



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
TEKNİKLERİ KULLANARAK SOSYAL
YARDIM MÜRACAATLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ**

Eda ZAİMOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Ocak-2026
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Eda ZAİMOĞLU tarafından hazırlanan “Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri Kullanarak Sosyal Yardım Müracaatlarının Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması 13/01/2026 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Şule ERYÜRÜK

.....

Danışman

Prof. Dr. Mehmet AKTAN

.....

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Reha BOTSALI

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/.../20.. gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Eda ZAIMOĞLU

Tarih: 13.01.2026

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME TEKNİKLERİ KULLANARAK SOSYAL YARDIM MÜRACAATLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Eda ZAIMOĞLU

NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. Mehmet AKTAN

2026, 52 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mehmet AKTAN

Dr. Öğr. Üyesi Şule ERYÜRÜK

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Reha BOTSALI

Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı Sosyal Yardımlar Genel Müdürlüğüne bağlı olan Kaymakamlık Sosyal Yardımlaşma Ve Dayanışma Vakıflarında, ilçede ikamet eden ihtiyaç sahibi vatandaşların yardım müracaatları alınarak bir değerlendirme yapılmakta ve bu değerlendirme sonucuna göre kişinin yardımı almaya hak kazanıp kazanmadığı belirlenmektedir. 3294 sayılı Sosyal Yardımlaşma Ve Dayanışmayı Teşvik Kanununa göre hane içindeki kişi başına düşen geliri, on altı yaşından büyükler için belirlenen aylık net asgari ücretin 1/3'ünden az olan kişilerden fakir ve muhtaç durumda bulunanlar kanun kapsamında olup nihai karar müteveli heyetinin takdirlerine bırakılmıştır. Her hanede farklı koşulların yer alması, resmi kayıtlarda görünmeyen hane gelirleri, gayrimenkul rayiç bedellerinde farklı değerlerin kullanılması, hastalık, boşanma gibi özel durumların matematiksel bir karşılığının olmaması, her konunun raporunun farklı bir personel tarafından hazırlanması ortaya net bir sonuç çıkarmamakta, muhtaçlık sınırı hesaplamasını zorlaştırmaktadır. Bu durumlarda müteveli heyet üyeleri kendi muhakemesine göre bir karar vermektedir. Ancak her üyenin mantık ve vicdan muhakemesi farklı olduğundan, aynı koşullara sahip müracaatçılar için sonuç değişebilmektedir. Bu çalışmada adil bir sonuç elde etmek için bulanık mantık tabanlı karar destek sistemi kullanılarak, karar verme mekanizmasının kişi inisiyatifinden çıkarılıp standart bir hale getirilebilmesi planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Mantık Tabanlı Karar Destek Sistemi, Matlab, Sosyal Yardımlaşma Ve Dayanışma Vakıfları

ABSTRACT

MS THESIS

EVALUATION OF SOCIAL ASSISTANCE APPLICATIONS USING MULTI- CRITERIA DECISION MAKING TECHNIQUES

Eda ZAIMOĞLU

**THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY**

**THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN INDUSTRIAL ENGINEERING**

Advisor: Prof. Mehmet AKTAN

2025, 52 Pages

Jury

Prof. Mehmet AKTAN

Asst. Prof. Dr. Şule ERYÜRÜK

Asst. Prof. Dr. Ahmet Reha BOTSALI

In Türkiye, Social Assistance and Solidarity Foundations (SASFs), operating under the General Directorate of Social Assistance within the Ministry of Family and Social Services, are responsible for collecting and evaluating aid applications from economically disadvantaged individuals residing in each district. These applications undergo an evaluation process to determine eligibility for support. According to Law No. 3294 on the Promotion of Social Assistance and Solidarity, individuals whose per capita household income is less than one-third of the monthly net minimum wage (for individuals over the age of sixteen) are considered poor and needy and thus fall within the scope of the law. However, the final eligibility decision is left to the discretion of the local board of trustees. Various factors hinder the ability to reach a consistent and objective determination. These include differing household circumstances, unregistered income, discrepancies in property valuation, and the lack of quantitative representation for special conditions such as illness or divorce. Moreover, the fact that each evaluation report is prepared by different personnel further complicates consistency. As a result, calculating the poverty threshold becomes difficult, and the outcome depends heavily on the subjective judgment of individual board members. Consequently, applicants with similar socio-economic profiles may receive different decisions due to variations in trustees' reasoning and moral evaluations. This study aims to achieve fair outcomes by employing a fuzzy logic-based decision support system, thereby standardizing the decision-making mechanism and reducing reliance on individual discretion.

Keywords: Fuzzy Logic Based Decision Support System, Matlab, Social Assistance and Solidarity Foundation

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının hazırlanmasında emeği geçen danışman hocam Prof. Dr. Mehmet AKTAN'a teşekkür ederim. Ayrıca beni yetiştirip bugünlere getiren biricik aileme şükranlarımı sunar, bu çalışmayı onlara ithaf ederim.

Eda ZAIMOĞLU
KONYA-2026



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ŞEKİL ÇİZELGESİ	ix
TABLO ÇİZELGESİ	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri	11
3.2. Bulanık Mantık	12
3.3. Bulanık Çalışma Adımları	13
3.3.1 Kriterlerin belirlenmesi.....	13
3.3.2. Üyelik fonksiyonlarının tanımlanması ve bulanık kümelerin oluşturulması	14
3.3.3. Bulanık kuralların oluşturulması	15
3.3.4 MATLAB uygulaması	21
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	31
4.1. Örnek Problemler ve Uygulama Sonuçları	31
4.2 Ara Değer Kullanımı	36
4.3 Bulguların Tartışılması	38
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	39
5.1 Sonuçlar	39
5.2 Öneriler	39
6. KAYNAKLAR	40

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

0	Model çıktısı: Olumsuz karar
1	Model çıktısı: Olumlu karar
%	Yüzde işareti
+	“Ve üzeri” anlamında (ör. +4 kişi, +200.000 TL)

Kısaltmalar

AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analitik Ağ Süreci
ASHB	Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı
ArcGIS	Arc Geographic Information System (Çizgi tabanlı Coğrafi Bilgi Sistemi)
BSYBS	Bütünleşik Sosyal Yardım Bilgi Sistemi
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ELECTRE	Elimination Et Choix Traduisant la Réalité
FIS	Fuzzy Inference System (Bulanık Çıkarım Sistemi)
FRBS	Fuzzy Rule-Based Systems (Bulanık Kural Tabanlı Sistemler)
GUI	Graphical User Interface (Grafik Kullanıcı Arayüzü)
KVVK	Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
MAUT	Multi-Attribute Utility Theory
MATLAB	Matrix Laboratory (teknik hesaplama ve programlama ortamı)
MCDM	Multi-Criteria Decision-Making
ORESTE	Organisation, Rangement Et Synthèse De Données Relationnelles (Yönetmel, Sıralama ve İlişkisel Veri Sentezi Yöntemi)
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations
PSA	Prostat Spesifik Antijen
SASFs	Social Assistance and Solidarity Foundations
SİR	Sosyal İnceleme Raporu
SYDV	Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıfları
SWAM	Spherical Weighted Arithmetic Mean (Küresel Ağırlıklı Aritmetik Ortalama)
SWGM	Spherical Weighted Geometric Mean (Küresel Ağırlıklı Geometrik Ortalama)
TL	Türk Lirası
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
TRAPMF	Trapezoidal Membership Function (Yamuk Üyelik Fonksiyonu)
TRİMF	Triangular Membership Function (Üçgen Üyelik Fonksiyonu)
TSK	Takagi–Sugeno–Kang tipi bulanık sistem
VIKOR	Vise Kriterijumska Optimizacija i Kompromisno Resenje
vd.	Ve diğerleri

