. Normalize tercih yoğunluğunun oluşturulması: Uyuşmazlık analizi için ilk olarak normalize tercih yoğunluğunun eşitlik 4 ile hesaplanması önerilmiştir.

$$C(a,b) = \frac{\sum_{j: a p_j b} r_j(b) - r_j(a)}{(m-1)k^2} \quad (4)$$

2.2. Uyuşmazlık analizin yapılması: Uyuşmazlık analizi için Pastijn ve Leysen (1989), alternatifler arasında farksızlık (I), karşılaştırılmaz (R) ve üstünlük (P) durumunu ayırt edebilmek için 3 eşğin hesaplanmasına ihtiyaç duymuşlardır (Yerlikaya ve Arıkan, 2016).

Eşik β → Bir alternatifin diğer bir alternatife üstünlüğü kesin olabilecek minimum değer temel alındığı bir eşiktir. Eşik β ; farksızlık (I) ve üstünlük (P) arasındaki ilişkiyi verir ve şöyle hesaplanır:

$$\beta \leq \frac{1}{(m-1)k} \quad (5)$$

*Eşik C^** → Bir alternatifin diğer bir alternatife eşit olabileceği minimum durum olup Farksızlık (I) ve Karşılaştırılmaz (R) arasındaki ilişkiyi veren bir eşiktir. Alternatiflerin ortalama sıra dizindeki değerler göz önüne alınır ve buna göre işlem yapılır. Ortalama sıra dizisinde, a alternatifinin b alternatifine 1 sıra üstünlüğü global dizilimde kriter sayısı(k) değerine karşılık gelmektedir. Pastijn ve Leysen'e (1989) göre; kriterler eşit bu eşği analiz ederken iki alternatif arasında oluşabilecek minimum durum söz konusu olduğu için a alternatifini b alternatifine kriter sayısının yarısı kadar üstün olmak zorundadır. Aynı şekilde b alternatifini de a alternatifine kriter sayısının yarısı kadar üstündür. Bu durumda; a alternatifini b alternatifine tercih yoğunluğu $[(k/2) \times k]/[(n-1)k^2]$ kadar olacaktır. Dolayısıyla alternatifler arasında eşitlik durumunu analiz ederken kullanılacak olan değer şöyle hesaplanır:

$$C^* \leq \frac{1}{2(m-1)} \quad (6)$$

Eşik γ → Bir değer başka bir değere yakınlık derecesi ile üstün (P) ve Karşılaştırılmaz(R) arasındaki ilişkiyi veren bir eşiktir. Bu eşik γ a alternatifinin b alternatifine göreceli net tercih yoğunluğundan küçük olmalıdır ve şöyle hesaplanır:

Çift kriterli karar matrisinde;

$$\gamma < \frac{C(a,b) - C(b,a)}{C(b,a)} = \frac{((k+2)/2)*k - ((k-2)/2)*k}{((k-2)/2)*k} = \frac{4}{k-2} \quad (7)$$

Tek kriterli karar matrisinde;

$$\gamma < \frac{C(a,b) - C(b,a)}{C(b,a)} = \frac{((k+1)/2)*k - ((k-1)/2)*k}{((k-1)/2)*k} = \frac{2}{k-1} \quad (8)$$

3. Uygulama

Bu bölümde, talebin belirsiz olduğu sipariş toplama sistemlerinde Pisagor bulanık karar verme problemine ORESTE yöntemi uygulanmıştır. Sipariş toplama sistemlerinde, müşteri taleplerini zamanında karşılamak için ürünlerin toplanmadan önce en uygun depo konumlarına yerleştirilmesi gerekmektedir. Ancak, belirsiz sipariş toplama sistemlerinde ürünlerin uygun depolama konumlarına atanmasında çeşitli sorunlar ortaya çıkabilir. Bu nedenle belirsizlik durumlarında uygulanabilir ve sürdürülebilir araçların araştırılması gerekmektedir. Bu bölümün konusu, depo içinde ürünlerin hangi konuma atanacağıyla ilgili dikkate alınan ölçütlere ait bilginin belirsiz olduğu durumlarda sipariş toplama mesafesini en aza indirmek için ürünlerin kalitatif (nicel) kriterler temelinde en uygun konumlara atanmasına dayanır. Bunun için, belirsizliğin dilsel ifadelerle değerlendirildiği durumlarda kriter ve

alternatiflerin niteliklerine göre değerlendirmeye olanak sağlayan ORESTE yöntemiyle ürünlerin önceliklendirilmesi bu önceliklendirmeye göre ürünlerin uygun depo konumlarına stok seviyeleri kadar yerleştirilmesi önerilmiştir. Yani, en öncelikli olan alternatif ürün giriş-çıkış noktasına en yakın olacak şekilde yerleştirilir. Daha sonra, diğer alternatif ürünler önceliklerine göre yerleştirilir. Bunun için, 5 ürün ve 4 kriterden oluşan örnek bir Pisagor bulanık problemi ele alınmıştır. Bu problemde dikkate alınan kriterler aşağıda verilmiştir:

