DOI:10.25092/baunfbed. 1889034 *J. BAUN Inst. Sci. Technol., 28(2), 805-826, (2026)*

Garsonların karşılaştığı problemleri analiz etmek için bulanık esnek küme tabanlı bir karar verme modeli

Nihal TAŞ[1,*], Nazar GÜVEN[2]

[1]*Balıkesir Üniversitesi Fen-Edebiyat Fak. Matematik Böl., Çağış kampüsü, Balıkesir.*
[2]*Balıkesir Üniversitesi Fen-Edebiyat Fak. Matematik Böl., Çağış kampüsü, Balıkesir*

Geliş Tarihi (Received Date): 14.02.2026
Kabul Tarihi (Accepted Date):24.05.2026

Öz

Bu çalışma, restoran ortamında garsonların karşılaştığı çok kriterli karar verme problemlerini çözmek amacıyla bulanık esnek küme tabanlı bir model önermektedir. Modelin temel amacı, müşteri tercihleri, servis süresi ve yemek özellikleri gibi belirsizlik içeren kriterleri matematiksel olarak değerlendirerek en uygun yemek önerisinin belirlenmesini sağlamaktır. Bu kapsamda çalışma, bulanık küme teorisi, esnek küme teorisi ve bulanık esnek küme kavramlarını teorik altyapı olarak ele almaktadır. Çalışmada, garsonların karşılaştığı iletişim problemleri, zaman yönetimi zorlukları, müşteri memnuniyetsizliği, operasyonel aksaklıklar ve iş yüküne bağlı psikolojik sorunlar incelenmiştir. Bu problemlerin genellikle eğitim eksikliği, yoğun çalışma temposu ve iletişim yetersizliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca eğitim, standart hizmet prosedürleri, teknoloji destekli sistemler ve personel planlaması gibi çözüm önerileri sunulmuştur. Önerilen modelde restoran menüsü evrensel küme, yemek özellikleri ise parametre kümesi olarak tanımlanmış ve karar verme matrisi oluşturulmuştur. Model uygulamasında müşteri tercihleri ve zaman kısıtı dikkate alınarak en uygun menü kombinasyonu belirlenmiştir. Sonuçlar, bulanık esnek küme yaklaşımının çok kriterli karar verme problemlerinde etkili ve uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Bulanık esnek küme, karar verme problemi, garson problemleri.*

[*]Nihal TAŞ, nihaltas@balikesir.edu.tr, https://orcid.org/0000-0002-4535-4019
Nazar GÜVEN, guvennazar22@gmail.com, https://orcid.org/0009-0002-5483-3123

A Fuzzy Soft Set-Based Decision-Making Model for Analyzing Problems Encountered by Waiters

Abstract

This study proposes a fuzzy soft set-based decision-making model to solve multi-criteria decision-making problems encountered by waiters in restaurant environments. The main aim of the model is to determine the most appropriate meal recommendation by mathematically evaluating uncertain criteria such as customer preferences, service time, and meal characteristics. Within this scope, the study adopts fuzzy set theory, soft set theory, and fuzzy soft set concepts as its theoretical foundation. The study examines common problems faced by waiters, including communication difficulties, time management challenges, customer dissatisfaction, operational disruptions, and workload-related psychological stress. It is emphasized that these problems generally arise from insufficient training, heavy workload, and lack of communication skills. Additionally, solution approaches such as training-based improvements, standardized service procedures, technology-supported systems, and staff planning are proposed. In the proposed model, the restaurant menu is defined as the universal set, while meal characteristics are considered as the parameter set, and a decision matrix is constructed. In the application phase, the most suitable menu combination is determined by considering customer preferences and time constraints. The results show that the fuzzy soft set approach is an effective and applicable method for multi-criteria decision-making problems.

Keywords: *Fuzzy soft set, decision making problem, waiter problems.*

1. Giriş

Günümüzde hizmet sektöründe müşteri memnuniyetinin sağlanması, işletmelerin sürdürülebilir rekabet avantajı elde edebilmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle restoran işletmelerinde müşteri taleplerinin doğru, hızlı ve etkin şekilde karşılanması, hizmet kalitesinin belirleyici unsurlarından biridir. Ancak restoran ortamı; müşteri beklentilerindeki çeşitlilik, servis süresine ilişkin belirsizlikler ve yoğun çalışma temposu gibi çok sayıda değişkeni aynı anda barındırmaktadır. Bu durum, garsonların karar verme süreçlerinde çok kriterli ve belirsizlik içeren problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, restoran hizmet süreçlerinde karşılaşılan karar verme problemlerinin matematiksel modelleme yaklaşımları ile incelenmesi önem kazanmaktadır. Karşılaşılan bu problemler ile ilgili literatürde bazı çalışmalar yer almaktadır (örneğin, [1-3]).

Belirsizlik içeren sistemlerin modellenmesinde bulanık küme teorisi önemli bir yaklaşım olarak literatürde yer almaktadır. Klasik küme teorisinin yetersiz kaldığı durumlarda kullanılan bulanık küme yaklaşımı, elemanların bir kümeye ait olma derecelerini modelleyerek gerçek hayat problemlerinin daha esnek şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır. Daha sonra geliştirilen esnek küme teorisi ise parametre temelli belirsizliklerin modellenmesine imkân tanımıştır. Bu iki yapının birleşimi olan bulanık esnek küme teorisi, hem üyelik derecelerini hem de parametre temelli değerlendirmeyi

birlikte ele alabilmesi nedeniyle çok kriterli karar verme problemlerinde güçlü bir araç olarak kullanılmaktadır (örneğin, [4-10]).

Restoran hizmet süreçlerinde garsonların karşılaştığı problemler; iletişim eksiklikleri, zaman yönetimi zorlukları, müşteri memnuniyetsizliği, operasyonel koordinasyon problemleri ve yoğun iş yükü gibi birçok faktörden kaynaklanmaktadır. Bu problemlerin çözümünde müşteri tercihleri, servis süresi ve yemek özellikleri gibi birden fazla kriterin birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, garsonların müşterilere en uygun yemek önerisini sunmasına yardımcı olacak bulanık esnek küme tabanlı bir karar verme modelinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Önerilen model ile restoran ortamında karar verme süreçlerinin daha sistematik, objektif ve uygulanabilir hale getirilmesi hedeflenmektedir.

2. Ön bilgiler

Bu bölümde, karar verme modelinin geliştirilmesinde esas alınacak temel teorik yaklaşımlar ve kavramsal çerçeve ayrıntılı olarak sunulacaktır.

Tanım 2.1. [11] X boştan farklı bir evrensel küme olmak üzere X üzerinden $[0,1]$ aralığına tanımlı her fonksiyona bir *bulanık küme* denir.

X kümesindeki bir A kümesi için üyelik fonksiyonu

$$\mu_A : X \to [0,1]$$

ile temsil edilir. Her $x \in X$ için $\mu_A(x)$ değeri x noktasının A bulanık kümesine ait olma (üyelik) derecesi, $1-\mu_A(x)$ değerine de x noktasının A bulanık kümesine ait olmama derecesi denir.