ŞEKİL ÇİZELGESİ

Şekil 3.1. Hanede ikamet eden kişi sayısına ait giriş değerleri	22
Şekil 3.2. Hanede ikamet eden kişi sayısına ait üyelik fonksiyonu.....	22
Şekil 3.3. Toplam hane gelirine ait giriş değerleri	23
Şekil 3.4. Toplam hane gelirine ait üyelik fonksiyonu.....	23
Şekil 3.5. Mesken kayıtlarına ait giriş değerleri	24
Şekil 3.6. Mesken kayıtlarına ait üyelik fonksiyonu	24
Şekil 3.7. Araç rayiç bedeline ait giriş değerleri	25
Şekil 3.8. Araç rayiç bedeline ait üyelik fonksiyonu.....	25
Şekil 3.9. Hanede bulunan çocuk sayısına ait giriş değerleri	26
Şekil 3.10. Hanede bulunan çocuk sayısına ait üyelik fonksiyonu	26
Şekil 3.11. Hanedeki engelli birey durumuna ait giriş değerleri	27
Şekil 3.12. Hanedeki engelli birey durumuna ait üyelik fonksiyonu	27
Şekil 3.13. Yardım kararına ait giriş değerleri	28
Şekil 3.14. Yardım kararına ait üyelik fonksiyonu.....	28
Şekil 3.15. Bulanık kuralların MATLAB uygulamasında tanımlanması	29
Şekil 3.16. Bulanık kuralların MATLAB uygulamasında tanımlanması	30
Şekil 4.1. Örnek1 giriş değişkenlerine değer atama	31
Şekil 4.2. Örnek1 çıktı.....	32
Şekil 4.3. Örnek2 giriş değişkenlerine değer atama	32
Şekil 4.4. Örnek2 çıktı.....	32
Şekil 4.5. Örnek3 giriş değişkenlerine değer atama	33
Şekil 4.6. Örnek3 çıktı.....	33
Şekil 4.7. Örnek4 giriş değişkenlerine değer atama	33
Şekil 4.8. Örnek4 çıktı.....	34
Şekil 4.9. Örnek5 giriş değişkenlerine değer atama	34
Şekil 4.10. Örnek5 çıktı.....	34
Şekil 4.11. Örnek6 giriş değişkenlerine değer atama	35
Şekil 4.12. Örnek6 çıktı.....	35
Şekil 4.13. Ara değer oluşturacak şekilde yardım kararına ait giriş değerleri.....	37
Şekil 4.14. Ara değer oluşturacak şekilde yardım kararına ait üyelik fonksiyonu	37

TABLO ÇİZELGESİ

Tablo 3.1. Kişi sayısına ait üyelik fonksiyonu tanımlaması	14
Tablo 3.2. Hane gelirin e ait üyelik fonksiyonu tanımlaması	14
Tablo 3.3. Mesken kaydına ait üyelik fonksiyonu tanımlaması.....	14
Tablo 3.4. Araç rayiç değ erine ait üyelik fonksiyonu tanımlaması	14
Tablo 3.5. Çocuk sayısına ait üyelik fonksiyonu tanımlaması.....	14
Tablo 3.6. Engelli birey durumuna ait üyelik fonksiyonu tanımlaması	14
Tablo 3.7. Karara ait üyelik fonksiyonu tanımlaması	15
Tablo 3.8. Bulanık kurallar	16
Tablo 3.9. Bulanık kurallar devamı.....	17
Tablo 3.10. Bulanık kurallar devamı.....	18
Tablo 3.11. Bulanık kurallar devamı.....	19
Tablo 3.12. Bulanık kurallar devamı.....	20
Tablo 4.1. Senaryo Örnekleri	36
Tablo 4.2. Ara değ erli senaryo örnekleri	38

1. GİRİŞ

Türkiye'de her il ve ilçede, 3294 sayılı Sosyal Yardımlaşmayı Teşvik Kanunu doğrultusunda ve Türk Medeni Kanunu hükümleri uyarınca Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıfları (SYDV) oluşturulmuştur. Bu vakıflar, yasanın belirlediği sosyal yardım hedeflerine yönelik faaliyetler yürütmektedir. Ülke genelinde aktif olarak hizmet sunan 1.003 vakıf bulunmaktadır. SYDV'ler, Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'nın kurumsal yapısına doğrudan bağlı olmasalar da ilgili bakanlık, İçişleri Bakanlığı ve Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından denetlenmektedir (ASHB, 2025).

İlçelerde faaliyet gösteren Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıflarında, vakfın tabii başkanlığı görevini o ilçenin mülkî idare amiri, yani kaymakam üstlenmektedir. Vakfın mütevelli heyeti ise, yerel kamu kurumlarının temsilcilerinden oluşmakta olup; belediye başkanı, mal müdürü, ilçe millî eğitim müdürü, Sağlık Bakanlığına bağlı olarak ilçedeki en yetkili sağlık yöneticisi, eğer mevcutsa ilçe tarım müdürü ile ilçe müftüsünü kapsamaktadır. Bu üyelerin yanı sıra, her faaliyet dönemi başlangıcında köy ve mahalle muhtarlarının katılımıyla, kaymakamın daveti üzerine gerçekleştirilen bir toplantıda, salt çoğunlukla kendi aralarından seçecekleri bir temsilci; ilçede kurulmuş ve Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışmayı Teşvik Kanunu kapsamında belirtilen amaçlara uygun faaliyet gösteren sivil toplum kuruluşlarının yöneticilerinin kendi aralarından belirleyecekleri bir kişi ile il genel meclisi tarafından hayırsever vatandaşlar arasından seçilecek iki temsilci daha heyete katılmaktadır. Ayrıca, eğer ilçede bu kanunun öngördüğü hedeflere yönelik aktif bir sivil toplum kuruluşu bulunmuyorsa, il genel meclisi hayırsever vatandaşlar arasından üçüncü bir temsilciyi daha belirleyerek mütevelli heyetinin tamamlanmasını sağlamaktadır (ASHB, 2025).

Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıfları (SYDV), 3294 sayılı Kanun kapsamında, toplumun ihtiyaç sahibi kesimlerine yönelik sosyal koruma mekanizmalarının hayata geçirilmesini amaçlamaktadır. Vakıfların temel kuruluş gayesi; ekonomik yoksunluk içerisinde bulunan Türkiye Cumhuriyeti vatandaşlarının yanı sıra, herhangi bir sebeple Türkiye'ye gelmiş veya kabul edilmiş, sosyal ve ekonomik açıdan muhtaç durumda olan kişilere destek sağlamaktır. Bu doğrultuda, sosyal adaletin güçlendirilmesi, gelir dağılımındaki eşitsizliklerin azaltılması ve toplumsal dayanışmanın artırılması hedeflenmektedir. Vakıfların uyguladığı yardım süreci belirli bir sistematik çerçevesinde yürütülmektedir. Öncelikle yardım başvurusunda bulunan bireylerin kimlik, ikamet, sosyal güvenlik durumu, taşıt, tapu ve vergi kaydı gibi temel bilgilerinin

sorgulaması Bütünleşik Sosyal Yardım Bilgi Sistemi aracılığıyla dijital ortamda gerçekleştirilir. Bu teknik incelemenin ardından, ilgili meslek personelleri başvuru sahibinin ikametgâhına sosyal inceleme ziyareti düzenleyerek, ailenin yaşam koşulları ve ihtiyaç durumu hakkında ayrıntılı gözlem ve değerlendirmelere dayalı olarak Sosyal İnceleme Raporu (SİR) hazırlar. Hazırlanan bu rapor, başvuru dosyası ile birlikte haftalık olarak toplanan müteveli heyetinin onayına sunulur ve nihai yardım kararı bu kurul tarafından alınır (Güce, 2025). Bu çalışmada, sosyal yardım başvurularının değerlendirilme sürecinde karşılaşılan sübjektif yorum farklılıklarını ortadan kaldırmak ve karar verme sürecini daha standart, objektif ve adil hale getirmek amacıyla bulanık mantık tabanlı bir karar destek sistemi kullanılarak bir değerlendirme modeli önerilmiştir. Bu çalışmanın kuramsal temelini oluşturmak üzere çok kriterli karar verme problemlerine ilişkin genel yaklaşımlar ve bulanık mantıkla ilgili literatür incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Literatürdeki çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemlerine ilişkin genel yaklaşımlar ve bulanık mantıkla ilgili çalışmalar incelenmiş, bu bağlamda özellikle çeşitli alanlarda kullanılan yöntemlerin kapsamı ve uygulama alanları değerlendirilmiştir. Ancak mevcut çalışmalarda, bu yöntemin sosyal yardım başvurularının değerlendirilmesi gibi sosyal politika alanlarında kullanımına dair örneğe rastlanılamamıştır. Bu nedenle, sosyal yardımların adil, şeffaf ve sistematik biçimde değerlendirilmesinde bulanık mantığın uygulanabilirliğini ortaya koyan çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

Nursoy'un 2025 yılında hazırladığı "İkili Tank Sisteminde Sıvı Seviye Kontrolünün Bulanık Mantık Yöntemleri ile Gerçekleştirilmesi ve Performanslarının Karşılaştırılması" başlıklı yüksek lisans tezinde, endüstride sıkça karşılaşılan ikili tank sistemlerinin seviye kontrol problemleri bulanık mantık tabanlı yöntemlerle ele alınmıştır. Çalışmada MATLAB/Simulink ortamında Mamdani ve Sugeno tipi bulanık denetleyiciler tasarlanmış, üyelik fonksiyonları ve kural tabanları tanımlanarak farklı kontrol senaryoları oluşturulmuştur. Elde edilen simülasyon sonuçları, bulanık mantık yöntemlerinin sistem parametrelerindeki belirsizliklere ve dış bozuculara karşı esnek çözümler sunduğunu, özellikle Sugeno tipinin hızlı cevap verme ve daha düşük hata değerleri açısından Mamdani tipine göre üstünlük sağladığını göstermiştir. Bu yönüyle tez, bulanık mantık tabanlı kontrol tekniklerinin dinamik ve doğrusal olmayan sistemlerde performanslarını karşılaştırmalı olarak ortaya koyması bakımından literatüre katkı sunmaktadır.

