

BULANIK AĞIRLIKLANDIRMA VE BULANIK DERECELENDİRME TABANLI BİR SATIN ALMA KARAR DESTEK SİSTEMİ

Yavuz KILAĞIZ*

Ahmet BARAN**

Tevhit KAHRAMAN***

Özet:

Günümüzde tüketicilerin karşılatıkları önemli sorunlardan biri, bir çok alternatif arasında ihtiyaçlarına en iyi şekilde cevap verecek en uygun ürünü seçebilmektir. Karar verme sürecindeki bu problemi aşmak için tüketiciler genelde uzman yardımına ihtiyaç duymaktadırlar. Çok sayıda farklı model ve markadaki ürün arasından tüketicinin belirlediği kriterlere göre uygun seçimi yapmak, uzman için de zaman almakta ve işgücü kaybına neden olabilmektedir. Bazen de uzmanın subjektif değerlendirmesi sonucu tavsiye edilen ürün, tüketicinin belirlediği kriterleri en iyi karşılayan ürün olmayabilmektedir. Bu çalışmada ise bulanık ağırlıklandırma ve bulanık derecelendirme kullanılarak, tüketicilere satın alma kararlarında yardımcı olacak bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Sistem önce, tüketiciden satın almak istediği üründe aradığı özellikleri ve bu özelliklerin önemlerini istemekte, daha sonra standart bulanık mantık aritmetiği kullanarak alternatif ürünleri tüketici tercihlerine göre ağırlıklandırmakta ve en büyük küme ve en küçük küme metodunu kullanarak tüketici isteklerine en uygun ürünleri, uygunluk derecelerine göre sıralamaktadır. Sistem Delphi 5 programlama dili ve Oracle veritabanı ile hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Karar destek sistemi, bulanık mantık, bulanık ağırlıklandırma, bulanık derecelendirme

* Yrd.Doç.Dr., Atatürk Üniversitesi, Erzincan MYO, Bilgisayar Tekn. ve Programlama Programı, klavuz@atauni.edu.tr

** Yrd.Doç.Dr., Atatürk Üniversitesi, Erzincan MYO, Bilgisayar Tekn. ve Programlama Programı, baran@atauni.edu.tr

*** Yrd.Doç.Dr., Atatürk Üniversitesi, Erzincan MYO, Bilgisayarlı Muhasebe Programı, tevkari@atauni.edu.tr

CUSTOMER DECISION SUPPORT SYSTEM BASED FUZZY WEIGHTING AND FUZZY RANKING

Abstract:

Nowadays one of the most important problems that the consumers have been facing is to select the most appropriate product that will be able to meet the needs among the several alternatives. Consumers are in need of experts to solve this problem in decision process. To select the suitable one among the different makes and models for the criteria determined by the consumers take long time also for the experts and cause workforce loss. Sometimes the recommended product as a result of subjective evaluation of the expert may not be the products meeting the criteria of the consumers best. In this study a decision support system has been developed, which assistances to consumers buying process, using fuzzy weighting and fuzzy ranking methods. The system, firstly, asks features of product wanted to buy by consumer, and importances of these features and then weights the alternative products according to consumer preferences using standard fuzzy logic arithmetics and finally the best suitable products ranks according to suitability using maximizing sets and minimizing sets method. System has been prepared with Delphi 5 programming language and Oracle database.

Keywords: Decision support system, fuzzy logic, fuzzy weighting, fuzzy ranking

GİRİŞ

Tüketici; kişisel arzu, istek ve ihtiyaçları için pazarlama bileşenlerini satın alan ya da satın alma kapasitesinde olan gerçek veya tüzel kişidir (İslamoğlu, 2002:32). Tüketicilerin satın alma karar süreci; ihtiyacın ortaya çıkışı, ihtiyacın tanımlanması, bilgi toplama, alternatifleri değerlendirme, seçme, satın alma ve satınalma sonrası değerlendirme olarak gelişmektedir (Yükselen, 1994:17). Günümüzde bir çok ürün farklı bir çok firma tarafından üretilmektedir. Farklı firmalar tarafından üretilen ürünlerin birbirlerine göre avantajları veya dezavantajları bulunmaktadır. Bu durum, tüketicilerin alternatifleri değerlendirmesini, dolayısıyla seçim yapmalarını güçleştirmektedir. Karar verme sürecindeki bu problemi aşmak için tüketiciler genelde uzman yardımına ihtiyaç duymaktadırlar. Çok sayıda farklı model ve markadaki ürün arasından tüketicinin belirlediği kriterlere göre uygun seçimi yapmak, uzman için de zaman almakta ve işgücü kaybına neden olabilmektedir. Bazen de uzmanın subjektif değerlendirmesi sonucu tavsiye edilen ürün, tüketicinin belirlediği kriterleri en iyi karşılayan ürün olmayabilmektedir.