Bir bulanık A kümesi üyelik fonksiyonu yardımıyla aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$A = \{\langle x, \mu_A(x)\rangle : x \in X\}.$$

Örnek 2.1. Evrensel küme

$$X = \{\text{restorandaki yemekler}\}$$

olsun. Her yemek için " lezzetli olma" durumu kesin değildir. Bu yüzden, bu durum bulanık küme yardımıyla ifade edilebilir. "Lezzetli Yemekler" bulanık kümesini A ile gösterelim. Üyelik fonksiyonu

$$\mu_A : X \to [0,1]$$

olmak üzere $\mu_A(x)$, x yemeğinin lezzetli olma derecesini göstersin. Örneğin, bazı yemekler için üyelik değerleri

- Izgara köfte: $\mu_A(x) = 0.9$
- Makarna: $\mu_A(x) = 0.6$
- Soğumuş çorba: $\mu_A(x) = 0.2$

şeklinde olsun. Buna göre, A bulanık kümesini

$$A = \{\langle \text{Izgara köfte}, 0.9\rangle, \langle \text{Makarna}, 0.6\rangle, \langle \text{Soğumuş çorba}, 0.2\rangle\}$$

şeklinde yazabiliriz. Bu bulanık küme dikkate alınırsa, örneğin makarna için

- A ya ait olma derecesi: 0.6
- A ya ait olmama derecesi: $1-0.6=0.4$

şeklinde elde edilir.

Tanım 2.2. [12] X boştan farklı bir evrensel küme, E bir parametre kümesi ve $P(X)$, X kümesinin kuvvet kümesi olmak üzere

$$F : E \to P(X)$$

olsun. Bu durumda, (F,E) ikilisine X üzerinde bir *esnek küme* denir. (F,E) esnek kümesi

$$(F,E) = \{(e, F(e)) : e \in E\}$$

şeklinde tanımlıdır.

Örnek 2.2. Evrensel küme

$$X = \{\text{restoranda çalışan garsonlar}\}$$

olsun. Parametre kümesi

$$E = \{\text{hızlı, güler yüzlü, tecrübeli}\}$$

ve $F : E \to P(X)$ fonksiyonu

$$F(\text{hızlı}) = \{\text{Ali, Ayşe}\}$$
$$F(\text{güler yüzlü}) = \{\text{Ayşe, Mehmet}\}$$
$$F(\text{tecrübeli}) = \{\text{Ali}\}$$

şeklinde tanımlansın. Buna göre, (F,E) esnek kümesi

$$(F,E)=\{(\text{hızlı},\{\text{Ali, Ayşe}\}),(\text{güler yüzlü},\{\text{Ayşe, Mehmet}\}),(\text{tecrübeli},\{\text{Ali}\})\}$$

şeklinde ifade edilir.

Bulanık küme ve esnek küme kavramlarından sonra hem parametre eksikliği hem de derecelendirme eksikliği dikkate alınarak aşağıdaki gibi bulanık esnek küme kavramı tanıtılmıştır.

Tanım 2.3. [13] X boştan farklı bir evrensel küme, E bir parametre kümesi ve $F(X)$, X kümesi üzerindeki tüm bulanık kümelerin bir kümesi olmak üzere

$$F:E\to F(X)$$

olsun. Bu durumda, (F,E) ikilisine X üzerinde bir *bulanık esnek küme* denir.

Örnek 2.3. Evrensel küme

$$X=\{\text{Köfte, Makarna, Çorba}\}$$

ve parametre kümesi

$$E=\{\text{lezzetli, ucuz, hızlı servis edilen}\}$$

olsun. $F(X)$, X kümesi üzerindeki tüm bulanık kümelerin bir kümesi olmak üzere $F:E\to F(X)$ fonksiyonu

$$F(\text{lezzetli})=\{\langle\text{Köfte},0.9\rangle,\langle\text{Makarna},0.6\rangle,\langle\text{Çorba},0.3\rangle\}$$
$$F(\text{ucuz})=\{\langle\text{Köfte},0.4\rangle,\langle\text{Makarna},0.8\rangle,\langle\text{Çorba},0.9\rangle\}$$
$$F(\text{hızlı servis edilen})=\{\langle\text{Köfte},0.5\rangle,\langle\text{Makarna},0.9\rangle,\langle\text{Çorba},0.7\rangle\}$$

şeklinde tanımlansın. Bu durumda, (F,E) bulanık esnek kümesi

$$(F,E)=\left\{\begin{matrix}(\text{lezzetli},F(\text{lezzetli})),(\text{ucuz},F(\text{ucuz})),\\(\text{hızlı servis edilen},F(\text{hızlı servis edilen}))\end{matrix}\right\}$$

şeklinde ifade edilir.

Tanım 2.4. [11] X boştan farklı bir evrensel küme olsun.

$$\mu_{\varnothing}:X\to[0,1]$$

üyelik fonksiyonu her $x \in X$ için $\mu_{\varnothing}(x) = 0$ şeklinde tanımlı ise $\varnothing$ bulanık kümesine *boş bulanık küme* denir.

Örnek 2.4. Evrensel küme

$$X = \{\text{Hamburger, Sebze Çorbası, Pilav}\}$$

olsun. "Çok acı yemekler" bulanık kümesi A ile tanımlansın. Restorandaki yemeklerin hiçbirinin acı olmadığını varsayalım. Bu durumda, her $x \in X$ için $\mu_A(x) = 0$ olur. Dolayısıyla

$$A = \{\langle \text{Hamburger},0\rangle, \langle \text{Sebzeli Çorba},0\rangle, \langle \text{Pilav},0\rangle\}$$

olur ve A bulanık kümesi bir boş bulanık kümedir.

Tanım 2.5. [14] (F,E), X evrensel kümesi üzerinde bir esnek küme olsun. Her $e \in E$ için $F(e) = \varnothing$ ise bu durumda (F,E) esnek kümesine *boş esnek küme* denir ve $\varnothing$ ile gösterilir.

Örnek 2.5. Evrensel küme

$$X = \{\text{Köfte, Makarna, Çorba}\}$$

ve parametre kümesi

$$E = \{\text{vegan, glutensiz,şekersiz}\}$$

olsun. $F : E \to P(X)$ fonksiyonu her $e \in E$ için $F(e) = \varnothing$ şeklinde tanımlansın. Bu durumda, (F,E) esnek kümesi

$$(F,E) = \{(\text{vegan},\varnothing),(\text{glutensiz},\varnothing),(\text{şekersiz},\varnothing)\}$$

olur ve bu esnek küme bir boş esnek kümedir.

Tanım 2.6. [13] X boştan farklı bir evrensel küme, E bir parametre kümesi ve $F(X)$, X kümesi üzerindeki tüm bulanık kümelerin bir kümesi olmak üzere

$$F : E \to F(X)$$

olsun. Her $e \in E$ ve $x \in X$ için

$$\mu_{F(e)}(x) = 0$$

ise bu durumda (F,E) bulanık esnek kümesine *boş bulanık esnek küme* denir ve genelde $\varnothing$ ile gösterilir.

Örnek 2.6. Evrensel küme

$$X=\{\text{Pizza, Salata, Çorba}\}$$

ve parametre kümesi

$$E=\{\text{çok lezzetli, çok ucuz}\}$$

olsun. $F:E\to F(X)$ fonksiyonu

$$F(\text{çok lezzetli})=\{\langle\text{Pizza},0\rangle,\langle\text{Salata},0\rangle,\langle\text{Çorba},0\rangle\}$$
$$F(\text{çok ucuz})=\{\langle\text{Pizza},0\rangle,\langle\text{Salata},0\rangle,\langle\text{Çorba},0\rangle\}$$

şeklinde tanımlansın. O halde, (F,E) bulanık esnek kümesi bir boş bulanık esnek kümedir.