Bu çalışmada, atık kızartma yağlarından elde edilen biyodizelin motor performansı ve egzoz emisyonları üzerindeki etkileri Tip-2 bulanık mantık yaklaşımı ile tahmin edilmiştir. İçten yanmalı motorlarda geleneksel yakıt deneylerinin yüksek maliyetli ve zaman alıcı olması nedeniyle, deneysel olarak elde edilen veriler bilgisayar tabanlı yapay zekâ yöntemleriyle işlenmiştir. Öncelikle biyodizel üretimi için atık kızartma yağları transesterifikasyon yöntemiyle yakıt haline getirilmiş ve farklı oranlarda dizel ile karıştırılarak test motorunda performans ve emisyon deneyleri yapılmıştır. Motor torku, motor gücü, özgül yakıt tüketimi, termik ve volümetrik verim gibi performans parametreleri ile CO, CO₂, HC, NO_x ve duman yoğunluğu gibi emisyon değerleri ölçülmüş, elde edilen bu veriler Tip-2 bulanık mantık modeline aktarılmıştır. Geliştirilen model sayesinde yalnızca deneysel olarak elde edilen sonuçlar değil, aynı zamanda

deneysel çalışması yapılmayan ara değerler de yüksek doğrulukla tahmin edilmiştir. Sonuçlar, Tip-2 bulanık mantık yönteminin motor performansı ve egzoz emisyonlarını öngörmeye başarılı olduğunu, deneysel çalışmalara alternatif oluşturabilecek düşük maliyetli ve hızlı bir yöntem sunduğunu ortaya koymuştur (Samancı, 2024).

Özbudak, (2023) doğal taşların blok halinde üretiminde yaygın olarak kullanılan elmas tel kesme makinasının performansını tahmin etmeye yönelik bir model geliştirmiştir. Özellikle, kesme hızını etkileyen kayaç türü, tel cinsi, kesim türü, makina tipi, makinanın aynaya uzaklığı ve kullanılan tel uzunluğu gibi parametrelerin sahada büyük değişkenlik göstermesi nedeniyle, bu sürecin öngörülebilirliği karmaşık bir hâl almaktadır. Bu amaçla, Bursa ili Orhaneli ilçesindeki Silkar Madencilik'e ait açık bej ve koyu bej renkli mermer ocaklarında dört yıl boyunca yürütülen saha çalışmalarıyla 400 adet ölçüm verisi toplanmış ve kesme hızlarını tahmin edebilmek için Mamdani tipi bulanık mantık yaklaşımı uygulanmıştır. Bulanık mantık, mühendislik deneyimlerinin sözel ifadeler aracılığıyla modele aktarılmasına olanak sağlamış, böylece sahada belirlenmesi kolay olan parametrelerden yararlanılarak kesim performansını açıklayan bir tahmin modeli oluşturulmuştur. MATLAB ortamında geliştirilen modelde saha verileri ile tahmin edilen sonuçlar karşılaştırıldığında 0,87 gibi yüksek bir korelasyon katsayısı elde edilmiş, bu da önerilen modelin elmas tel kesme makinasının kesim hızını başarılı bir şekilde öngörebildiğini göstermiştir. Sonuç olarak, çalışma; farklı parametrelerin kesim performansı üzerindeki etkilerini ortaya koymakla birlikte, bulanık mantık yönteminin doğal taş üretiminde karar verme süreçlerini destekleyecek güçlü bir araç olduğunu kanıtlamaktadır.

Arslan (2022) tarafından gerçekleştirilen yüksek lisans tezinde, üretim sektöründe karşılaşılan makine ekipman seçim problemine çözüm olarak bulanık tabanlı çok kriterli karar verme yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmada, plastik enjeksiyon sektöründe faaliyet gösteren bir firmada karar verici grubun görüşleri doğrultusunda makine seçim kriterleri belirlenmiş ve bu kriterlerin değerlendirilmesinde hem üçgen hem de yamuk bulanık sayılar kullanılmıştır. Karar sürecinde kullanılan yöntemler olarak bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR tercih edilmiş; insan yargılarına dayalı sözel değerlendirmeler sayısallaştırılarak matematiksel modele dönüştürülmüştür. Çalışma sonucunda, karar vericilerin subjektif değerlendirmeleri sistematik ve sayısal bir modele dönüştürülerek alternatif makineler sıralanmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Uğur (2021) tarımsal üretimde iklim değişikliklerinin ve kuraklığın etkilerini azaltmak amacıyla seralarda iklim kontrolünü sağlamak için Mamdani tip bulanık mantık

tabanlı bir sistem tasarlamıştır. Çalışmada sera içerisindeki sıcaklık, bağıl nem, toprak nemi, ışık şiddeti ve karbondioksit miktarı giriş parametreleri olarak alınmış; ısıtma, soğutma, sulama, perdeleme, aydınlatma ve havalandırma ise kontrol edilen çıkış değişkenleri olarak belirlenmiştir. Sistem tasarımında MATLAB Fuzzy Logic Toolbox ile bulanık mantık denetim sistemi ve kural tabanı oluşturulmuş, Simulink ile farklı giriş değerleri için çıkış sonuçları test edilmiştir. Daha sonra, gerçek uygulamada kullanılacak yazılım kodları hazırlanarak Proteus ISIS ortamında benzetimler yapılmış ve Arduino MEGA 2560 mikrodenetleyici tabanlı devre üzerinde test edilmiştir. Yapılan testler sonucunda, geliştirilen sistemin Simulink verilerine kıyasla yalnızca %2,29'luk bir hata payı ile gerekli çıkışları sağladığı görülmüş, böylece sera ortamında iklim koşullarının hassas ve etkin bir şekilde denetlenebildiği ortaya konmuştur. Çalışma, enerji ve kaynak kullanımında verimlilik sağlayarak tarımsal üretimde sürdürülebilirliği destekleyen bir otomasyon yaklaşımı sunmaktadır.

Hadi (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, erkeklerde erken evrede prostat kanserinin teşhisi için bulanık mantık temelli bir uzman sistem geliştirilmiştir. Çalışmada, karar destek sisteminin temeli olarak Mamdani tipi bulanık çıkarım sistemi (FIS) kullanılmış ve sistemin geliştirilmesi MATLAB yazılımı ve grafik kullanıcı arayüzü (GUI) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Modelde; yaş, PSA seviyesi, biyopsi sonucu ve etnik köken gibi kriterler girdi olarak tanımlanmış; bu değişkenler için üyelik fonksiyonları ve dilsel ifadelerle oluşturulan kural tabanı üzerinden karar mekanizması kurulmuştur. Sistem, “pozitif”, “negatif” ve “şüpheli” olmak üzere üçlü sınıflandırma çıktısı üretmiştir. Uygulama sonucunda, önerilen modelin klinik verilerle test edildiği senaryolarda yüksek doğrulukla çalıştığı ve erken tanı süreçlerine katkı sağlayabilecek bir araç olduğu gösterilmiştir. Bu yönüyle çalışma, belirsizlik içeren tıbbi karar verme problemlerine bulanık mantık yaklaşımının etkili bir şekilde entegre edilebileceğini ortaya koymaktadır.

Canpolat (2019) tarafından gerçekleştirilen yüksek lisans tezinde, büyük ölçekli işletmelerin bilişim teknolojileri departmanlarında yazılım seçim süreci, çok kriterli karar verme problemi olarak ele alınmış ve bu belirsizlik ortamı için küresel bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Literatürde yeni sayılabilecek küresel bulanık kümelere dayanan yöntemle, dört farklı yazılım alternatifi, çeşitli kriterler doğrultusunda değerlendirilmiş; üç karar vericiden alınan dilsel değerlendirmeler SWAM ve SWGM birleştirme operatörleriyle karar matrislerine dönüştürülmüştür. Ayrıca sonuçların karşılaştırılabilirliği açısından aynı veri seti üzerinde sezgisel bulanık TOPSIS yöntemi

de uygulanmıştır. Sonuçlara göre hem küresel hem de sezgisel bulanık yaklaşımlar aynı alternatifi en uygun seçenek olarak belirlemiş ve tüm sıralama sonuçları birbirini desteklemiştir. Bu çalışma, küresel bulanık kümelere dayalı karar modellerinin, yazılım seçimi gibi insan yorumu ve belirsizlik barındıran karar süreçlerinde başarılı ve uygulanabilir olduğunu ortaya koymaktadır.