- Talep: Bir üründen dönem boyunca temin edilme miktarını ifade eder. Bu miktar belirsiz olduğu için dilsel olarak ifade edilir.
- Karlılık: Bir üründen elde edilebilecek kârın dilbilimsel ifadesidir.
- Duyarlılık: Müşterinin ürüne olan hassasiyetini ifade eder. Örneğin, müşteriye en kısa sürede teslim edilmesi gereken bir ürün, yüksek hassasiyete sahiptir.
- Bekleme süresi: Bir ürünün raf ömrünü ifade eder. Bu kriter, raf ömrü sona eren ürünlerin nasıl değerlendirileceği ve ne kadar süre depoda bekleyeceği belirsiz olduğu için dilsel olarak ifade edilir.

Alternatif ürünlerin depo içerisinde konumlarını değerlendirmek için ORESTE yöntemiyle alternatif ürünlerin sıralanmasında dikkate alınan Pisagor bulanık değerler tablo 1’de, 5 alternatif ve 4 kriterli bulanık karar matrisi tablo 2’de ve bu karar matrisinin bulanık sayı karşılığı ise tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 1. Dilsel İfadeler ve Bunların Pisagor Bulanık Sayı Olarak Karşılıkları

Dilsel İfadeler	Pisagor Bulanık Sayı Karşılığı
Çok yüksek (ÇY)	(1; 0)
Yüksek (Y)	(0.8; 0.2)
Orta yüksek (OY)	(0.6; 0.4)
Orta (O)	(0.5; 0.5)
Orta düşük (OD)	(0.4; 0.6)
Düşük (D)	(0.2; 0.8)
Çok düşük (ÇD)	(0; 1)

Tablo 2. Bulanık Karar Matrisi

KRİTERLER →	Talep	Karlılık	Duyarlılık	Bekleme Süresi
	Y	D	Y	O
ALTERNATİFLER ↓				
Ürün1	Y	ÇD	OD	OY
Ürün2	O	D	Y	O
Ürün3	D	ÇY	OD	OY
Ürün4	O	OY	O	D
Ürün5	OY	D	O	ÇD

Tablo 3. Bulanık Karar matrisinin Pisagor Bulanık Sayı Karşılığı

KRİTERLER →	Talep	Karlılık	Duyarlılık	Bekleme Süresi
	(0.8; 0.2)	(0.2; 0.8)	(0.8; 0.2)	(0.5; 0.5)
ALTERNATİFLER ↓				
Ürün1	(0.8; 0.2)	(0; 1)	(0.4; 0.6)	(0.6; 0.4)
Ürün2	(0.5; 0.5)	(0.2; 0.8)	(0.8; 0.2)	(0.5; 0.5)

Ürün3	(0.2; 0.8)	(1; 0)	(0.4; 0.6)	(0.6; 0.4)
Ürün4	(0.5; 0.5)	(0.6; 0.4)	(0.5; 0.5)	(0.2; 0.8)
Ürün5	(0.6; 0.4)	(0.2; 0.8)	(0.5; 0.5)	(0; 1)

Dilsel terimlerin neden olduğu belirsizlik ve bulanıklıktan doğabilecek yanlış kullanım olasılığının önüne geçmek için ORESTE yöntemi ile alternatif ürün sırasının belirlenmesinde farklı bir çözüm yapılmıştır. Tablo 3'deki bulanık karar matrisine ORESTE yönteminin 3 aşaması uygulanmıştır (R=2 ve $\alpha=0,5$ olarak alınmıştır). Buna göre, zayıf sıra tablo 4'de, global sıra tablo 5'de ve ilişki matrisi tablo 6'deki gibi olmuştur.