Tanım 2.7. [11] X boştan farklı bir evrensel küme olsun.

$$\mu_X:X\to[0,1]$$

üyelik fonksiyonu her $x\in X$ için $\mu_X(x)=1$ şeklinde tanımlı ise X bulanık kümesine *mutlak bulanık küme* denir.

Örnek 2.7. Evrensel küme

$$X=\{\text{Garson}_1,\text{Garson}_2,\text{Garson}_3\}$$

olsun. "Çalışan garsonlar" bulanık kümesini D ile gösterelim ve tüm garsonların aktif olarak çalıştığını kabul edelim. Bu durumda, her $x\in X$ için $\mu_D(x)=1$ olur ve bulanık küme bir mutlak bulanık kümedir.

Tanım 2.8. [14] (F,E), X evrensel kümesi üzerinde bir esnek küme olsun. Her $e\in E$ için $F(e)=X$ ise bu durumda (F,E) esnek kümesine *mutlak esnek küme* denir ve X ile gösterilir.

Örnek 2.8. Evrensel küme

$$X=\{\text{Garson}_1,\text{Garson}_2,\text{Garson}_3,\text{Garson}_4\}$$

ve parametre kümesi

$E = \{\text{vardiyaya uygun, servise hazır, görev alabilir}\}$

olsun. $F : E \to P(X)$ fonksiyonu her $e \in E$ için $F(e) = X$ şeklinde tanımlansın. Bu durumda, (F, E) esnek kümesi

$(F, E) = \{(\text{vardiyaya uygun}, X), (\text{servise hazır}, X), (\text{görev alabilir}, X)\}$

olur ve bu esnek küme bir mutlak esnek kümedir.

Tanım 2.9. [13] X boştan farklı bir evrensel küme, E bir parametre kümesi ve $F(X)$, X kümesi üzerindeki tüm bulanık kümelerin bir kümesi olmak üzere

$F : E \to F(X)$

olsun. Her $e \in E$ ve $x \in X$ için

$\mu_{F(e)}(x) = 1$

ise bu durumda (F, E) bulanık esnek kümesine *mutlak bulanık esnek küme* denir ve genelde X ile gösterilir.

Örnek 2.9. Evrensel küme

$X = \{\text{Garson}_1, \text{Garson}_2, \text{Garson}_3\}$

ve parametre kümesi

$E = \{\text{çalışabilir, görevli}\}$

olsun. Her $e \in E$ ve $x \in X$ için $\mu_{F(e)}(x) = 1$ şeklinde tanımlansın. Bu durumda, $(F, E) = X$ olur ve (F, E) bulanık esnek kümesi bir mutlak bulanık esnek kümedir.

3. Ana sonuçlar

Bu bölümün ana amacı, bulanık esnek küme kavramını kullanarak, garsonların karşılaştığı bir problem olan müşteriye en uygun yemek seçimine yardımcı olacak bir karar verme modeli oluşturmaktır. Öncelikle bu amaç için, uygun bir evrensel küme ve parametre kümesi oluşturulacaktır. Daha sonra bu kümeler yardımıyla uygun üyelik fonksiyonu belirlenecektir. Karar verme modelinin en temel taşlarından biri olan karar verme fonksiyonunun oluşturulmasıdır. Daha sonra karar verme matrisi ile sonuçların yorumlanması da bu modelin en önemli noktalardan biridir.

Bu amaçlar doğrultusunda, öncelikle aşağıdaki bazı garsonların karşılaştığı temel problemlere göz atalım:

Garsonların Karşılaştığı Temel Problemler

- İletişim problemleri
    - Müşteriyle yanlış anlaşılma
    - Yabancı dil eksikliği
    - Siparişin eksik veya hatalı alınması
- Zaman yönetimi problemleri
    - Yoğun saatlerde gecikmeler
    - Aynı anda çok masa ile ilgilenme
- Müşteri memnuniyetsizliği
    - Şikâyet yönetimi
    - Bekleme süresine tahammülsüzlük
- Operasyonel problemler
    - Mutfak–servis koordinasyonu
    - Eksik bilgi (menü, içerik, alerjen vb.)
- Psikolojik ve fiziksel yük
    - Stres
    - Tükenmişlik (burnout)

Literatürde garsonların karşılaştığı problemler iletişim, zaman yönetimi, müşteri memnuniyeti ve operasyonel aksaklıklar başlıkları altında toplanmaktadır.

Bu Problemlerin Nedenleri

- Yetersiz mesleki eğitim
- Standart hizmet prosedürlerinin olmaması
- Yoğun çalışma saatleri
- Dil ve iletişim becerisi eksikliği
- Personel sayısının yetersizliği

Çalışmalar, garsonların yaşadığı problemlerin büyük ölçüde eğitim eksikliği, iş yükü fazlalığı ve iletişim yetersizliğinden kaynaklandığını göstermektedir.

Önerilen Çözüm Yöntemleri

- Eğitim temelli çözümler

  - İletişim becerisi eğitimi
  - Menü bilgisi ve müşteri ilişkileri eğitimi
- Standartlaştırma
  - Hizmet prosedürleri
  - Şikâyet çözüm adımları
- Teknoloji destekli çözümler
  - Dijital sipariş sistemleri
  - Bekleme süresi yönetimi
- İnsan kaynakları çözümleri
  - Vardiya planlaması
  - Personel sayısının optimize edilmesi

Söz konusu problemlere dair literatürde önerilen temel çözüm yolları; hizmet içi eğitimler, standart operasyonel prosedürler ve teknoloji destekli müdahalelerdir.

Tüm bu durumlar dikkate alındığında, [15] numaralı kaynakta verilen aşağıdaki karar verme adımlarının dikkate alınması önem arz etmektedir:

1. Adım: Karar probleminin tanımlanması
2. Adım: İhtiyaç analizi
3. Adım: Amaçların ve hedeflerin belirlenmesi
4. Adım: Alternatiflerin üretilmesi
5. Adım: Gerekliyse kriterin belirlenmesi
6. Adım: Karar verme yöntemi veya aracının seçilmesi
7. Adım: Kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi
8. Adım: Problem ifadelerine göre çözümlerin doğrulanması
9. Adım: Problemin uygulanması

Bu çalışmada kullanacağımız karar verme yaklaşımını aşağıdaki örnek evrensel küme ve parametre kümesi üzerinde gösterelim:

EVRENSEL KÜME

$$U = \{U_i : i \in \{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}\} = \{U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6, U_7, U_8, U_9\}$$

U_1 : ***Atıştırmalıklar Kümesi***

$U_1 : \{u_{11}, u_{12}, u_{13}\}$

u_{11}: Kalamar

u_{12} : Karides

u_{13} : Mac&Cheese

U_2 ***: Çorbalar Kümesi***

$U_2 : \{u_{21}, u_{22}, u_{23}\}$
u_{21} : Balık Çorbası
u_{22} : Tavuk Çorbası
u_{23} : Ezogelin Çorbası

U_3 ***: Salatalar Kümesi***
$U_3 : \{u_{31}, u_{32}, u_{33}, u_{34}, u_{35}, u_{36}, u_{37}\}$
u_{31} : Tavuklu Sezar Salata
u_{32} : Sezar Salata
u_{33} : Karidesli Sezar Salata
u_{34} : Akdeniz Ahtapotu
u_{35} : Közlenmiş Avokado
u_{36} : Burrata
u_{37} : Kinoa Salatası