Şenöz'ün 2019 yılında hazırladığı "Evaluation of the Robustness Performance of a Fuzzy Logic Controller: Piezo-Beam Vibration Suppression" başlıklı yüksek lisans tezinde, piezoelektrik kirişlerin titreşimlerinin bastırılması için bulanık mantık tabanlı bir denetleyicinin dayanıklılık performansı incelenmiştir. Çalışmada MATLAB ortamında Mamdani tipi bulanık çıkarım sistemi kullanılarak farklı üyelik fonksiyonları ve kural tabanları ile kontrolörler tasarlanmış, sistemin gürbüzlüğü çeşitli bozucu etkiler altında test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bulanık mantık denetleyicisinin parametre belirsizlikleri ve dış bozucular karşısında klasik yöntemlere kıyasla daha kararlı ve etkin performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu yönüyle çalışma, mühendislik uygulamalarında bulanık mantık tabanlı kontrol stratejilerinin esnekliğini ve güvenilirliğini ortaya koyan önemli bir katkı sunmaktadır.

Aydoğmuş (2018) tarafından yapılan yüksek lisans tezinde, turizm sektöründe tedarikçi seçimi problemine Tip-2 bulanık kümelere dayalı Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada kalite, teslimat, fiyat, esneklik ve iş ilişkileri gibi ana kriterler ve bunlara bağlı çok sayıda alt kriter dikkate alınarak, üç uzman görüşüne dayalı olarak dilsel değerlendirmelerle ikili karşılaştırmalar gerçekleştirilmiştir. Belirsizliği yüksek olan bu hizmet sektöründe, Aralık Tip-2 Bulanık AHP yöntemi ile karar verici görüşleri daha esnek biçimde modele entegre edilmiş, uzman değerlendirmeleriyle alternatif tedarikçiler puanlanarak sıralanmıştır. Elde edilen sonuçlar, Tip-2 bulanık kümelerin, geleneksel yöntemlere kıyasla daha hassas ve anlamlı sonuçlar ürettiğini ortaya koymuş; yöntemin turizm gibi belirsizlik içeren sektörlerde etkin biçimde uygulanabileceğini göstermiştir.

Değermenci (2016) tarafından gerçekleştirilen yüksek lisans tezinde, katılım bankacılığı sektöründe personel seçimi süreci için bulanık ortamda çok kriterli karar verme yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmada, uzman yardımcısı pozisyonuna başvuran beş aday; eğitim, iletişim becerisi, iş tecrübesi gibi on farklı kriter doğrultusunda beş yöneticiden oluşan bir karar verici grup tarafından değerlendirilmiştir. Belirsizlik içeren ve nitel ağırlıklı bu karar problemine çözüm olarak, bulanık TOPSIS ve bulanık VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. Uygulama sonucunda, her iki yöntemle de adayların sıralaması

yapılmış, en uygun aday başarıyla seçilmiştir. Bu çalışma, insan kaynakları alanında karar verici görüşlerine dayalı çok kriterli değerlendirme süreçlerinde bulanık mantığın etkili biçimde kullanılabileceğini göstermesi açısından literatüre önemli katkı sağlamaktadır.

Çolak (2015) tarafından gerçekleştirilen yüksek lisans tezinde, Türkiye için en uygun yenilenebilir enerji alternatifinin belirlenmesi amacıyla bütünleşik bir bulanık karar modeli geliştirilmiştir. Çalışmada, enerji kaynağının kalitesi, çevresel etki, ekonomik uygunluk, teknik yeterlilik ve sosyo-politik faktörler gibi çok sayıda kriter aralıklı tip-2 bulanık kümeler ile Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle değerlendirilmiş; alternatifler ise çok üyelikli bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak sıralanmıştır. Değerlendirmeye alınan yedi enerji türü (rüzgar, güneş, jeotermal, hidrolik, biyokütle, hidrojen ve dalga enerjisi) arasında, model sonuçlarına göre rüzgar ve güneş enerjisi kaynakları öne çıkmış, yapılan duyarlılık analizleri bu iki alternatifin farklı ağırlık senaryolarında da yüksek performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Çalışma, enerji planlamasında belirsizlik içeren karar süreçlerine bulanık mantık temelli çok kriterli yaklaşımların başarılı bir şekilde entegre edilebileceğini göstermektedir.

Ahmet Taşkın'ın (2015) "A MATLAB/Simulink Toolbox for Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems" başlıklı yüksek lisans tezinde, aralık değerli tip-2 bulanık mantık sistemlerinin tasarım ve uygulama sürecini kolaylaştırmak amacıyla MATLAB/Simulink ortamında bir araç kutusu geliştirilmiştir. Çalışmada önce tip-1 ve tip-2 bulanık kümelerin yapıları tanıtılmış, ardından tip indirgeme algoritmaları (örneğin Karnik-Mendel ve geliştirilmiş versiyonları) açıklanmış ve bunlar araç kutusuna entegre edilmiştir. Geliştirilen kullanıcı arayüzü sayesinde üyelik fonksiyonları, kurallar ve yüzeyler kolayca tanımlanabilmekte; tasarlanan sistem doğrudan Simulink ortamına aktarılabilir. Tez kapsamında oluşturulan tip-2 bulanık kontrolör farklı tip indirgeme yöntemleriyle test edilmiş ve elde edilen sonuçlar hem kontrol başarımları hem de hesaplama süresi açısından karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Çalışma, bulanık mantık uygulamalarında tip-2 sistemlerin pratik kullanımına katkı sağlayan özgün bir yazılım aracı ortaya koymaktadır.

Karimov (2010), İstanbul Merkezi İş Alanı kapsamında ofis kira belirleyicileri analiz edilmiş ve ofis kiralarının tahmini için Mamdani ve Takagi-Sugeno-Kang (TSK) tipi bulanık kural tabanlı sistemler (FRBS) uygulamıştır. Çalışmada 500 ofis ve 173 ofis binasına ilişkin toplanan anket verileri kullanılmıştır. Girdi değişkenleri; ofis ve bina özellikleri, kira sözleşme koşulları ile kiracıların konum ve ulaşım tercihleri gibi hem nicel hem de nitel kriterleri kapsamaktadır. Geliştirilen modellerde üyelik fonksiyonları,

kural tabanları ve bulanık çıkarım mekanizmaları oluşturulmuş; hem Mamdani hem de TSK tipi modellerin sonuçları analiz edilmiştir. Tezde, alt bölgeler bazında mekânsal kira varyasyonları, çalışan sayısı, bina kat sayısı gibi çeşitli faktörlere göre ofis kira değişimleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, İstanbul ofis piyasasında kira belirleyicilerinin modellenmesinde bulanık mantık temelli sistemlerin güçlü ve uygulanabilir bir araç olduğunu ortaya koymuştur.

Sadeghi (2010) tarafından gerçekleştirilen yüksek lisans tezinde, Gazimağusa kentinde bir trafik kavşağında trafik yoğunluğunu azaltmak ve sinyal sürelerini dinamik şekilde yönetmek amacıyla bulanık mantık temelli bir trafik kontrol sistemi geliştirilmiştir. Çalışmada, kırmızı ışıktaki kuyruk uzunluğu, yeşil ışıktaki araç geliş oranı, kalan yeşil ışık süresi ve beklenen trafik yoğunluğu gibi dört kriter değerlendirilmiş; Mamdani tipi bulanık çıkarım sistemi ve ağırlık merkezi (centroid) durulaştırma yöntemi ile karar modeli oluşturulmuştur. Modelde toplam 192 “eğer–ise” kuralı tanımlanarak farklı trafik senaryoları simüle edilmiş ve MATLAB ortamında uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonuçlarına göre, önerilen model sabit zamanlı geleneksel sinyal sistemlerine kıyasla trafik akışını daha etkili şekilde düzenlemiş ve kavşak verimliliğini artırmıştır.