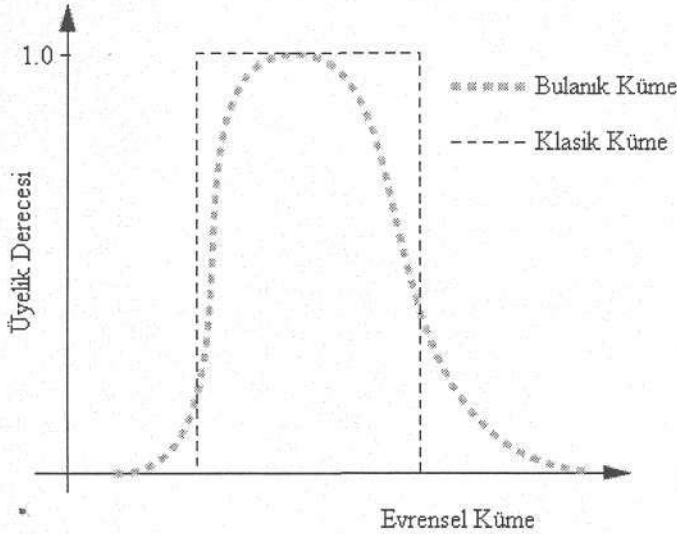
Bu çalışmada, yukarıda bahsedilen olumsuzlukları minimize edebilmek için, tüketicilere alternatifleri seçme işleminde destek sağlayacak bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Sistem tüketiciden, satın almak istediği mal veya hizmetle ilgili seçim

kriterlerini ve bu kriterlerin önem derecelerini dilsel olarak almakta ve bu verilere göre standart bulanık aritmetik kullanarak alternatifleri ağırlıklandırmaktadır. Daha sonra en büyük küme ve en küçük küme metodunu kullanarak alternatifleri tüketicinin tercihlerine göre derecelendirmektedir.

I) BULANIK MANTIK

Bulanık kümelerle dayalı olan bulanık mantık, genelde insan düşüncesine özdeş işlemlerin gerçekleşmesini sağlayarak gerçek dünyada meydana gelen belirsiz ve kesin olmayan verileri modellemede yardımcı olur (Nabiyev, 2003:640). Klasik küme kavramında bir eleman bir kümenin ya elemanıdır ya da değildir. Hiçbir zaman kısmi üyelik olmaz. Nesnenin üyelik değeri 1 ise kümenin tam elemanı, 0 ise elemanı değildir. Diğer bir deyişle, klasik kümelerde elemanların üyelikleri sadece $\{0,1\}$ değerlerini alabilir. Klasik kümelerin aksine bulanık kümelerde elemanların üyelik dereceleri $[0,1]$ aralığında sonsuz sayıda değişebilir (Şekil : 1). Bulanık kümeler, üyeliğin derecelerinin devamlı ve aralıksız olduğu kümelerdir (Elmas, 2003:30). Bir X evrensel kümesinde tanımlanan, bulanık küme μ_A üyelik işlevi şöyle ifade edilir (Zadeh 1965:13):

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1] \quad (1)$$



Şekil : 1
Klasik ve Bulanık Kümeler

Burada μ_A üyelik işlemi $[0,1]$ aralığında gerçek bir sayıyı göstermektedir. Bir bulanık küme, μ_A gibi sürekli ya da ayırık bir üyelik işlevi ile gösterilebilir (Simonovic 2001:3-5). Bir bulanık sayı, bir X evrensel kümesinde bulanık bir alt kümedir ve bu alt küme içbükey, bir aralıkta sürekli ve m gibi bir reel sayı için $\mu_A(m)=1$ şartlarını sağlamalıdır (Chen ve Cheng., 2005:805).

Bulanık sayıların en genel olanları üçgen (triangular) ve yamuk (trapezoidal) sayılardır. Bunun yanında gausyen (gaussian), iki farklı gausyenin iki yanlı birleşimi, çan şekilli (bell, generalized bell), sigmoidal, iki sigmoidal arasındaki fark, iki sigmoidalın çarpımı, polinomsal (Z,S ve Π) gibi bulanık sayı tipleri de vardır (Baykal ve Beyan, 2004:78-80; The Math Works Inc., 1999:16).

Üçgen bir bulanık sayı a,b ve c olmak üzere üç parametre ile, yamuk bir bulanık sayı ise a,b,c ve d olmak üzere dört parametre ile tanımlanır. Üyelik işlevleri Şekil : 2'de verilen bu bulanık sayılar aşağıdaki gibi tanımlanır (Simonovic 2001:9; Baykal ve ve Beyan, 2004:78-79):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c, \\ 0, & x \geq c. \end{cases}, \text{üçgen bulanık sayı} \quad (2)$$

$$\mu_B(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a, \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b, \\ 1, & b \leq x \leq c, \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x \geq d \end{cases}, \text{yamuk bulanık sayı}$$

Sırasıyla a_1, a_2, a_3 ve b_1, b_2, b_3 parametreleri ile tanımlanmış A ve B gibi iki bulanık sayı arasındaki aritmetiksel işlemler ise şöyle tanımlanır (Chen ve Cheng., 2005:805):

$$1. \text{ Toplama işlemi } A \oplus B : (a_1, a_2, a_3) \oplus (b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (3)$$