U_4 ***: Sandviçler Kümesi***
$U_4 : \{u_{41}, u_{42}, u_{43}\}$
u_{41} : Burger
u_{42} : Sandviç
u_{43} : Taco

U_5 ***: Makarnalar Kümesi***
$U_5 : \{u_{51}, u_{52}, u_{53}, u_{54}, u_{55}\}$
u_{51} : Penne Arabiatta
u_{52} : Spagetti
u_{53} : Risotto
u_{54} : Ravioli
u_{55} : Rigatoni

U_6 ***: Pizza ve Pideler Kümesi***
$U_6 : \{u_{61}, u_{62}, u_{63}, u_{64}, u_{65}, u_{66}\}$
u_{61} : Margarita
u_{62} : Alla Turca
u_{63} : Carnivore
u_{64} : Üç Peynirli Pide
u_{65} : Kayseri Pide
u_{66} : Kuşbaşılı Pide

U_7 ***: Ana Yemekler Kümesi***

$U_7 : \{u_{71}, u_{72}, u_{73}, u_{74}, u_{75}, u_{76}, u_{77}, u_{78}, u_{79}\}$
u_{71} : Dana Madalyon
u_{72} : Tereyağlı Tavuk
u_{73} : Kaya Levreği
u_{74} : Somon
u_{75} : Dana Bonfile
u_{76} : Dana Pirzola
u_{77} : Köfte
u_{78} : Kuzu Tandır
u_{79} : Mantı

U_8 ***: Vejetaryen Yemekler Kümesi***
$U_8 : \{u_{81}, u_{82}\}$
u_{81} : Falafel Wrap
u_{82} : Sebzeli Risotto

U_9 ***: Tatlılar Kümesi***
$U_9 : \{u_{91}, u_{92}, u_{93}, u_{94}, u_{95}\}$
u_{91} : Kadayıf
u_{92} : San Sebastian
u_{93} : Sufle
u_{94} : Kazandibi
u_{95} : Dilimlenmiş Meyve

u_{ij}^s değeri u_{ij} yemeğinin pişme süresini göstermek üzere, yemeklerin pişme süresini

$$\mu\left(u_{ij}^s\right) = \frac{u_{ij}^s}{100}$$

şeklinde tanımlı üyelik fonksiyonu ile derecelendirelim.

Garsonların, gelen müşteriye doğru öneriyi yapması için soracağı ilk iki temel soru:

- Ne yemek istersiniz?
- Süre sıkıntınız var mı?

Menüden yemek istediği yemek, müşteriyi ilgilendiren parametreler ile oluşturulan kümeye aitse “1” , ait değilse “0” diyelim. Müşteri cevabı “c” olsun.

$E = \{e_1, e_2, e_3, e_4, e_5, e_6, e_7\}$ parametre kümesi olsun;
e_1 : Pişme Süresi

e_2 : Kırmızı Et
e_3 : Tavuk Eti
e_4 : Deniz Ürünü
e_5 : Vejetaryen
e_6 : Sütlü Tatlı
e_7 : Şerbetli Tatlı

U_1 kümesi için;

$$\left(F_1^1, U_1\right) = F_1^1 \text{ (Pişme Süresi) } = \left\{\frac{u_{11}}{0.05}, \frac{u_{12}}{0.1}, \frac{u_{13}}{0.15}\right\}$$

$$\left(F_1^2, U_1\right) = F_1^2 \text{ (Kırmızı Et)} = \left\{\frac{u_{11}}{0}, \frac{u_{12}}{0}, \frac{u_{13}}{0}\right\}$$

$$\left(F_1^3, U_1\right) = F_1^3 \text{ (Tavuk Eti) } = \left\{\frac{u_{11}}{0}, \frac{u_{12}}{0}, \frac{u_{13}}{0}\right\}$$

$$\left(F_1^4, U_1\right) = F_1^4 \text{ (Deniz Ürünü) } = \left\{\frac{u_{11}}{1}, \frac{u_{12}}{1}, \frac{u_{13}}{0}\right\}$$

$$\left(F_1^5, U_1\right) = F_1^5 \text{ (Vejetaryen) } = \left\{\frac{u_{11}}{0}, \frac{u_{12}}{0}, \frac{u_{13}}{1}\right\}$$

$$\left(F_1^6, U_1\right) = F_1^6 \text{ (Sütlü Tatlı) } = \left\{\frac{u_{11}}{0}, \frac{u_{12}}{0}, \frac{u_{13}}{0}\right\}$$

$$\left(F_1^7, U_1\right) = F_1^7 \text{ (Şerbetli Tatlı) } = \left\{\frac{u_{11}}{0}, \frac{u_{12}}{0}, \frac{u_{13}}{0}\right\}$$

U_2 kümesi için;

$$\left(F_2^1, U_2\right) = F_2^1 \text{ (Pişme Süresi) } = \left\{\frac{u_{21}}{0.1}, \frac{u_{22}}{0.1}, \frac{u_{23}}{0.1}\right\}$$

$$\left(F_2^2, U_2\right) = F_2^2 \text{ (Kırmızı Et) } = \left\{\frac{u_{21}}{0}, \frac{u_{22}}{0}, \frac{u_{23}}{0}\right\}$$

$$\left(F_2^3, U_2\right) = F_2^3 \text{ (Tavuk Eti) } = \left\{\frac{u_{21}}{0}, \frac{u_{22}}{1}, \frac{u_{23}}{0}\right\}$$

$$\left(F_2^4, U_2\right) = F_2^4 \text{ (Deniz Ürünü) } = \left\{\frac{u_{21}}{1}, \frac{u_{22}}{0}, \frac{u_{23}}{0}\right\}$$

$$\left(F_2^5, U_2\right) = F_2^5 \text{ (Vejetaryen) } = \left\{\frac{u_{21}}{0}, \frac{u_{22}}{0}, \frac{u_{23}}{1}\right\}$$

$$\left(F_2^6, U_2\right) = F_2^6 \text{ (Sütlü Tatlı) } = \left\{\frac{u_{21}}{0}, \frac{u_{22}}{0}, \frac{u_{23}}{0}\right\}$$

$$\left(F_2^7, U_2\right) = F_2^7 \text{ (Şerbetli Tatlı) } = \left\{\frac{u_{21}}{0}, \frac{u_{22}}{0}, \frac{u_{23}}{0}\right\}$$