Köse (2010) tarafından hazırlanan çalışmada, bulanık mantık ve yapay sinir ağları tekniklerinin eğitimi ve araştırma süreçlerinde kullanılabilecek, Türkçe arayüzlü bir eğitim yazılımı geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında, kullanıcıların sistem tasarımı, üyelik fonksiyonları tanımı, kural tabanı oluşturma ve kontrol çıktılarının izlenmesi gibi işlemleri gerçekleştirebildiği, etkileşimli bir platform sunulmuştur. Geliştirilen yazılımda hem Mamdani tipi bulanık çıkarım mekanizması hem de Takagi-Sugeno tipi sistemler desteklenmiş, çeşitli üyelik fonksiyonu türleri (üçgensel, yamuksal, çan eğrisi, singleton) tanımlanabilir hâle getirilmiştir. MATLAB Fuzzy Logic Toolbox gibi araçlar referans alınarak hazırlanan bu uygulama, bulanık mantık sistemlerinin eğitimsel ve görsel ortamda daha anlaşılır şekilde öğretilmesini amaçlamaktadır. Ayrıca yazılım; kullanıcıya, dilsel ifadeleri kurallarla ilişkilendirerek denetim sistemleri oluşturma imkânı tanımış ve örnek uygulamalar üzerinden karar süreçlerinin deneyimlenmesini sağlamıştır. Bu yönüyle çalışma, bulanık mantığın pratik öğretilmesini destekleyen yazılım tabanlı literatüre katkı sunmaktadır.

Tiryaki (2006) tarafından yapılan yüksek lisans tezinde, İstanbul-Adalar hattında deniz ulaşımında iskelede bekleme sürelerinin azaltılması amacıyla bulanık mantık temelli bir model geliştirilmiştir. Çalışmada, bekleme süresini etkileyen inen ve binen

yolcu sayısı gibi değişkenler bulanık kümelerle tanımlanmış; Wang-Mendel nöro-bulanık kural çıkarım mekanizması kullanılarak bir kural tabanı oluşturulmuştur. Elde edilen bekleme süresi tahminleri, mevcut sefer tarifesine entegre edilerek yeni bir yaz dönemi tarifesi hazırlanmıştır. Gerçek verilerle yapılan karşılaştırmalar sonucunda, önerilen sistemin bekleme süresini azaltarak hem gemi, hem de iskele kullanımını daha verimli hâle getirdiğı görülmüştür. Bu yönüyle çalışma, belirsizlik içeren ulaşım planlama problemlerine bulanık mantığın nasıl entegre edilebileceğine dair somut bir uygulama sunmaktadır.

Yanar (2003), coğrafi bilgi sistemlerinin (CBS) sınırlı belirsizlik işleme kapasitesine sahip olması sorununa çözüm sunmak amacıyla, hücre tabanlı mekânsal analizleri bulanık mantıkla güçlendiren bir sistem geliştirmiştir. Çalışmada, klasik set teorisinin çevresel verilerdeki doğal değişkenliği ifade etmede yetersiz kaldığı belirtilmiş ve bunun yerine bulanık küme teorisi kullanılarak ArcGIS üzerine entegre bir bulanık çıkarım sistemi (Fuzzy Inference System - FIS) tasarlanmıştır. Sistem; kullanıcıların insan bilgisini ve deneyimlerini dilsel değişkenler aracılığıyla mekânsal analizlere dahil etmesine, sınıflandırma ve karar verme süreçlerinde belirsizliği işlemesine imkân tanımaktadır. Geliştirilen modelde üç temel karar kriteri (eğim, yol yakınlığı, şehir merkezine yakınlık) için üyelik fonksiyonları tanımlanmış; Mamdani tipi kurallar kullanılarak mekânsal uygunluk değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmalarıyla desteklenen uygulama sonuçları, klasik mantık temelli analizlerle karşılaştırıldığında, bulanık sistemin daha esnek ve insan algısına daha yakın sonuçlar ürettiğini ortaya koymuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Gerçek yaşamdan kaynaklanan karar verme problemleri, çoğunlukla farklı ölçeklerde tanımlanan ve kimi zaman birbirine zıt nitelikler taşıyan çok sayıda değerlendirme kriterini içermektedir. Bu durum, tüm kriterleri aynı anda tatmin eden ideal bir çözümün elde edilmesini oldukça güçleştirmektedir. Bu tür çok kriterli karar problemlerinde ise, genellikle önceden belirlenmiş değerlendirme ölçütleri doğrultusunda en uygun ve kabul edilebilir çözümü bulmaya yönelik uzlaştırmacı yaklaşımlar geliştirilmesi gerekmektedir (Vahdani vd., 2010). Bu çerçevede, kriter sayısının ve değerlendirmeye alınan alternatiflerin fazla olduğu durumlarda karar süreci daha karmaşık bir hal almaktadır. Bu gibi durumlarda, karar vericilere destek olmak amacıyla geliştirilmiş çeşitli çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri bulunmaktadır. Çok kriterli karar verme süreci, önceden belirlenen ölçütler doğrultusunda en uygun sonuca ulaşmayı amaçlayan sistematik bir yaklaşımdır (Konuskan vd., 2014). Onun üzerinde çok kriterli karar verme yöntemi literatürde yer almakta olup, karar vericiler problemin niteliğine göre bu yöntemlerden birini ya da birkaçını tercih ederek sonuca ulaşabilmektedir. Bu yöntemler arasında en sık kullanılanlar; AHP, Bulanık Mantık Tabanlı Yöntemler, ANP, VIKOR, ELECTRE, PROMETHEE, TOPSIS, Hedef Programlama, Doğrusal Programlama, ORESTE, MAUT, uzman sistemler ve farklı yapay zeka tabanlı modellerdir. Hangi yöntemin tercih edileceği; mevcut verilerin özelliklerine, problemin yapısına ve karar vericinin yaklaşımlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıflarına bakıldığında, kuruma yapılan yardım müracaatlarının sonuçlandırılmasında 3294 sayılı Sosyal Yardımlaşma Ve Dayanışmayı Teşvik Kanununun belirlediği muhtaçlık sınırına göre hareket edilmektedir. Ancak müracaatçıların sosyal incelemelerinde yer alan nitel verilerin çeşitliliği ve sübjektifliği, yalnızca sayısal muhtaçlık sınırıyla kıyaslama yapmayı zorlaştırmakta; değerlendirme sürecini karar vericinin inisiyatifine bırakmaktadır. Bu tezde çözümü aranan problem; çok kriterli yapıya sahip bir değerlendirme sürecinde nitel kriterleri belli skorlarla matematiksel verilere dönüştürerek her müracaatçı için yardım kararının verilmesidir. Bahse konu problem içinse Klasik Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri yerine, belirsizlik ve bulanıklık durumlarında daha esnek ve gerçekçi sonuçlar sunan ve üyelik fonksiyonları ve “eğer...ise...” kurallarına dayalı bulanık mantık tabanlı bir karar destek sistemi kullanılmıştır. Kullanılan karar modeli kapsamında, sayısal verilerin yanı

sıra karar vericilerin uzmanlık ve sezgisel bilgilerine dayanan dilsel değerlendirmeler de dikkate alınmıştır. Dilsel değerlendirme, karar vericilerin bir kriteri tam sayılarla değil; "çok iyi", "iyi", "orta", "zayıf" gibi sözel ifadelerle değerlendirmesidir. Bu ifadeler, bulanık mantık sistemine uygun olarak üçgensel veya yamuksal bulanık sayılarla matematiksel olarak tanımlanmıştır. Böylece, farklı karar vericilerin yorumlarındaki belirsizlikler sayısal forma dönüştürülerek modelde kullanılabilir hale getirilmiş; karar sürecine daha esnek ve gerçekçi bir yapı kazandırılmıştır.

Modelde kullanılan yaklaşım, doğrudan bulanık mantık temelli bir karar modelidir. Literatürde çok sayıda çalışmada yer alan Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR gibi yöntemler aslında klasik çok kriterli karar verme tekniklerinin bulanık sayılarla genişletilmiş versiyonlarıdır. Bu yöntemlerde karar vericilerin dilsel değerlendirmeleri sayısal hale getirilerek yöntemlere entegre edilir. Ancak bu tezde, karar süreci doğrudan bulanık mantığın temel yapısını oluşturan üyelik fonksiyonları ve “Eğer–ise” kurallarına dayalı çıkarım mekanizması ile modellenmiştir. Oluşturulan sistemde, sosyal yardım başvuru kriterleri için üyelik fonksiyonları tanımlanmış, uzman görüşlerine dayanarak 235 adet kural oluşturulmuş ve bu kural tabanı MATLAB ortamında çalıştırılmıştır. Bu yönüyle çalışma, sadece bulanıklaştırılmış klasik yöntemlere dayanmamakta; saf bir bulanık mantık sistemine dayanmaktadır. Böylece sosyal yardım alanında, belirsizlik içeren değerlendirme süreçlerine özgün ve uygulanabilir bir çözüm sunulmuştur.