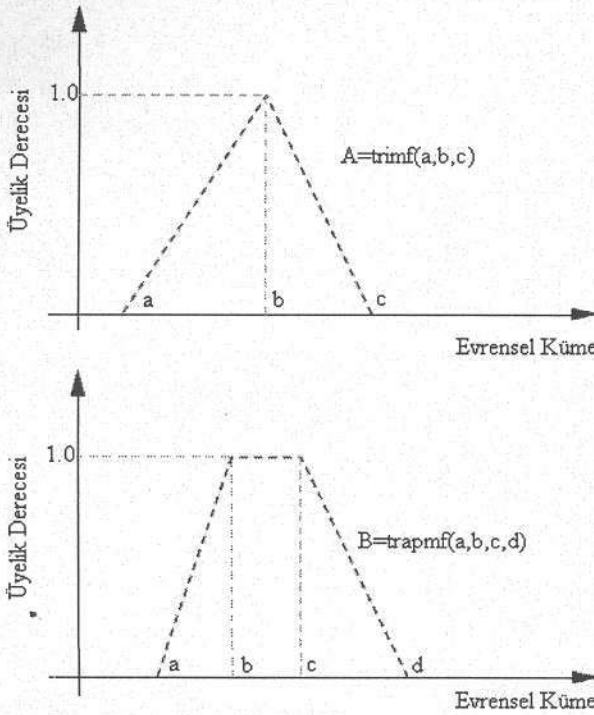
$$2. \text{ Çarpma işlemi } A \otimes B : (a_1, a_2, a_3) \otimes (b_1, b_2, b_3) = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3), \quad (4)$$

Burada \oplus ve \otimes sırasıyla bulanık toplama ve bulanık çarpmayı temsil etmektedir.

II) BULANIK AĞIRLIKLANDIRMA

Bir karar verme probleminde amaç, istenen şartlara en uygun alternatifin belirlenmesidir. Böyle bir belirleme işlemi birden çok kriter göz önünde bulundurularak gerçekleştirilir. Alternatiflerin bu kriterleri ne derecede sağladığı ise, kararı etkileyen en önemli faktördür ve bir veya daha fazla uzman tarafından alternatifin değerlendirilmesi sonucu tespit edilir. Böyle bir problem çok-uzmanlı, çok-kriterli bir karar verme problemi (Multi- Expert Multi Criter Decision Making, ME-MCDM) olarak isimlendirilir. Bir ME-MCDM problemi ise aşağıdaki adımlar izlenerek çözümlenir (Ribeiro, 1996:157; Chen ve Klein., 1997:54):

1. Kriterler belirlenir,
2. Kriterlerin önem dereceleri belirlenir,
3. Alternatiflerin kriterleri ne derecede sağladığı uzmanlar tarafından tespit edilir,
4. Elde edilmiş bilgilere göre her bir alternatif için bir ağırlık değeri hesaplanır,
5. Ağırlık değerlerine göre alternatifler sıralanır ve en uygun alternatif seçilir.



Şekil : 2
Üçgen ve Yamuk Bulanık Sayıları

Yukarıdaki ilk 3 adım tamamlandıktan sonra $A_i; i=1,2,\dots,m$ ile gösterilen m alternatifin, $E_j; j=1,2,\dots,n$ ile gösterilen n uzman tarafından $C_k; k=1,2,\dots,K$ ile gösterilen K adet kritere göre ağırlıklandırılması için alternatiflerin $w_i; i=1,2,\dots,m$ ağırlıklarının bulunması gerekmektedir. Kriter önem dereceleri ve uzmanların alternatifleri değerlendirme sonuçları bulanık sayı ile gösterildiği durumda w_i ağırlıkları bulanık olarak hesaplanır. Ağırlıkların hesaplanması ise ilk havuzlama (pool first) veya son havuzlama (pool last) teknikleri ile yapılır.

İlk havuzlama tekniğinde ilk adım, alternatiflere uzmanlar tarafından verilmiş kriteri sağlama değerlerinin ortalamasının bulunması ve kriterlere verilmiş önem derecelerinin ortalamalarının bulunmasıdır (Eşitlik 5). Bunun için Eşitlik 3 ve 4' te tanımlanmış bulanık toplama ve çarpma işlemleri kullanılır.

$$p_{ik} = (1/n) \otimes (a_{i1}^k \oplus a_{i2}^k \oplus \dots \oplus a_{in}^k) \text{ ve } q_k = (1/n) \otimes (c_{k1} \oplus c_{k2} \oplus \dots \oplus c_{kn}), p_{ik}, q_k \in L \quad (5)$$

Eşitlik 5'de p_{ik} , A_i alternatifine C_k kriteri için uzmanların yaptığı değerlendirmelerin ortalaması, q_k , C_k kriteri için verilen önem derecelerinin ortalaması ve L ise evrensel kümedir.

İlk havuzlama tekniğinde ikinci adım ise alternatiflerin w_i bulanık ağırlıklarının hesaplanmasıdır. Bu ağırlıkların hesaplanması için p_{ik} ve q_k çarpılır ve ortalaması alınır (Eşitlik 6).

$$w_i = (1/KL) \otimes \{(p_{i1} \otimes q_1) \oplus (p_{i2} \otimes q_2) \oplus \dots \oplus (p_{iK} \otimes q_K)\} \quad (6)$$

Son havuzlama tekniğinde ise, her E_j uzmanı için A_i alternatifinin bulanık ağırlığı w_{ij} , hesaplanır (Eşitlik 7).

$$w_{ij} = (1/KL) \otimes \{(a_{ij}^1 \otimes c_{1j}) \oplus (a_{ij}^2 \otimes c_{2j}) \oplus \dots \oplus (a_{ij}^K \otimes c_{Kj})\} \quad (7)$$

Daha sonra w_{ij} bulanık ağırlıkları havuzlanır ve her bir alternatif için bulanık ağırlık w_i Eşitlik 8'deki gibi hesaplanır.

$$w_i = (1/n) \otimes (w_{i1} \oplus w_{i2} \oplus \dots \oplus w_{in}) \quad (8)$$