U_3 kümesi için;

$$\left(F_3^1, U_3\right) = F_3^1 \text{(Pişme Süresi)} = \left\{\frac{u_{31}}{0.1}, \frac{u_{32}}{0.05}, \frac{u_{33}}{0.1}, \frac{u_{34}}{0.2}, \frac{u_{35}}{0.2}, \frac{u_{36}}{0.07}, \frac{u_{37}}{0.05}\right\}$$

$$\left(F_3^2, U_3\right) = F_3^2 \text{(Kırmızı Et)} = \left\{\frac{u_{31}}{0}, \frac{u_{32}}{0}, \frac{u_{33}}{0}, \frac{u_{34}}{0}, \frac{u_{35}}{0}, \frac{u_{36}}{0}, \frac{u_{37}}{0}\right\}$$

$$\left(F_3^3, U_3\right) = F_3^3 \text{(Tavuk Eti)} = \left\{\frac{u_{31}}{1}, \frac{u_{32}}{0}, \frac{u_{33}}{0}, \frac{u_{34}}{0}, \frac{u_{35}}{0}, \frac{u_{36}}{0}, \frac{u_{37}}{0}\right\}$$

$$\left(F_3^4, U_3\right) = F_3^4 \text{(Deniz Ürünü)} = \left\{\frac{u_{31}}{0}, \frac{u_{32}}{0}, \frac{u_{33}}{1}, \frac{u_{34}}{1}, \frac{u_{35}}{0}, \frac{u_{36}}{0}, \frac{u_{37}}{0}\right\}$$

$$\left(F_3^5, U_3\right) = F_3^5 \text{(Vejetaryen)} = \left\{\frac{u_{31}}{0}, \frac{u_{32}}{1}, \frac{u_{33}}{0}, \frac{u_{34}}{0}, \frac{u_{35}}{1}, \frac{u_{36}}{1}, \frac{u_{37}}{1}\right\}$$

$$\left(F_3^6, U_3\right) = F_3^6 \text{(Sütlü Tatlı)} = \left\{\frac{u_{31}}{0}, \frac{u_{32}}{0}, \frac{u_{33}}{0}, \frac{u_{34}}{0}, \frac{u_{35}}{0}, \frac{u_{36}}{0}, \frac{u_{37}}{0}\right\}$$

$$\left(F_3^7, U_3\right) = F_3^7 \text{(Şerbetli Tatlı)} = \left\{\frac{u_{31}}{0}, \frac{u_{32}}{0}, \frac{u_{33}}{0}, \frac{u_{34}}{0}, \frac{u_{35}}{0}, \frac{u_{36}}{0}, \frac{u_{37}}{0}\right\}$$

U_4 kümesi için;

$$(F_4^1, U_4) = F_4^1 \text{(Pişme Süresi)} = \left\{\frac{u_{41}}{0.2}, \frac{u_{42}}{0.17}, \frac{u_{43}}{0.18}\right\}$$

$$(F_4^2, U_4) = F_4^2 \text{(Kırmızı Et)} = \left\{\frac{u_{41}}{1}, \frac{u_{42}}{0}, \frac{u_{43}}{1}\right\}$$

$$(F_4^3, U_4) = F_4^3 \text{(Tavuk Eti)} = \left\{\frac{u_{41}}{0}, \frac{u_{42}}{1}, \frac{u_{43}}{0}\right\}$$

$$(F_4^4, U_4) = F_4^4 \text{(Deniz Ürünü)} = \left\{\frac{u_{41}}{0}, \frac{u_{42}}{0}, \frac{u_{43}}{0}\right\}$$

$$(F_4^5, U_4) = F_4^5 \text{(Vejetaryen)} = \left\{\frac{u_{41}}{0}, \frac{u_{42}}{0}, \frac{u_{43}}{0}\right\}$$

$$(F_4^6, U_4) = F_4^6 \text{(Sütlü Tatlı)} = \left\{\frac{u_{41}}{0}, \frac{u_{42}}{0}, \frac{u_{43}}{0}\right\}$$

$$(F_4^7, U_4) = F_4^7 \text{(Şerbetli Tatlı)} = \left\{\frac{u_{41}}{0}, \frac{u_{42}}{0}, \frac{u_{43}}{0}\right\}$$

U_5 kümesi için;

$$(F_5^1, U_5) = F_5^1 \text{(Pişme Süresi)} = \left\{\frac{u_{51}}{0.1}, \frac{u_{52}}{0.15}, \frac{u_{53}}{0.15}, \frac{u_{54}}{0.15}, \frac{u_{55}}{0.22}\right\}$$

$$(F_5^2, U_5) = F_5^2 \text{(Kırmızı Et)} = \left\{\frac{u_{51}}{0}, \frac{u_{52}}{0}, \frac{u_{53}}{0}, \frac{u_{54}}{1}, \frac{u_{55}}{0}\right\}$$

$$(F_5^3, U_5) = F_5^3 \text{(Tavuk Eti)} = \left\{\frac{u_{51}}{0}, \frac{u_{52}}{0}, \frac{u_{53}}{0}, \frac{u_{54}}{0}, \frac{u_{55}}{0}\right\}$$

$$(F_5^4, U_5) = F_5^4 \text{(Deniz Ürünü)} = \left\{\frac{u_{51}}{0}, \frac{u_{52}}{0}, \frac{u_{53}}{0}, \frac{u_{54}}{0}, \frac{u_{55}}{0}\right\}$$

$$(F_5^5, U_5) = F_5^5 \text{ (Vejetaryen)} = \left\{ \frac{u_{51}}{1}, \frac{u_{52}}{1}, \frac{u_{53}}{1}, \frac{u_{54}}{0}, \frac{u_{55}}{1} \right\}$$

$$(F_5^6, U_5) = F_5^6 \text{ (Sütlü Tatlı)} = \left\{ \frac{u_{51}}{0}, \frac{u_{52}}{0}, \frac{u_{53}}{0}, \frac{u_{54}}{0}, \frac{u_{55}}{0} \right\}$$

$$(F_5^7, U_5) = F_5^7 \text{ (Şerbetli Tatlı)} = \left\{ \frac{u_{51}}{0}, \frac{u_{52}}{0}, \frac{u_{53}}{0}, \frac{u_{54}}{0}, \frac{u_{55}}{0} \right\}$$

U_6 kümesi için;

$$(F_6^1, U_6) = F_6^1 \text{ (Pişme Süresi)} = \left\{ \frac{u_{61}}{0.05}, \frac{u_{62}}{0.07}, \frac{u_{63}}{0.07}, \frac{u_{64}}{0.06}, \frac{u_{65}}{0.05}, \frac{u_{67}}{0.07} \right\}$$

$$(F_6^2, U_6) = F_6^2 \text{ (Kırmızı Et)} = \left\{ \frac{u_{61}}{0}, \frac{u_{62}}{1}, \frac{u_{63}}{1}, \frac{u_{64}}{0}, \frac{u_{65}}{1}, \frac{u_{67}}{1} \right\}$$

$$(F_6^3, U_6) = F_6^3 \text{ (Tavuk Eti)} = \left\{ \frac{u_{61}}{0}, \frac{u_{62}}{0}, \frac{u_{63}}{0}, \frac{u_{64}}{0}, \frac{u_{65}}{0}, \frac{u_{67}}{0} \right\}$$

$$(F_6^4, U_6) = F_6^4 \text{ (Deniz Ürünü)} = \left\{ \frac{u_{61}}{0}, \frac{u_{62}}{0}, \frac{u_{63}}{0}, \frac{u_{64}}{0}, \frac{u_{65}}{0}, \frac{u_{67}}{0} \right\}$$

$$(F_6^5, U_6) = F_6^5 \text{ (Vejetaryen)} = \left\{ \frac{u_{61}}{1}, \frac{u_{62}}{0}, \frac{u_{63}}{0}, \frac{u_{64}}{1}, \frac{u_{65}}{0}, \frac{u_{67}}{0} \right\}$$

$$(F_6^6, U_6) = F_6^6 \text{ (Sütlü Tatlı)} = \left\{ \frac{u_{61}}{0}, \frac{u_{62}}{0}, \frac{u_{63}}{0}, \frac{u_{64}}{0}, \frac{u_{65}}{0}, \frac{u_{67}}{0} \right\}$$

$$(F_6^7, U_6) = F_6^7 \text{ (Şerbetli Tatlı)} = \left\{ \frac{u_{61}}{0}, \frac{u_{62}}{0}, \frac{u_{63}}{0}, \frac{u_{64}}{0}, \frac{u_{65}}{0}, \frac{u_{67}}{0} \right\}$$