3.1. Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Karar verme, mevcut alternatifler arasından en uygun olanı belirlemeye yönelik yapılan seçim süreci olup, yönetim alanında temel bir kavram olarak öne çıkmaktadır (Erdoğan, 2022).

Karar verme, temelde basit gibi görünse de bir olayın sonucunu doğrudan etkilemesi ve içerisinde çok fazla parametre barındırabilmesi nedeniyle önemli bir süreçtir. Karar vericiler, farklı alternatifler arasında seçim yaparken genellikle birbirine zıt olan çok sayıda kriteri göz önünde bulundurmak zorundadır. Bu noktada, kararın hem mevcut koşullara hem de gelecekte doğuracağı sonuçlara göre değerlendirilmesi gerekir. Özellikle kaynakların sınırlı olduğu durumlarda, alınan kararın işletme ya da kurum açısından en verimli seçenek olup olmadığı net şekilde ortaya konamayabilir. Bu nedenle kararların başarısı, hedeflenen çıktılara ulaşma derecesine göre değerlendirilir (Ersöz vd.,

2010). Karar alma sürecinde, yalnızca sayısal veriler değil, aynı zamanda karar vericilerin kişisel deneyimleri, hedefleri ve bakış açıları da rol oynamaktadır. Psikolojik durum, sosyal çevre ve geleceğe yönelik öngörüler gibi unsurlar karar sürecine yön verir. Bu nedenle, kararlar dış etkenlerden tamamen bağımsız olmasa da, bu faktörleri dikkate alarak dengeli ve kurumsal hedeflerle uyumlu seçimler yapılması büyük önem taşır (Özbek, 2014).

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV), birden fazla kriterin aynı anda değerlendirildiği durumlarda en uygun seçeneğin belirlenmesini sağlayan bir yaklaşımdır. Bu yöntemler, karar vericilerin birbirinden bağımsız ve farklı etkiye sahip çok sayıda faktörü dikkate alarak, probleme özel en uygun kararı vermelerine yardımcı olur. Ayrıca, kriterlerin birbirleriyle çelişmesi ya da bazı kriterlerin sayısal olarak ifade edilememesi durumunda, ortak bir değerlendirme dili oluşturarak karşılaştırma yapılmasını mümkün kılar (Arslankaya vd., 2019).

3.2. Bulanık Mantık

Karar vericilerin karar değişkenlerinin her zaman nicel kavramlardan oluşmaması, nicel bir karşılıklarının olmaması veya bu değişkenlerin her zaman nicel kavramlara dönüştürülememesi, halihazırda kullanılan yöntemlerin ihtiyacı karşılayamadığını ortaya koymuştur. Bu ihtiyacı karşılamak üzere ilk olarak 1965 yılında Lotfi Aliasger Zadeh'in çalışmalarıyla ortaya çıkan Bulanık Mantık kavramının önemi ve gelişimi sürekli artmıştır.

İnsanlar, karar verme aşamasında süreçleri bilgisayar sistemlerinden farklı yönetmektedir. Bilgisayarların çalışma prensibi 0-1 sistemine dayanır, olasılıkları hesaba katmaz, olaylara çok yönlü bakamaz. Oysa ki insanlar karar verirken deneyim, önsezi, vicdan gibi birikim ve özelliklerini kullanarak olaylara çok yönlü bakabilmektedir. Bulanık Mantık yöntemi de bilgisayarların bu eksikliklerini tamamlamak üzere geliştirilmiştir. Bilgisayarların, insanlar gibi ara ihtimalleri hesaplamaya dahil ederek karar vermesini sağlamaktadır (Karakaşoğlu, 2008).

Bulanık mantıkta bilimsel verinin eksikliği, sistemin en güçlü yönlerinden biri olan uzman bilgisine dayalı kural tanımlama yaklaşımını öne çıkarır. Yani, kurallar doğrudan deneyimlere, gözlemlere ve uzman görüşlerine dayanarak oluşturulabilir. Kurallar oluşturulurken şu kaynaklar kullanılabilir:

- Uzman görüşleri: Alanında deneyimli kişilerin sezgisel bilgileri.
- Gözlemsel veriler: Sistem davranışlarını gözlemleyerek çıkarılan örüntüler.

- Benzer sistemler: Daha önce modellenmiş sistemlerin kural setleri.

-Simülasyonlar: Farklı senaryoları deneyerek mantıklı sonuçlar veren kurallar geliştirmek (Atacak, 2005).

Bu çalışmada bulanık mantık çıkarım yöntemlerinden biri olan mamdani çıkarım yöntemi tercih edilmiştir; çünkü sosyal yardım başvurularına ilişkin kurallar “Eğer ... ise ...” formatında tanımlanmış ve bu yapı mamdani yaklaşımına doğrudan uyum sağlamaktadır. Ayrıca çıkış değişkeni de (yardım kararı: olumlu/olumsuz) bulanık kümeler üzerinden belirlendiği için mamdani sistemi uygun olmuştur. Çalışmada Type-1 bulanık mantık kullanılmıştır; çünkü kriterlere ait üyelik fonksiyonları kesin sınırlarla tanımlanmış olup, ek bir bulanıklık katmanına ihtiyaç duyulmamıştır. Bu da uygulamanın hem matematiksel olarak daha basit hem de hesaplama açısından daha hızlı olmasını sağlamaktadır (Mathworks, 2025).

3.3. Bulanık Çalışma Adımları

Problem çözümünde bulanık mantık yöntemini kullanırken aşağıdaki adımlar izlenecektir;

- kriterlerin belirlenmesi
- üyelik fonksiyonlarının tanımlanması ve bulanık kümelerin oluşturulması
- bulanık kuralların oluşturulması
- MATLAB uygulaması kullanılarak problemin çözülmesi
- modelin test edilmesi

3.3.1 Kriterlerin belirlenmesi

Bir haneye verilecek sosyal yardım kararı için;

- hanedeki kişi sayısı,
- hane geliri,
- bireyler üzerindeki mesken kayıtları,
- bireyler üzerindeki araç kayıtları,
- hanedeki çocuk sayısı,
- hanede engelli birey bulunup bulunmadığı,

başlıca kriterler olarak belirlenmiştir.

3.3.2. Üyelik fonksiyonlarının tanımlanması ve bulanık kümelerin oluşturulması

Bulanık mantıkta, kesin sınırlar yerine bulanık kümeler kullanılır. Üyelik fonksiyonları, bir elemanın belirli bir bulanık kümeye ait olma derecesini tanımlar. Bir değer birden fazla kümeye farklı derecelerde ait olabilir. Problemde kullandığımız bir kriter olan hane gelirini örnek olarak verirsek, her gelir düzeyi, belirli bir derecede düşük, orta veya yüksek olabilir. Örneğin, 22.000 TL'lik bir gelir, aynı anda “düşük” ve “orta” kümelerine belirli derecelerde ait olabilir.

Tablo 3.1. Kişi sayısına ait üyelik fonksiyonu tanımlaması

Hanedeki Kişi Sayısı	Üyelik Fonksiyonu	Parametre
0-2 kişi	Az	Trapmf [0 0 2 2]
2-4 kişi	Orta	Trimf [2 3 4]
+4 kişi	Yüksek	Trapmf [4 4 10 10]

Tablo 3.2. Hane gelirine ait üyelik fonksiyonu tanımlaması

Toplam Hane Geliri	Üyelik Fonksiyonu	Parametre
0-22.000 TL	Düşük	Trapmf [0 0 22000 22000]
22.000 TL-35.000 TL	Orta	Trimf [22000 28500 35000]
+35.000 TL	Yüksek	Trapmf [35000 35000 100000 100000]

Tablo 3.3. Mesken kaydına ait üyelik fonksiyonu tanımlaması

Mesken Kaydı	Üyelik Fonksiyonu	Parametre
0 adet	Yok	Trapmf [0 0 0 0]
1 adet	Az	Trimf [0 1 2]
+1 adet	Fazla	Trapmf [1 2 10 10]

Tablo 3.4. Araç rayiç değerine ait üyelik fonksiyonu tanımlaması

Araç Rayiç Bedeli	Üyelik Fonksiyonu	Parametre
0-200.000 TL	0	Trapmf [0 0 200000 200000]
+200.000 TL	1	Trapmf [200000 200000 1000000 1000000]

Tablo 3.5. Çocuk sayısına ait üyelik fonksiyonu tanımlaması

Çocuk (0-18 Yaş) Sayısı	Üyelik Fonksiyonu	Parametre
0	Yok	Trapmf [0 0 0 0]
1-4	Az	Trimf [1 2 4]
+4	Çok	Trapmf [4 4 20 20]

Tablo 3.6. Engelli birey durumuna ait üyelik fonksiyonu tanımlaması

Engelli Birey Durumu	Üyelik Fonksiyonu	Parametre
Yok	0	Trapmf [0 0 0 0]
Var	1	Trapmf [1 1 1 1]

Tablo 3.7. Karara ait üyelik fonksiyonu tanımlaması

Karar	Üyelik Fonksiyonu	Parametre
Muhtaçlık Şartlarını Sağlamadı	Olumsuz	Trapmf [0 0 0 0]
Muhtaçlık Şartlarını Sağladı	Olumlu	Trapmf [1 1 1 1]

3.3.3. Bulanık kuralların oluşturulması

Bulanık kurallar, belirli durumlara göre karar vermeyi tanımlar. Bu problemde Sosyal Yardımlaşma Ve Dayanışma Vakfında 10 yıldan fazla süre ile çalışmış, görevleri halen devam etmekte olan personellerden uzman görüşleri alınarak, toplam 235 adet kural yazılmıştır.