Çalışmamızda kullanılan ilk havuzlama tekniğinde, bulanık ağırlık w_i , aşağıda gösterildiği gibi standart bulanık aritmetik kullanılarak kolayca hesaplanabilir. Uzmanlar tarafından her alternatif için belirlenen $\alpha_{ij}^K, \beta_{ij}^K, \gamma_{ij}^K$ ve δ_{ij}^K değerlerinin (yamuk bulanık sayı halinde kriteri sağlama derecesi) ortalamaları olan $\alpha_{ik}, \beta_{ik}, \gamma_{ik}$ ve

δ_{ik} ile her bir kriter için belirlenen $\varepsilon_{kj}, \zeta_{kj}, \eta_{kj}$ ve θ_{kj} değerlerinin ortalamaları olan $\varepsilon_k, \zeta_k, \eta_k$ ve θ_k Eşitlik 9'daki gibi hesaplanır.

$$\alpha_{ik} = (\sum \alpha_{ij}^k) / n, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{ve} \quad \varepsilon_k = (\sum \varepsilon_{kj}) / n, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

Bu durumda bulanık ağırlık w_i şu şekilde gösterilebilir:

$$w_i = (\alpha_i / \beta_i, \gamma_i / \delta_i) \quad (10)$$

Bulanık ağırlık w_i 'nin yamuk üyelik işlevinin grafiği ise Eşitlik 11'deki gibi tanımlanır.

$$w_i = \begin{cases} 0 & x < \alpha_i \\ (x - \alpha) / (\beta - \alpha) & \alpha_i \leq x \leq \beta_i \\ 1 & \beta_i \leq x \leq \gamma_i \\ (x - \delta) / (\gamma - \delta) & \gamma_i \leq x \leq \delta_i \\ 0 & x \geq \delta_i \end{cases} \quad (11)$$

Eşitlik 10'daki terimlerin açılımları Eşitlik 12 de görülmektedir. Bu eşitliğe ait teoremler, kanıtlar ve özellikler Buckley ve Dubois ile Prade 'de verilmiştir (Buckley, 1985:22; Dubois ve Prade., 1980:203).

$$\begin{aligned} \alpha_i &= (\sum \alpha_{ik} \varepsilon_k) / KL, & \beta_i &= (\sum \beta_{ik} \zeta_k) / KL, \\ \gamma_i &= (\sum \gamma_{ik} \eta_k) / KL, & \delta_i &= (\sum \delta_{ik} \theta_k) / KL \end{aligned} \quad (12)$$

III) BULANIK DERECELENDİRME

Pratikte, bulanık sayıların derecelendirilmesi çok önemlidir. Örneğin, en uygun yada en iyi seçiminin yapılabilmesi tamamen derecelendirme veya karşılaştırmaya bağlıdır. Bununla birlikte, bulanık sayıların nasıl derecelendirileceği önemli problemlerden biridir. Bulanık sayıların karşılaştırılarak derecelendirilmesi üzerine bir çok çalışma yapmıştır. Literatürdeki metotların karşılaştırmalı bir incelemesi Chen ve Hwang, Lee ve Li ve Zimmermann'ın çalışmalarında verilmiştir (Chen ve Hwang., 1992:5; Lee ve Li., 1988: 889; Zimmermann, 1987:503). Chen ve Hwang derecelendirme metotlarını tercih ilişkisi, bulanık ortalama ve yayılma, bulanık skorlama ve dilsel ifadeler olmak üzere 4 ana sınıfta toplamıştır. Bu çalışmada bulanık derecelendirme için bulanık skorlama metotlarından biri olan Chen'in metodu

kullanılmıştır (Chen, 1985:120). En büyük küme ve en küçük küme olarak isimlendirilen bu metod ile üçgen, yamuk veya diğer üyelik işlevli bulanık sayılar kolaylıkla derecelendirilebilmekte ve alternatifler birbirinden kolaylıkla ayrılabilir (Chen, 1985:120; Raj ve Kumar., 1999:368).

Ağırlıklandırılmış bulanık üyelik işlevleri elde edildikten sonra bu üyelik işlevleri için en büyük küme $\mu_M(x)$ ve en küçük küme $\mu_m(x)$ kümeleri Eşitlik 13'deki gibi elde edilir:

$$\mu_M(x) = \begin{cases} w \left\{ \frac{(x - x_{\min})}{(x_{\max} - x_{\min})} \right\}^r, & x_{\min} < x < x_{\max}, \\ 0, & \text{diğer,} \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_m(x) = \begin{cases} w \left\{ \frac{(x - x_{\max})}{(x_{\min} - x_{\max})} \right\}^r, & x_{\min} < x < x_{\max}, \\ 0, & \text{diğer,} \end{cases}$$

Eşitlik 13'de $w = \min_{1 \leq i < m} (w_i)$, $x_{\max} = \sup_{1 \leq i < m} (\delta_i)$, $x_{\min} = \inf_{1 \leq i < m} (\alpha_i)$ dir. Burada i alt simgesi alternatifin numarasını ve m ise alternatiflerin sayısını belirtmektedir.

Karar vericinin karara katılımı ise Eşitlik 13'deki r sabiti ile sağlanır.