U_7 kümesi için;

$$(F_7^1, U_7) = F_7^1 \text{ (Pişme Süresi)} = \left\{ \frac{u_{71}}{0.25}, \frac{u_{72}}{0.2}, \frac{u_{73}}{0.15}, \frac{u_{74}}{0.15}, \frac{u_{75}}{0.2}, \frac{u_{77}}{0.1}, \frac{u_{78}}{0.15}, \frac{u_{79}}{0.12} \right\}$$

$$(F_7^2, U_7) = F_7^2 \text{ (Kırmızı Et)} = \left\{ \frac{u_{71}}{1}, \frac{u_{72}}{0}, \frac{u_{73}}{0}, \frac{u_{74}}{0}, \frac{u_{75}}{1}, \frac{u_{77}}{1}, \frac{u_{78}}{1}, \frac{u_{79}}{1} \right\}$$

$$(F_7^3, U_7) = F_7^3 \text{ (Tavuk Eti)} = \left\{ \frac{u_{71}}{0}, \frac{u_{72}}{1}, \frac{u_{73}}{0}, \frac{u_{74}}{0}, \frac{u_{75}}{0}, \frac{u_{77}}{0}, \frac{u_{78}}{0}, \frac{u_{79}}{0} \right\}$$

$$(F_7^4, U_7) = F_7^4 \text{ (Deniz Ürünü)} = \left\{ \frac{u_{71}}{0}, \frac{u_{72}}{0}, \frac{u_{73}}{1}, \frac{u_{74}}{1}, \frac{u_{75}}{0}, \frac{u_{77}}{0}, \frac{u_{78}}{0}, \frac{u_{79}}{0} \right\}$$

$$(F_7^5, U_7) = F_7^5 \text{ (Vejetaryen)} = \left\{ \frac{u_{71}}{0}, \frac{u_{72}}{0}, \frac{u_{73}}{0}, \frac{u_{74}}{0}, \frac{u_{75}}{0}, \frac{u_{77}}{0}, \frac{u_{78}}{0}, \frac{u_{79}}{0} \right\}$$

$$(F_7^6, U_7) = F_7^6 \text{ (Sütlü Tatlı)} = \left\{ \frac{u_{71}}{0}, \frac{u_{72}}{0}, \frac{u_{73}}{0}, \frac{u_{74}}{0}, \frac{u_{75}}{0}, \frac{u_{77}}{0}, \frac{u_{78}}{0}, \frac{u_{79}}{0} \right\}$$

$$(F_7^7, U_7) = F_7^7 \text{ (Şerbetli Tatlı)} = \left\{ \frac{u_{71}}{0}, \frac{u_{72}}{0}, \frac{u_{73}}{0}, \frac{u_{74}}{0}, \frac{u_{75}}{0}, \frac{u_{77}}{0}, \frac{u_{78}}{0}, \frac{u_{79}}{0} \right\}$$

U_8 kümesi için;

$$(F_8^1, U_8) = F_8^1 \text{ (Pişme Süresi)} = \left\{ \frac{u_{81}}{0.12}, \frac{u_{82}}{0.18} \right\}$$

$$(F_8^2, U_8) = F_8^2 \text{ (Kırmızı Et)} = \left\{ \frac{u_{81}}{0}, \frac{u_{82}}{0} \right\}$$

$$(F_8^3, U_8) = F_8^3 \text{ (Tavuk Eti)} = \left\{ \frac{u_{81}}{0}, \frac{u_{82}}{0} \right\}$$

$$(F_8^4, U_8) = F_8^4 \text{ (Deniz Ürünü)} = \left\{ \frac{u_{81}}{0}, \frac{u_{82}}{0} \right\}$$

$$(F_8^5, U_8) = F_8^5 \text{ (Vejetaryen)} = \left\{ \frac{u_{81}}{1}, \frac{u_{82}}{1} \right\}$$

$$(F_8^6, U_8) = F_8^6 \text{ (Sütlü Tatlı)} = \left\{ \frac{u_{81}}{0}, \frac{u_{82}}{0} \right\}$$

$$(F_8^7, U_8) = F_8^7 \text{ (Şerbetli Tatlı)} = \left\{ \frac{u_{81}}{0}, \frac{u_{82}}{0} \right\}$$

U_9 kümesi için;

$$(F_9^1, U_9) = F_9^1 \text{ (Pişme Süresi)} = \left\{ \frac{u_{91}}{0.03}, \frac{u_{92}}{0.01}, \frac{u_{93}}{0.01}, \frac{u_{94}}{0.04}, \frac{u_{95}}{0.03} \right\}$$

$$(F_9^2, U_9) = F_9^2 \text{ (Kırmızı Et)} = \left\{ \frac{u_{91}}{0}, \frac{u_{92}}{0}, \frac{u_{93}}{0}, \frac{u_{94}}{0}, \frac{u_{95}}{0} \right\}$$

$$(F_9^3, U_9) = F_9^3 \text{ (Tavuk Eti)} = \left\{ \frac{u_{91}}{0}, \frac{u_{92}}{0}, \frac{u_{93}}{0}, \frac{u_{94}}{0}, \frac{u_{95}}{0} \right\}$$

$$(F_9^4, U_9) = F_9^4 \text{ (Deniz Ürünü)} = \left\{ \frac{u_{91}}{0}, \frac{u_{92}}{0}, \frac{u_{93}}{0}, \frac{u_{94}}{0}, \frac{u_{95}}{0} \right\}$$

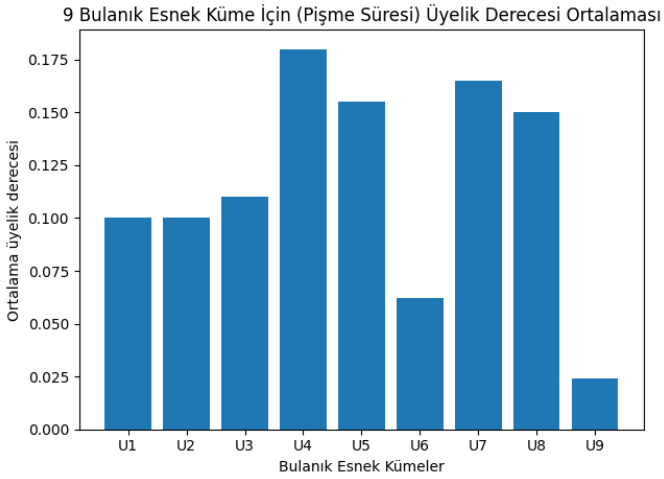
$$(F_9^5, U_9) = F_9^5 \text{ (Vejetaryen)} = \left\{ \frac{u_{91}}{1}, \frac{u_{92}}{1}, \frac{u_{93}}{1}, \frac{u_{94}}{1}, \frac{u_{95}}{1} \right\}$$

$$(F_9^6, U_9) = F_9^6 \text{ (Sütlü Tatlı)} = \left\{ \frac{u_{91}}{0}, \frac{u_{92}}{1}, \frac{u_{93}}{0}, \frac{u_{94}}{1}, \frac{u_{95}}{0} \right\}$$

$$(F_9^7, U_9) = F_9^7 \text{ (Şerbetli Tatlı)} = \left\{ \frac{u_{91}}{1}, \frac{u_{92}}{0}, \frac{u_{93}}{0}, \frac{u_{94}}{0}, \frac{u_{95}}{0} \right\}$$