Tablo 4. Zayıf Sıra

KRİTERLER →	Talep	Karlılık	Duyarlılık	Bekleme Süresi
	1.5	4	1.5	3
ALTERNATİFLER ↓				
Ürün1	1	5	4,5	1,5
Ürün2	3,5	3,5	1	3
Ürün3	5	1	4,5	1,5
Ürün4	3,5	2	2,5	4
Ürün5	2	3,5	2,5	5

Tablo 5. Global Sıra

	Talep	Karlılık	Duyarlılık	Bekleme Süresi	Toplam
Ürün1	1,5	20,0	13,5	6,5	41,5
Ürün 2	8,5	17,5	1,5	11,0	38,5
Ürün 3	16,0	10,0	13,5	6,5	46,0
Ürün 4	8,5	12,0	4,5	15,0	40,0
Ürün 5	3,0	17,5	4,5	19,0	44,0

Tablo 6. İlişki Matrisi

	Ürün1	Ürün 2	Ürün 3	Ürün 4	Ürün 5
Ürün1	=	<	>	<	>
Ürün 2	>	=	>	=	>
Ürün 3	<	<	=	<	R
Ürün 4	>	=	>	=	>
Ürün 5	<	<	R	<	=

ORESTE yönteminden elde edilen global sıra (Tablo 5) sonuçları incelendiğinde; alternatiflerin önem sırası ürün 3 < ürün 5 < ürün 1 < ürün 4 < ürün 2 şeklindedir. Buna göre, ürünlerin depo konumlarına atanmasında ürün 3 grubuna öncelik verilir. ORESTE uyumsuzluk analizinden elde edilen ilişki matrisinde ise (Tablo 6), alternatif ürünler (ürün 3, ürün 5) < ürün 1 < ürün 4 = ürün 2 olarak sıralanır. Ürün2 ve ürün4 eşit olduğu için en öncelikli kriter olan talep ve duyarlılık kriterlerindeki sıralarına bakılır. Bu kriterlerde ürün 2 ürün 4'den daha iyi olduğu

ürün 2'ye öncelik verilir. Ürün 3 ve ürün 5 karşılaştırılmaz olarak çıktıkları için bu iki grubu depo konumlarına rassal olarak atanırlar. Her ürün için planlanan stok seviyesi ve bu seviye kadar öncelik sırasına göre atandıkları depo konumları Tablo 7'de verilmiştir. Burada ürün 3 ve ürün 5 için uyumsuzluk analizine göre ORESTE yöntemi kullanılarak karşılaştırılmadıkları için bir önceliklendirme yapılmadığı için 61-100 konumları arasında stok seviyelerine göre rassal olarak atanabilirler.

Tablo 7. Ürünlerin Stok Seviyesi ve Atandıkları Depo Konumları

Ürünler	Stok Seviyesi	Depo Konumu
Ürün1	20	41-60
Ürün2	25	1-25
Ürün4	15	26-40
Ürün3, Ürün5	15, 25	61-100

4. Sonuç

Bu çalışmada, bulanık karar verme problemleri için ORESTE yönteminin uygulanması önerilmiş ve örnek bir uygulama yapılmıştır. ORESTE yöntemi, sadece alternatiflerin ve kriterlerin sıralamasını dikkate aldığı için dilsel veri içeren problemlere de uygulanabileceği tespit edilmiştir. Amaç, bu yöntemle bulanık karar verme problemlerinin çözümünü kolaylaştırarak etkin sonuçlar elde etmektir.

ORESTE yönteminin bulanık karar verme problemlerine uygulanmasında, belirsiz sipariş toplama sistemleri için depo konumlarına ürün atama problemi ele alınmıştır. Bu problemlerde, belirsizlikten dolayı ürünlerin depolama konumlarına atanmasında çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu sorunu gidermek için ORESTE yöntemiyle ürün atama kriterlerinin ve alternatif ürün gruplarının önceliklendirilmesi ve bu önceliklendirmeye göre ürünlerin uygun depo konumlarına atanması önerilmiştir. Önerilen yaklaşımın etkinliğini test etmek için 5 ürün, 4 kriter ve 100 konumlu ile örnek bir problem üzerinde çözüm yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu tarz problemlerde dilsel ifade kullanarak ORESTE yönteminin başarıyla uygulanabileceğini göstermiştir.

Literatürde bulanık karar verme problemlerine ORESTE yönteminin uygulandığı çalışma mevcut değildir. Bu yüzden, bu çalışmanın literatüre bir katkı niteliğinde olduğu ve ORESTE yaklaşımının bulanık karar verme problemlerine uygulama alanını arttıracakı düşünülmektedir.