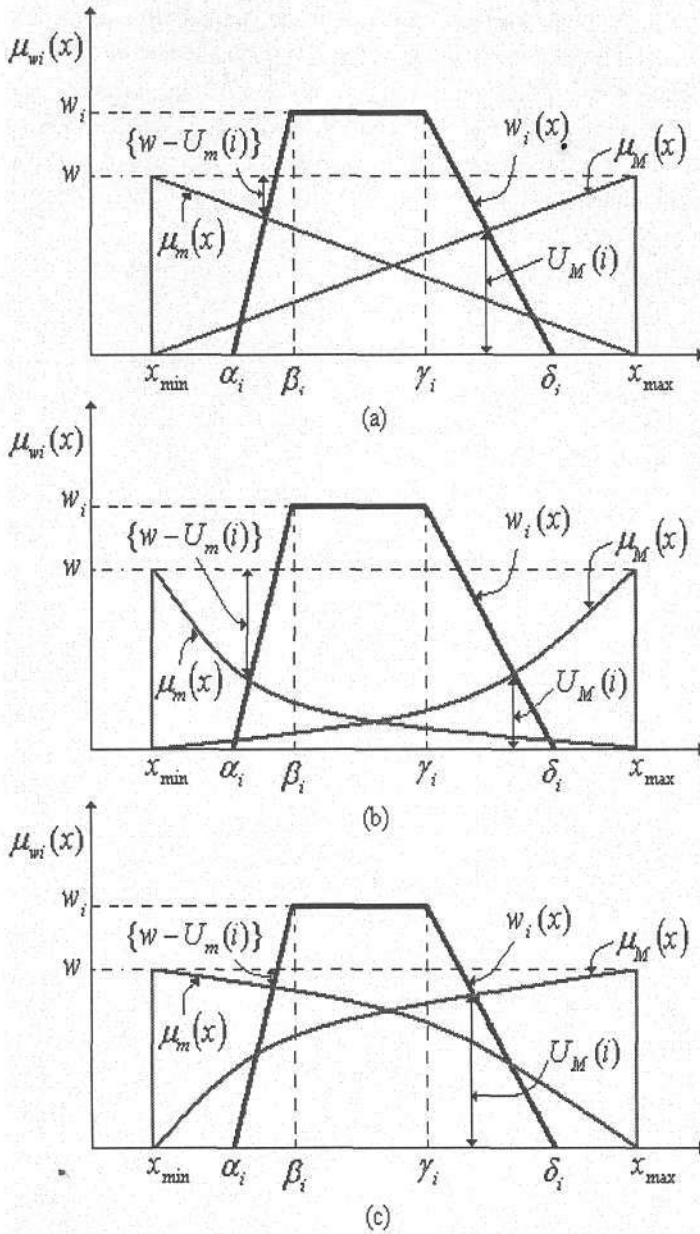
Eğer $r=1$ seçilirse, en büyük ve en küçük kümeler lineer üyelik işlevleri ile seçilmiş olur (Şekil : 3a). Bu durum karar vericinin tarafsız veya katılımsız olduğunu ifade eder.

Eğer $r=0.5$ seçilirse, en büyük ve en küçük kümeler içbükey seçilmiş olur ki bu durum, karar vericinin risk almak istemediğini ifade eder (Şekil : 3b).

Eğer $r=2$ seçilirse, en büyük ve en küçük kümeler dışbükey seçilmiş olur (Şekil : 3c). Bu durum ise karar vericinin risk almaya meyilli olduğunu ifade eder. (Raj ve Kumar., 1999:370).

Daha sonra bulanık ağırlık w_i için sağ ara değer $U_M(i)$ ve sol ara değer $U_m(i)$ Eşitlik 14'deki gibi hesaplanır.

$$U_M(i) = \sup_x \{ \mu_{w_i}(x) \cap \mu_M(x) \} \quad \text{ve} \quad U_m(i) = \sup_x \{ \mu_{w_i}(x) \cap \mu_m(x) \} \quad (14)$$



Şekil : 3

$\mu_{w_i}(x)$, $\mu_m(x)$ ve $\mu_M(i)$ 'nin Grafiksel Gösterimleri. a) $r=1$,
b) $r < 1$, c) $r > 1$

Şekil : 3'den sağ ara değer $U_M(i)$ 'nin, en büyük küme $\mu_M(x)$ ile üyelik işlevi w_i 'nin kesişim noktasının üyeliğini, sol ara değer $U_m(i)$ 'nin ise en küçük küme $\mu_m(x)$ ile üyelik işlevi w_i 'nin kesişim noktasının üyeliğini gösterdiği görülmektedir.

Yine Şekil : 3'den $U_M(i)$ 'nin üyelik işlevi w_i 'nin yüksek değerini ve $U_m(i)$ 'nin üyelik işlevi w_i 'nin düşük değerini ifade ettiği görülürse derecelendirme değeri $U_T(i)$, $U_M(i)$ ile $\{w - U_m(i)\}$ 'nin aritmetik ortalamaları alınarak, Eşitlik 15'deki gibi hesaplanır:

$$U_T(i) = \{U_M(i) + w - U_m(i)\} / 2 \quad (15)$$

Eşitlik 15'de verilen $U_M(i)$ ve $U_m(i)$ aralıkları aritmetiksel olarak Eşitlik 16'daki gibi hesaplanır.

$$\begin{aligned} U_M(i) &= (\delta_i - x_{\min}) / (\delta_i - \gamma_i + x_{\max} - x_{\min}) \\ U_m(i) &= (x_{\max} - \alpha_i) / (\beta_i - \alpha_i + x_{\max} - x_{\min}) \end{aligned} \quad (16)$$