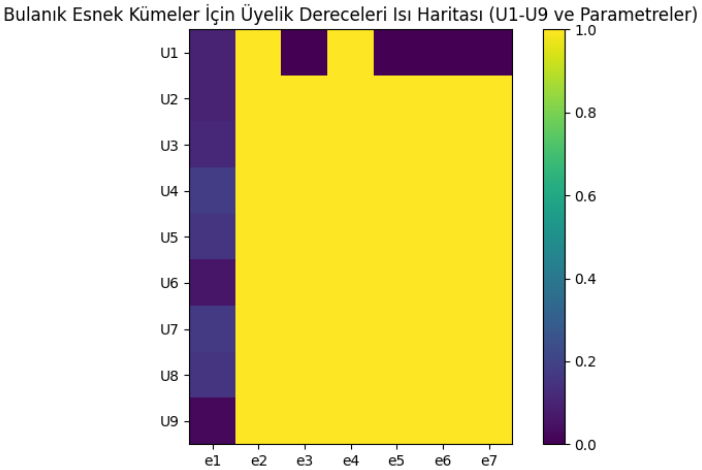
Bu çalışmada aşağıdaki şekilde elde edilen sütun grafiği, bulanık esnek kümelerin tüm parametreler dikkate alınarak hesaplanan ortalama üyelik derecelerini pişme süresine göre göstermektedir. Şekil 1 incelendiğinde, alternatiflerin büyük çoğunluğunun ortalama üyelik derecelerinin birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte U_9 alternatifinin diğer alternatiflere kıyasla belirgin şekilde daha düşük ortalama üyelik derecesine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, U_9 alternatifinin değerlendirme kriterleri açısından diğer alternatiflere göre daha düşük uygunluk düzeyine sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşılık U_4, U_7 ve U_8 alternatiflerinin nispeten daha yüksek ortalama üyelik derecelerine sahip olması, bu alternatiflerin belirlenen kriterler açısından daha güçlü performans sergilediğini ortaya koymaktadır. Elde edilen bu sonuçlar, bulanık esnek küme yaklaşımının çok kriterli karar verme problemlerinde

alternatiflerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesinde etkili ve uygulanabilir bir yöntem sunduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Bulanık esnek kümeler için sütun grafiği.

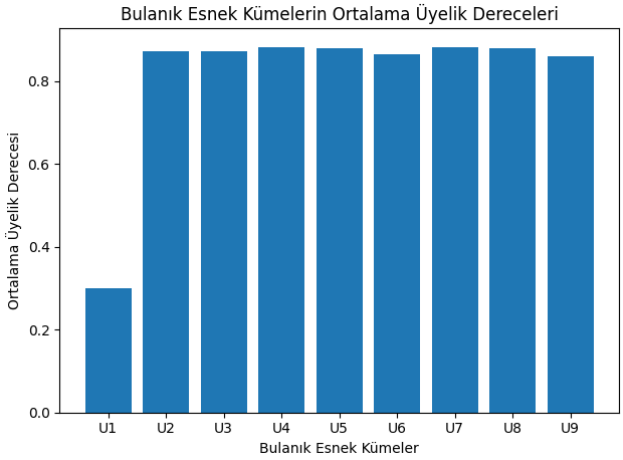
Şekil 2, U_1-U_9 bulanık esnek kümelerinin her bir parametre (e_1-e_7) için üyelik derecelerinin dağılımını ısı haritası yardımıyla göstermektedir. Renk yoğunluğu, ilgili bulanık esnek kümenin parametreye ait üyelik derecesinin büyüklüğünü ifade etmektedir. Bu ısı haritası incelendiğinde, parametrelerin büyük bir kısmında üyelik derecelerinin yüksek olduğu görülmektedir. Özellikle e_2 ve e_4 parametrelerinin tüm alternatifler için yüksek üyelik derecesine sahip olması, bu parametrelerin karar verme sürecinde belirleyici kriterler olduğunu göstermektedir. Buna karşılık e_1 parametresinde üyelik derecelerinin diğer parametrelere kıyasla daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Bulanık esnek kümeler için ısı haritası.

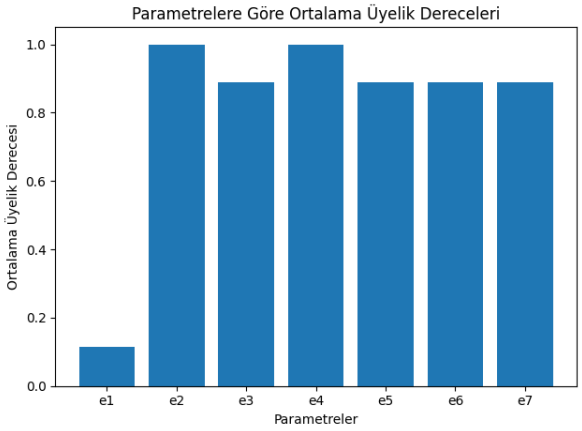
Şekil 3, U_1-U_9 bulanık esnek kümelerinin tüm parametreler dikkate alınarak hesaplanan ortalama üyelik derecelerini göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre alternatiflerin büyük çoğunluğunun ortalama üyelik derecelerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bununla birlikte U_1 alternatifinin diğer alternatiflere göre daha düşük ortalama üyelik

derecesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu durum, U_1 alternatifinin karar verme sürecinde diğer alternatiflere göre daha düşük performans gösterdiğini ifade etmektedir.



Şekil 3. Bulanık esnek kümeler için ortalama üyelik dereceleri.

Şekil 4 ise, her bir parametre için alternatifler üzerinden hesaplanan ortalama üyelik derecelerini göstermektedir. Grafik incelendiğinde e_2 ve e_4 parametrelerinin en yüksek ortalama üyelik derecesine sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, söz konusu parametrelerin değerlendirme sürecinde güçlü belirleyici kriterler olduğunu göstermektedir. Buna karşılık e_1 parametresinin ortalama üyelik derecesinin düşük olması, bu parametrenin diğer kriterlere kıyasla daha zayıf bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Parametrelere göre ortalama üyelik dereceleri.

Şimdi, bu evrensel ve parametre kümesi ile tanımlanan bulanık kümeler için bir müşteri seçim örneği verelim:

X müşterisi (Protein ağırlıklı beslenme, alerjen yok, süre kısıtlı)

$C = \{\text{Çorba, Salata, AnaYemek, Tatlı}\}$

$u_i \subset C \Rightarrow F_i^j$, $j = \{1,2,3,4,5,6,7\}$ bulanık esnek kümesini ele alalım:

$u_2 \subset C \Rightarrow F_2^j$
$u_3 \subset C \Rightarrow F_3^j$
$u_7 \subset C \Rightarrow F_7^j$
$u_9 \subset C \Rightarrow F_9^j$

Pişme süresi için aşağıdaki iki parametre söz konusudur:

- Süre sıkıntısı olan
- Süre sıkıntısı olmayan

Garsonların karşılaştığı en önemli sorunlardan biri olan süre kısıtlı müşteriler için, en doğru yemek seçeneğini belirlemeyi sağlayacak bir karar verme metodu üzerinde duracağız.