Tablo 3.8. Bulanık kurallar

Sayı	Kişi Sayısı	Hane Geliri	Mesken Kaydı	Araç Rayiç Bedeli	Çocuk (0-18 yaş) Sayısı	Engelli Birey Durumu	Yardım Kararı
1	AZ	DÜŞÜK	YOK	0	YOK	YOK	OLUMLU
2	AZ	DÜŞÜK	YOK	0	YOK	VAR	OLUMLU
3	AZ	DÜŞÜK	YOK	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
4	AZ	DÜŞÜK	YOK	1	YOK	VAR	OLUMLU
5	AZ	DÜŞÜK	AZ	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
6	AZ	DÜŞÜK	AZ	0	YOK	VAR	OLUMLU
7	AZ	DÜŞÜK	AZ	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
8	AZ	DÜŞÜK	AZ	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
9	AZ	DÜŞÜK	FAZLA	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
10	AZ	DÜŞÜK	FAZLA	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
11	AZ	DÜŞÜK	FAZLA	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
12	AZ	DÜŞÜK	FAZLA	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
13	AZ	ORTA	YOK	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
14	AZ	ORTA	YOK	0	YOK	VAR	OLUMLU
15	AZ	ORTA	YOK	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
16	AZ	ORTA	YOK	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
17	AZ	ORTA	AZ	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
18	AZ	ORTA	AZ	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
19	AZ	ORTA	AZ	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
20	AZ	ORTA	AZ	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
21	AZ	ORTA	FAZLA	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
22	AZ	ORTA	FAZLA	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
23	AZ	ORTA	FAZLA	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
24	AZ	ORTA	FAZLA	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
25	AZ	YÜKSEK	YOK	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
26	AZ	YÜKSEK	YOK	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
27	AZ	YÜKSEK	YOK	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
28	AZ	YÜKSEK	YOK	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
29	AZ	YÜKSEK	AZ	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
30	AZ	YÜKSEK	AZ	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
31	AZ	YÜKSEK	AZ	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
32	AZ	YÜKSEK	AZ	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
33	AZ	YÜKSEK	FAZLA	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
34	AZ	YÜKSEK	FAZLA	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
35	AZ	YÜKSEK	FAZLA	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
36	AZ	YÜKSEK	FAZLA	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
37	ORTA	DÜŞÜK	YOK	0	YOK	YOK	OLUMLU
38	ORTA	DÜŞÜK	YOK	0	YOK	VAR	OLUMLU
39	ORTA	DÜŞÜK	YOK	0	AZ	YOK	OLUMLU
40	ORTA	DÜŞÜK	YOK	0	AZ	VAR	OLUMLU

Tablo 3.9. Bulanık kurallar devamı

Sayı	Kişi Sayısı	Hane Geliri	Mesken Kaydı	Araç Rayiç Bedeli	Çocuk (0-18 yaş) Sayısı	Engelli Birey Durumu	Yardım Kararı
41	ORTA	DÜŞÜK	YOK	0	ÇOK	YOK	OLUMLU
42	ORTA	DÜŞÜK	YOK	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
43	ORTA	DÜŞÜK	YOK	1	YOK	YOK	OLUMLU
44	ORTA	DÜŞÜK	YOK	1	YOK	VAR	OLUMLU
45	ORTA	DÜŞÜK	YOK	1	AZ	YOK	OLUMLU
46	ORTA	DÜŞÜK	YOK	1	AZ	VAR	OLUMLU
47	ORTA	DÜŞÜK	YOK	1	ÇOK	VAR	OLUMLU
48	ORTA	DÜŞÜK	AZ	0	YOK	YOK	OLUMLU
49	ORTA	DÜŞÜK	AZ	0	YOK	VAR	OLUMLU
50	ORTA	DÜŞÜK	AZ	0	AZ	YOK	OLUMLU
51	ORTA	DÜŞÜK	AZ	0	AZ	VAR	OLUMLU
52	ORTA	DÜŞÜK	AZ	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
53	ORTA	DÜŞÜK	AZ	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
54	ORTA	DÜŞÜK	AZ	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
55	ORTA	DÜŞÜK	AZ	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
56	ORTA	DÜŞÜK	AZ	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
57	ORTA	DÜŞÜK	AZ	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
58	ORTA	DÜŞÜK	FAZLA	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
59	ORTA	DÜŞÜK	FAZLA	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
60	ORTA	DÜŞÜK	FAZLA	0	AZ	YOK	OLUMSUZ
61	ORTA	DÜŞÜK	FAZLA	0	AZ	VAR	OLUMSUZ
62	ORTA	DÜŞÜK	FAZLA	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
63	ORTA	DÜŞÜK	FAZLA	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
64	ORTA	DÜŞÜK	FAZLA	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
65	ORTA	DÜŞÜK	FAZLA	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
66	ORTA	DÜŞÜK	FAZLA	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
67	ORTA	DÜŞÜK	FAZLA	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
68	ORTA	ORTA	YOK	0	YOK	YOK	OLUMLU
69	ORTA	ORTA	YOK	0	YOK	VAR	OLUMLU
70	ORTA	ORTA	YOK	0	AZ	YOK	OLUMLU
71	ORTA	ORTA	YOK	0	AZ	VAR	OLUMLU
72	ORTA	ORTA	YOK	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
73	ORTA	ORTA	YOK	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
74	ORTA	ORTA	YOK	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
75	ORTA	ORTA	YOK	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
76	ORTA	ORTA	YOK	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
77	ORTA	ORTA	YOK	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
78	ORTA	ORTA	AZ	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
79	ORTA	ORTA	AZ	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
80	ORTA	ORTA	AZ	0	AZ	YOK	OLUMSUZ
81	ORTA	ORTA	AZ	0	AZ	VAR	OLUMLU
82	ORTA	ORTA	AZ	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
83	ORTA	ORTA	AZ	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
84	ORTA	ORTA	AZ	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
85	ORTA	ORTA	AZ	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
86	ORTA	ORTA	AZ	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
87	ORTA	ORTA	AZ	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
88	ORTA	ORTA	FAZLA	0	YOK	YOK	OLUMSUZ

Tablo 3.10. Bulanık kurallar devamı

Sayı	Kişi Sayısı	Hane Geliri	Mesken Kaydı	Araç Rayiç Bedeli	Çocuk (0-18 yaş) Sayısı	Engelli Birey Durumu	Yardım Kararı
89	ORTA	ORTA	FAZLA	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
90	ORTA	ORTA	FAZLA	0	AZ	YOK	OLUMSUZ
91	ORTA	ORTA	FAZLA	0	AZ	VAR	OLUMSUZ
92	ORTA	ORTA	FAZLA	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
93	ORTA	ORTA	FAZLA	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
94	ORTA	ORTA	FAZLA	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
95	ORTA	ORTA	FAZLA	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
96	ORTA	ORTA	FAZLA	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
97	ORTA	ORTA	FAZLA	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
98	ORTA	YÜKSEK	YOK	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
99	ORTA	YÜKSEK	YOK	0	YOK	VAR	OLUMLU
100	ORTA	YÜKSEK	YOK	0	AZ	YOK	OLUMSUZ
101	ORTA	YÜKSEK	YOK	0	AZ	VAR	OLUMLU
102	ORTA	YÜKSEK	YOK	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
103	ORTA	YÜKSEK	YOK	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
104	ORTA	YÜKSEK	YOK	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
105	ORTA	YÜKSEK	YOK	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
106	ORTA	YÜKSEK	YOK	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
107	ORTA	YÜKSEK	YOK	1	ÇOK	VAR	OLUMLU
108	ORTA	YÜKSEK	AZ	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
109	ORTA	YÜKSEK	AZ	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
110	ORTA	YÜKSEK	AZ	0	AZ	YOK	OLUMSUZ
111	ORTA	YÜKSEK	AZ	0	AZ	VAR	OLUMLU
112	ORTA	YÜKSEK	AZ	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
113	ORTA	YÜKSEK	AZ	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
114	ORTA	YÜKSEK	AZ	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
115	ORTA	YÜKSEK	AZ	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
116	ORTA	YÜKSEK	AZ	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
117	ORTA	YÜKSEK	AZ	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
118	ORTA	YÜKSEK	FAZLA	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
119	ORTA	YÜKSEK	FAZLA	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
120	ORTA	YÜKSEK	FAZLA	0	AZ	YOK	OLUMSUZ
121	ORTA	YÜKSEK	FAZLA	0	AZ	VAR	OLUMSUZ
122	ORTA	YÜKSEK	FAZLA	0	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
123	ORTA	YÜKSEK	FAZLA	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
124	ORTA	YÜKSEK	FAZLA	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
125	ORTA	YÜKSEK	FAZLA	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
126	ORTA	YÜKSEK	FAZLA	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
127	ORTA	YÜKSEK	FAZLA	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
128	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	0	YOK	YOK	OLUMLU
129	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	0	YOK	VAR	OLUMLU
130	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	0	AZ	YOK	OLUMLU
131	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	0	AZ	VAR	OLUMLU
132	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	0	ÇOK	YOK	OLUMLU
133	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
134	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	1	YOK	YOK	OLUMLU
135	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	1	YOK	VAR	OLUMLU
136	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	1	AZ	YOK	OLUMLU