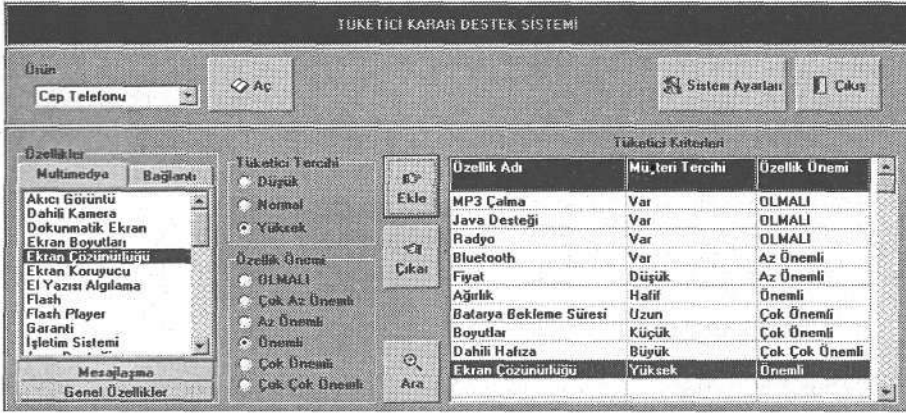
Bu durumda derecelendirme değeri $U_T(i)$, ayrıntılı olarak Eşitlik 17'deki gibi yazılabilir:

$$\begin{aligned} U_T(i) &= [(\delta_i - x_{\min}) / (\delta_i - \gamma_i + x_{\max} - x_{\min}) + w \\ &\quad - (x_{\max} - \alpha_i) / (\beta_i - \alpha_i + x_{\max} - x_{\min})] / 2 \end{aligned} \quad (17)$$

Sonuçta Eşitlik 14-17 kullanılıp derecelendirme değeri $U_T(i)$ hesaplanarak alternatifler derecelendirilir. Eğer iki alternatif aynı derecelendirme değerine sahipse, derecelendirme için üyelik işlevlerinin köşegenleri kullanılır. Bu durumda hangi üyelik işlevinin δ değeri büyükse o üyelik işlevi daha büyük olarak seçilir (Raj ve Kumar., 1999:371).

IV) UYGULAMA

Bu çalışmada bulanık ağırlıklandırma ve derecelendirme yöntemleri kullanarak tüketicilere kararlarında yardımcı olacak bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem bir işyerindeki bütün marka ve modeller arasında tüketicinin belirlediği kriterlere göre derecelendirme işlemi yapabildiği gibi, tüketicinin belirlemiş olduğu marka ve modeller arasında tüketicinin belirlediği kriterlere göre derecelendirme de yapabilmektedir. Sistem-kullanıcı arayüzü Şekil : 4'de görülmektedir.



Şekil : 4
Sistem-Kullanıcı Arayüzü

Sistem çalıştırıldığında tüketicinin satın almak istediği ürün belirlenip “Aç” butonuna basılarak bu ürünle ilgili özellikler ekranda listelenir (Şekil : 4).

Sistem-kullanıcı arayüzündeki özellikler ekranında ürün ile ilgili özellikler sınıflandırılmıştır. Müşteri temsilcisi burada tüketicinin belirlemiş olduğu özelliği ve tüketicinin bu özelliğe vermiş olduğu dilsel önem derecesini seçerek “Tüketici Kriterleri” listesine ekler. Daha sonra “Ara” butonuna basarak tüketici kriterlerine en uygun ürünlerin listesini görüntüler. Burada sistemin çalışması bir cep telefonu satınalma kararı örneği ile sayısal olarak anlatılacaktır. Bu örnekte tüketici satın almak istediği cep telefonunda Tablo : 1’de verilmiş özelliklerin bulunmasını istemektedir.

Tablo : 1’de tüketicinin istemiş olduğu özellikler ve bu özelliklerin seçim için önem dereceleri gösterilmiştir. Örneğimizde tüketici için en ideal telefon bluetooth özelliği olan, MP3 biçimindeki müziği çalabilen, java destekli, radyosu olan, en hafif, batarya bekleme süresi en uzun, boyutu en küçük, ekran çözünürlüğü en yüksek, dahili hafızası en büyük, buna karşılık fiyatı en düşük olan telefondur. Fakat pratikte bu mümkün değildir. Bu durumda tüketici seçim için, kriterlere önem derecesi belirlemek durumundadır. Seçimde kriter olarak kullanılan özelliklerin bazıları var/yok şeklinde ifade edilebilir, bazıları ise bulanık (küçük/çok küçük gibi) olarak ifade edilebilir özelliklerdir. Var/yok şeklinde ifade edilen özellikler kesinlikle isteniyor olabilmekte ya da tercihsel olabilmektedir. Örneğin “radyosu olmalı” ifadesi radyo özelliğinin kesin istendiği anlamını taşıyorken “bluetooth az önemli” ifadesi ise bluetooth özelliğinin tercihsel olduğu anlamını taşımaktadır. Sistemde, kesin olarak bulunması istenilen özellikler için önem derecesi “Olmalı” olarak verilmekte, tercihen istenen özellikler için ise tüketiciye dilsel kısmı sunulan, Kim’in 5 parçalı skalası kullanılmaktadır (Tablo : 2).