Karar Verme

Karar verme matrisinin oluşturulması için iki farklı yardımcı fonksiyon tanımlayalım:

1.fonksiyon e_1 parametresi için;

$$[a_{i1}] = \begin{cases} 1, & \min\{u_{i1}^s : i \in I\} = \mu(u_{i1}^s) \\ 0, & diğer \end{cases}$$

2.fonksiyon $E - \{e_1\}$ parametre kümesi için;

$$[a_{i1}] = \begin{cases} 1, & \mu(u_{ij}^s) = 1 \\ 0, & \mu(u_{ij}^s) = 0 \end{cases}$$

şeklinde tanımlansınlar.

U_2 (Çorbalar) kümesi için, sütunlar parametreleri ve satırlar çorba çeşitlerini göstermek üzere aşağıdaki karar verme matrisi elde edilir.

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

U_3 (Salatalar) kümesi için, sütunlar parametreleri ve satırlar salata çeşitlerini göstermek üzere aşağıdaki karar verme matrisi elde edilir.

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

U_7 (Ana Yemekler) kümesi için, sütunlar parametreleri ve satırlar ana yemek çeşitlerini göstermek üzere aşağıdaki karar verme matrisi elde edilir.

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

U_9 (Tatlılar) kümesi için, sütunlar parametreleri ve satırlar tatlı çeşitlerini göstermek üzere aşağıdaki karar verme matrisi elde edilir.

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Bu karar verme matrisleri incelendiğinde, müşteriye sunulacak final liste Tablo 1 de görülmektedir:

Kategori (C)	İlgili Küme	Seçilen Yemek
Çorba	U_2	u_{23} : Ezogelin Çorbası
Salata	U_3	u_{32} : Sezar Salata
Ana Yemek	U_7	u_{77} : Köfte
Tatlı	U_9	u_{92} : San Sebastian

Tablo 1. Müşteriye sunulacak final liste.

Bulanık esnek kümeler kullanılarak yapılan bu modellemede, müşterinin zaman sıkıntısı ve yemek tercihleri dikkate alınarak, en yüksek üyelik derecesine sahip menü oluşturulmuştur.

4. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada, restoran hizmet süreçlerinde garsonların karşılaştığı çok kriterli karar verme problemlerinin çözümüne yönelik olarak bulanık esnek küme tabanlı bir karar verme modeli önerilmiştir. Önerilen model ile müşteri tercihleri, servis süresi, yemek türü ve diğer hizmet parametreleri birlikte değerlendirilerek belirsizlik içeren karar problemleri matematiksel bir yapı içerisinde ele alınmıştır. Çalışmada oluşturulan evrensel küme, parametre kümesi ve üyelik fonksiyonları yardımıyla karar verme matrisi oluşturulmuş ve müşteri beklentilerine uygun en doğru yemek önerisinin belirlenebileceği gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bulanık esnek küme yaklaşımının restoran hizmet süreçlerinde karşılaşılan çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde etkili ve uygulanabilir bir yöntem sunduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca grafiksel analizler yardımıyla alternatiflerin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi mümkün olmuş ve karar sürecinin desteklenmesi sağlanmıştır.

Çalışma sonuçları, restoran hizmet kalitesinin artırılması ve müşteri memnuniyetinin sağlanması açısından matematiksel karar destek sistemlerinin önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir. Özellikle yoğun çalışma koşullarının bulunduğu restoran ortamlarında, sistematik karar verme yaklaşımlarının kullanılması hata oranını azaltarak hizmet verimliliğini artırabilir. Bununla birlikte önerilen model, yalnızca restoran sektörü ile sınırlı olmayıp sağlık hizmetleri, lojistik, stok yönetimi ve müşteri hizmetleri gibi farklı alanlardaki karar verme problemlerine de uyarlanabilir.

Gelecek çalışmalar kapsamında, modelin gerçek zamanlı veri ile desteklenmesi, farklı karar verme yöntemleri ile hibrit modellerin geliştirilmesi ve yapay zekâ destekli sistemlerle entegrasyonu önerilebilir. Ayrıca farklı müşteri profilleri, daha fazla parametre ve dinamik kriter yapıları kullanılarak modelin genişletilmesi mümkündür. Bunun yanında, saha uygulamaları ile model performansının test edilmesi ve sektörel uygulama sonuçlarının analiz edilmesi literatüre önemli katkılar sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK'ın 1919B012409582 proje numarasıyla 2209-A-Lisans Öğrencilerine Yönelik Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmektedir.

Kaynaklar

[1] Clifton, S. M., Herbers, E., Chen, J. ve Abrams, D. M., The tipping point: a mathematical model for the profit-driven abandonment of restaurant tipping, **Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science**, 28, 023109, (2018).

[2] Essed, H. ve Therese, W., The harassed waitress problem, **International Conference on Fun with Algorithms. Cham: Springer International Publishing**, 325-33, (2014).

[3] Yusoff, M. I. M., The handling of "waiters" problem by telecommunication service provider: a system synamics approach, **Open Journal of Modelling and Simulation**, 10, 165-189, (2022).

[4] Çağman, N. ve Enginoğlu, S., Soft matrix theory and its decision making, **Computers and Mathematics with Applications**, 59, 10, 3308-3314, (2010).

[5] Kalaichelvi, Dr. A. ve Malini, P. H., Application of fuzzy soft sets to investment decision making problem, **International Journal of Mathematical Sciences and Applications**, 1, 3, 1583-1586, (2011).

[6] Özgür, N. Y. ve Taş, N., A note on "application of fuzzy soft sets to investment decision making problem", **Journal of New Theory**, 7, 1-10, (2015).

[7] Taş, N., Özgür, N. Y. ve Demir, P., An application of soft set and fuzzy soft set theories to stock management, **Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences**, 21, 3, 791-796, (2017).

[8] Karaca, F. ve Taş, N., Decision making problem for life and non-life insurances, **Journal of the Institute of Science and Technology of Balıkesir University**, 20, 1, 572-588, (2018).

[9] Kaplan, E., New fixed-circle results on fuzzy metric spaces with an application to dynamic market equilibrium, **Mathematica Moravica**, 27, 1, 73-83, (2023).

[10] Taş, N. ve Kaplan, E., **Unmanned aerial vehicle application to fuzzy soft set based decision-making**, Soft Computing Engineering Applications, CRC Press Taylor and Francis Group, (2025).

[11] Zadeh, L. A., Fuzzy sets, **Information and Control**, 8, 3, 338-353, (1965).

[12] Molodtsov, D., Soft set theory-first results, **Computers and Mathematics with Applications**, 37, 19-31, (1999).

[13] Maji, P. K., Biswas, R. ve Roy, A. R., Fuzzy soft sets, The Journal of Fuzzy Mathematics, 9, 589-602, (2001).

[14] Maji, P. K., Biswas, R. ve Roy, A. R., Soft set theory, **Computers and Mathematics with Applications**, 45, 555-562, (2003).

[15] Ruan, J. Lu D., Multi-objective group decision making: methods, software and applications with fuzzy set techniques, **Imperial College Press**, (2007)