Araştırmacıların Katkısı

Bu araştırmada; Mehmet Akif Yerlikaya, verilerin elde edilmesi, metodoloji, problemin çözülmesi, bilimsel yayın araştırması ve makalenin oluşturulması konusunda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

Kaynaklar

Chatterjee, P. and Chakraborty, S. (2013). Advanced Manufacturing Systems Selection Using ORESTE Method. *Int. J. Advanced Operations Management*, 5(4), 337-361. doi: <https://doi.org/10.1504/IJAOM.2013.058896>

Çitli N. (2006). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Dweiri, FT., Kablan, MM. (2006). Using fuzzy decision making for the evaluation of the Project management internal efficiency. *Decision Support Systems*, 42(2), 712-726. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2005.04.001>

- Eroğlu, E., Yıldırım, B.F. Özdemir, M. (2014). Çok Kriterli Karar Vermede ORESTE Yöntemi ve Personel Seçiminde Uygulanması. *Yönetim Dergisi*, 76, 81-95. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuiieyd/issue/9207/115597>
- Givescu, O. (2007). The Oreste's Method in the Multicriteria's Decision Process for the Management of Tourism Field. *Management Economica seria Management*, 10(1), 37-51. Erişim adresi: <https://ideas.repec.org/a/rom/econmn/v10y2007i1p37-51.html>
- 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*, 4(6), 1492-1498. doi: <https://doi.org/10.12691/ajphr-1-8-4>
- Long, Y., Liao, H. (2021). A social participatory allocation network method with partial relations of alternatives and it application in sustainable food supply chain selection. *Applied Soft Computing*, 109 (107550), 1-14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107550>
- Luo, S., Liang, W., Zhao, G. (2020). Likelihood-based hybrid ORESTE method for evaluating the thermal comfort in underground mines. *Applied Soft Computing*, 87, 105983, 1-14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105983>
- Matějček M., Brožová, H. (2011). Multiple attributes analysis of vegetable production. MCBANTA'11. Nouras Barbu Lupulescu, Snejana Yordanova, and Valeri Mladenov. *World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS)*, Stevens Point, Wisconsin, USA, s. 27-32. Erişim adresi: <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1991147.1991152>
- Özdemir, YS. (2021). Küresel Bulanık AHS Yöntemi ile Elektrikli Araba Seçimi. Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri MS Excel ve Software Çözümlü Uygulamalar, Ankara: Nobel Akademik Yayınevi, 15-26. Erişim adresi: <https://www.nobelyayin.com/bulanik-cok-kriterli-karar-verme-yontemleri-ms-excel-ve-software-cozumlu-uygulamalar-17607.html>
- Pastijn, H., Leysen, J. (1989). Constructing an outranking relation with ORESTE. *Mathematical and Computer Modelling*, 12(10-11), 1255–1268. doi: [https://doi.org/10.1016/0895-7177\(89\)90367-1](https://doi.org/10.1016/0895-7177(89)90367-1)
- Pastijn, H., Leener, I. (2002). Selecting land mine detection strategies by means of outranking MCDM techniques. *European Journal of Operational Research*, 139(4), 327–338. doi: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00372-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00372-1)
- Roubens, M. (1980). Analyse et agrégation des préférences: Modélisation, ajustement et résumé de données relationnelles. *Revue Beige de Recherche Operationnelle, de Statistique et d'Informatique*, 20(2), 36–67. Erişim adresi: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-0005770113&origin=inward&txGid=7fa61ecbfc1c9f187efeb950bbe66195>
- Roubens, M. (1982). Preference relations on actions and criteria in multicriteria decision making. *European Journal of Operational Research*, 10(51–55). doi: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(82\)90131-X](https://doi.org/10.1016/0377-2217(82)90131-X)
- Tuş Işık, A. (2016). QUALIFLEX and ORESTE Methods for the Insurance Company Selection Problem. *The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems*, 4(2), 55-68. doi: <https://doi.org/10.17093/aj.2016.4.2.5000194524>
- Wang, X., Gou, X., & Xu, Z. (2020). Assessment of traffic congestion with ORESTE method under double hierarchy hesitant fuzzy linguistic environment. *Applied Soft Computing*, 86,105864, 12-13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2019.105864>

- Yerlikaya, M.A. and Arıkan, F. (2016). Constructing the performance effectiveness order of SME supports programmes via Promethee and Oreste techniques. *J. Faculty Eng. Architect.* 31(4), 1007–1016. doi: <https://doi.org/10.17341/gummfd.35469>
- Zheng, Q., Liu, X. Wang, W. (2021). An Extended Interval Type-2 Fuzzy ORESTE Method for Risk Analysis in FMEA. *International Journal of Fuzzy Systems*, 23, 1379–1395. doi: <https://doi.org/10.1007/s40815-020-01034-1>