Tablo : 1
Örnek Tüketici Kriterleri

Özellik	Tüketici İsteği	Önem Derecesi
Mp3	Var	Olmalı
Java Desteği	Var	Olmalı
Radyo	Var	Olmalı
Bluetooth	Var	Az Önemli
Fiyat (YTL)	Ucuz	Az Önemli
Ağırlık (gram)	Hafif	Önemli
Batarya Bekleme Süresi (Saat)	Uzun	Çok Önemli
Boyut (cm ³)	Küçük	Çok Önemli
Dahili Hafıza (MB)	Büyük	Çok Çok Önemli
Ekran Çözünürlüğü (Kpixel)	Yüksek	Önemli

Tablo : 2
Kim'in 5 Parçalı Skalası

Nümerik Skala	Dilsel Skala
(0,0,0,0.25)	Çok Az Önemli
(0,0.25,0.25,0.5)	Az Önemli
(0.25,0.5,0.5,0.75)	Önemli
(0.5,0.75,0.75,1)	Çok Önemli
(0.75,1,1,1)	Çok Çok Önemli

Sistemde önce, veritabanındaki ürünlerden tüketicinin önem derecesini “olmalı” olarak belirlediği ürünler süzülür.

Bir süzme işlemi de, tercihsel olarak belirtilen özellikler için yapılır. Bu süzme işlemi, her kriter için tüketicinin dilsel ifadelerine göre yapılır. Sistemde, daha önceden uzman görüşleri alınarak her bir kriter için bu dilsel ifadelerin alt ve üst sınır değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca piyasaya sürekli yeni ürünlerin eklenmesi nedeniyle bu sınır değerlerinin belirli aralıklarla güncelleştirilmesi gerekmektedir. Tüketici, belirlemiş olduğu kriterler için 3 farklı (düşük, normal ve yüksek gibi) dilsel tanımlamadan birini yapabilmektedir. Tüketici, bir özellik için bir dilsel ifade kullandığında, sadece o dilsel ifadenin eşdeğer sınırları içindeki değerlere sahip ürünler bu süzme işleminden geçer. Örneğin, eğer tüketici hafif bir telefon istiyorsa 100 gr ve altındaki telefonlar değerlendirmeye katılır. Eğer tüketici normal ağırlıkta bir telefon istiyor ise 50 ile 150 gr ağırlıktaki telefonlar değerlendirmeye katılır. Tüketici ağır bir telefon istiyorsa 100 gr ve üstü ağırlıktaki telefonlar değerlendirmeye katılır ve diğer telefonlar süzme işleminden geçemez.

Tablo : 3
Süzme Sonucu Elde Edilen Telefonlar ve Kriter Değerleri

Özellik	Telefonlar				
	A	B	C	D	E
Bluetooth	Var	Var	Var	Var	Var
Fiyat (YTL)	540	702	597	590	406
Ağırlık (gram)	106	110	93	97	116
Batarya Bekleme Süresi (Saat)	240	264	360	300	300
Boyut (cm ³)	88	64	86	91	116
Dahili Hafıza (MB)	37	6	41	6	16
Ekran Çözünürlüğü (Kpixel)	39	37	39	16	39

Süzme sonucu elde edilen telefonlar ve bu telefonların kriter değerleri Tablo : 3'de verilmiştir. Örnek problemimizde değerlendirmeyi tek bir uzman yapmakta ve kriterlerin önem derecelendirmelerini tüketici belirlemektedir. Bu nedenle bu problem için Eşitlik 5'de hesaplanan p_{ik} , uzmanın i. alternatife k. kritere göre vermiş olduğu değerlendirme sonucudur ki bu da aslında ürünün gerçek özelliğidir. Aynı şekilde q_k , tüketicinin k. kritere verdiği önemdir. p_{ik} ve q_k belirlendikten sonra her alternatif için Eşitlik 6 kullanılarak bir w_i ağırlık değeri hesaplanır. Tüketicinin kriterlere verdiği önem dereceleri için Kim'in 5 parçalı üçgen bulanık sayılarının skalası kullanıldığından, her alternatif için Tablo : 4'deki gibi üçgen ağırlık değerleri bulunur.

Tablo : 4
Alternatiflerin Kriterlere Göre Ağırlık Değerleri

Alternatif	w_i
1. A	(36.38/78.54, 78.54/119.17)
2. B	(32.67/80.46, 80.46/128.00)
3. C	(46.17/95.25, 95.25/142.63)
4. D	(37.38/82.58, 82.58/127.54)
5. E	(41.50/81.29, 81.29/120.42)

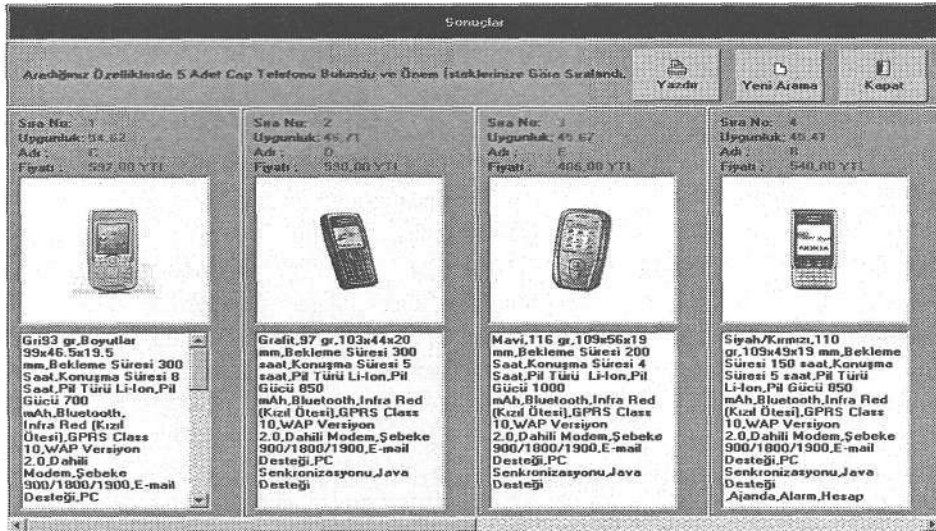
w_i ağırlık değerleri hesaplandıktan sonra, bulanık derecelendirme işlemine geçilir. Derecelendirme işleminde önce, Eşitlik 13 kullanılarak en büyük küme $\mu_M(x)$ ve en küçük küme $\mu_m(x)$ kümeleri hesaplanır. Örnek uygulamada karar vericinin tarafsız olduğu düşünülerek $r=1$ seçilmiştir. Bu şekilde Şekil : 3a'daki gibi lineer üyelik işlevleri elde edilmiştir. Son olarak $w=1$ seçilip Eşitlik 14-17 kullanılarak Tablo : 5'deki derecelendirme değerleri hesaplanmıştır.

Tablo : 5'den görüldüğü gibi tüketicinin belirlediği kriterler ve bu kriterlere verdiği önem derecelerine göre tüketici için en iyi alternatif C dir.

Sistem, derecelendirmiş sonuçları sıralanmış şekilde Şekil : 5'deki ekran ile kullanıcıya bildirmektedir. İstendiği takdirde sonuçlar yazıcıya gönderilebilmektedir.

Tablo : 5
Alternatiflerin derecelendirme sonuçları

Alternatif	U_T
1. A	0.4380
2. B	0.4541
3. C	0.5462
4. D	0.4671
5. E	0.4567



Şekil : 5
Sistem Sonuç Ekranı

SONUÇLAR

Bu çalışmada tüketicilere satın alma kararlarında yardımcı olacak bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Delphi 5 programlama dili ve Oracle veritabanı kullanılarak hazırlanan sistem, birden fazla alternatifi kullanıcının belirlediği kriterler ve bu kriterlere atadığı önem derecelerini kullanarak ağırlıklandırmakta ve derecelendirmektedir. Ağırlıklandırma için standart bulanık aritmetik ve derecelendirme için en büyük kümeler ve en küçük kümeler yöntemleri kullanılmıştır. Sistem esnek ve modüler yapısı ile genişletilebilir olup, hem kullanıcılara kararlarında objektif olarak yardımcı olmakta hemde müşteri temsilcilerinin gereksiz zaman ve iş gücü kayıplarını önlemektedir.

KAYNAKÇA

- BAYKAL, Nazife ve BEYAN Timur (2004), *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*, Bıçaklar Kitabevi, Ankara.
- BUCKLEY, J.J. (1985), "Ranking Alternatives Using Fuzzy Numbers", *Fuzzy Sets and Systems*, Sayı 15, ss. 21-31.
- CHEN, C. and KLEIN, C.M. (1997), "An Efficient Approach To Solving Fuzzy MADM Problems", *Fuzzy Sets and Systems*, Sayı 88, ss. 51-67.
- CHEN, L.S. and CHENG, C.H. (2005), "Selecting IS Personnel Uses Fuzzy GDSS Based On Metric Distance Method", *European Journal of Operational Research*, Sayı 160, ss. 803-820.
- CHEN, S.H. (1985), "Ranking Fuzzy Numbers With Maximizing Set And Minimizing Set", *Fuzzy Sets and Systems*, Sayı 17, ss. 113-129.
- CHEN, S.J. and HWANG, C.L. (1992), *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making Methods And Applications*, In: *Lecture Notes In Economics And Mathematical Systems*, Springer Press, Berlin.
- DUBOIS, D. and PRADE, H. (1980), "Ranking Of Fuzzy Numbers In The Setting Of Possibility Theory", *Information Sciences*, Sayı 30, ss. 183-224.
- ELMAS, Çetin (2003), *Bulanık Mantık Denetleyiciler*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- İSLAMOĞLU, A.Hamdi (2002), *Pazarlama İlkeleri*, Beta Yayınları, İstanbul.
- LEE, E.S.; LI, R.L. (1988), "Comparison Of Fuzzy Numbers Based On The Probability Measure Of Fuzzy Events", *Computers and Mathematics with Applications*, Sayı 15, ss. 887-896.
- NABİYEYEV, Vasif V. (2003), *Yapay Zeka*, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- RAJ, P.A.; KUMAR, D.N. (1999), "Ranking Alternatives With Fuzzy Weights Using Maximizing Set And Minimizing Set", *Fuzzy Sets and Systems*, Sayı 105, ss. 365-375.
- RIBEIRO, R.A. (1996), "Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: A Review And New Preference Elicitation Techniques", *Fuzzy Sets and Systems*, Sayı 78, ss. 155-181.
- SIMONOVIC, S.P. (2001), *Fuzzy Set Ranking Methods and Multiple Expert Decision Making*, The University of Western Ontario, Ontario.
- THE MATH WORKS INC. (1999), "Fuzzy Logic Toolbox User's Guide".
- YÜKSELEN, C. (1994), *Temel Pazarlama Bilgileri*, Adım Yayıncılık, Ankara.
- ZADEH, Lotfi (1965), "Fuzzy Sets", *Information and Control*, Sayı 8, ss. 338-353.
- ZIMMERMANN, H.J. (1987), *Fuzzy Set, Decision Making and Expert System*, Kluwer Press, Boston.