Tablo 3.11. Bulanık kurallar devamı

Sayı	Kişi Sayısı	Hane Geliri	Mesken Kaydı	Araç Rayiç Bedeli	Çocuk (0-18 yaş) Sayısı	Engelli Birey Durumu	Yardım Kararı
138	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	1	ÇOK	YOK	OLUMLU
139	YÜKSEK	DÜŞÜK	YOK	1	ÇOK	VAR	OLUMLU
140	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	0	YOK	YOK	OLUMLU
141	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	0	YOK	VAR	OLUMLU
142	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	0	AZ	YOK	OLUMLU
143	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	0	AZ	VAR	OLUMLU
144	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	0	ÇOK	YOK	OLUMLU
145	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
146	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
147	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
148	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
149	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	1	AZ	VAR	OLUMLU
150	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	1	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
151	YÜKSEK	DÜŞÜK	AZ	1	ÇOK	VAR	OLUMLU
152	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
153	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
154	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	0	AZ	YOK	OLUMSUZ
155	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	0	AZ	VAR	OLUMSUZ
156	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	0	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
157	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
158	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
159	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
160	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
161	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
162	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	1	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
163	YÜKSEK	DÜŞÜK	FAZLA	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
164	YÜKSEK	ORTA	YOK	0	YOK	YOK	OLUMLU
165	YÜKSEK	ORTA	YOK	0	YOK	VAR	OLUMLU
166	YÜKSEK	ORTA	YOK	0	AZ	YOK	OLUMLU
167	YÜKSEK	ORTA	YOK	0	AZ	VAR	OLUMLU
168	YÜKSEK	ORTA	YOK	0	ÇOK	YOK	OLUMLU
169	YÜKSEK	ORTA	YOK	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
170	YÜKSEK	ORTA	YOK	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
171	YÜKSEK	ORTA	YOK	1	YOK	VAR	OLUMLU
172	YÜKSEK	ORTA	YOK	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
173	YÜKSEK	ORTA	YOK	1	AZ	VAR	OLUMLU
174	YÜKSEK	ORTA	YOK	1	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
175	YÜKSEK	ORTA	YOK	1	ÇOK	VAR	OLUMLU
176	YÜKSEK	ORTA	AZ	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
177	YÜKSEK	ORTA	AZ	0	YOK	VAR	OLUMLU
178	YÜKSEK	ORTA	AZ	0	AZ	YOK	OLUMLU
179	YÜKSEK	ORTA	AZ	0	AZ	VAR	OLUMLU
180	YÜKSEK	ORTA	AZ	0	ÇOK	YOK	OLUMLU
181	YÜKSEK	ORTA	AZ	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
182	YÜKSEK	ORTA	AZ	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
183	YÜKSEK	ORTA	AZ	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
184	YÜKSEK	ORTA	AZ	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
185	YÜKSEK	ORTA	AZ	1	AZ	VAR	OLUMLU

Tablo 3.12. Bulanık kurallar devamı

Sayı	Kişi Sayısı	Hane Geliri	Mesken Kaydı	Araç Rayiç Bedeli	Çocuk (0-18 yaş) Sayısı	Engelli Birey Durumu	Yardım Kararı
186	YÜKSEK	ORTA	AZ	1	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
187	YÜKSEK	ORTA	AZ	1	ÇOK	VAR	OLUMLU
188	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
189	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	0	YOK	VAR	OLUMLU
190	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	0	AZ	YOK	OLUMSUZ
191	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	0	AZ	VAR	OLUMLU
192	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	0	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
193	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
194	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
195	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
196	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
197	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
198	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	1	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
199	YÜKSEK	ORTA	FAZLA	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
200	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
201	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	0	YOK	VAR	OLUMLU
202	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	0	AZ	YOK	OLUMLU
203	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	0	AZ	VAR	OLUMLU
204	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	0	ÇOK	YOK	OLUMLU
205	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
206	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
207	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
208	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
209	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	1	AZ	VAR	OLUMLU
210	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	1	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
211	YÜKSEK	YÜKSEK	YOK	1	ÇOK	VAR	OLUMLU
212	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
213	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
214	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	0	AZ	YOK	OLUMSUZ
215	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	0	AZ	VAR	OLUMLU
216	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	0	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
217	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	0	ÇOK	VAR	OLUMLU
218	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
219	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
220	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
221	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
222	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	1	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
223	YÜKSEK	YÜKSEK	AZ	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
224	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	0	YOK	YOK	OLUMSUZ
225	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	0	YOK	VAR	OLUMSUZ
226	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	0	AZ	YOK	OLUMSUZ
227	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	0	AZ	VAR	OLUMSUZ
228	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	0	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
229	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	0	ÇOK	VAR	OLUMSUZ
230	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	1	YOK	YOK	OLUMSUZ
231	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	1	YOK	VAR	OLUMSUZ
232	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	1	AZ	YOK	OLUMSUZ
233	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	1	AZ	VAR	OLUMSUZ
234	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	1	ÇOK	YOK	OLUMSUZ
235	YÜKSEK	YÜKSEK	FAZLA	1	ÇOK	VAR	OLUMSUZ

3.3.4 MATLAB uygulaması

Problem verileri MATLAB uygulamasına girilerek çözüm sağlanmıştır. Çıkarım aşamasında yazılımda varsayılan olarak tanımlı yöntemler; AND için min, OR için max, implication için min, aggregation için max ve defuzzifikasyon için centroid kullanılmıştır. MATLAB uygulama adımlarının görselleri aşağıda yer almaktadır.

3.3.4.1 Üyelik fonksiyonlarının tanımlanması

Literatürde en yaygın kullanılan üyelik fonksiyonları arasında üçgen, trapez, gauss ve çan eğrisi biçimli fonksiyonlar yer almaktadır (Yılmaz vd., 2023). Gerçek dünya verileri çoğu zaman belirli aralıklarla tanımlanmış ve keskin sınırlar içermeyen yapılar gösterir. Trapez fonksiyonlar, bu tür aralıkları tanımlamada daha esnek olup, hem kesin hem de belirsiz bölgeleri aynı anda modelleyebilir. Üçgen fonksiyonlar ise özellikle tek bir merkezi değer etrafında yoğunlaşan veriler için idealdir. Üçgen ve trapez üyelik fonksiyonları, doğrusal parçalardan oluşmaları nedeniyle hem tanımları hem de hesaplamaları son derece basittir. MATLAB ortamında üçgen ve trapez üyelik fonksiyonları, hem FIS Designer arayüzünde hem de kod tabanlı uygulamalarda hızlı ve güvenilir şekilde çalışmaktadır. Bu fonksiyonların desteklenmiş olması, sistemin hesaplama yükünü azaltmakta ve uygulamayı kolaylaştırmaktadır. Bu nedenle, sistemin hem doğrusal yorumlanabilirliğini hem de hesaplama verimliliğini artırmak amacıyla üçgen (trimf) ve trapez (trapmf) üyelik fonksiyonları tercih edilmiştir.

Çalışmada hanede ikamet eden kişi sayısı, MATLAB Fuzzy Logic Designer üzerinde aşağıda görseldeki gibi tanımlanmış olup üyelik fonksiyonu grafiği ile birlikte paylaşılmıştır.

PROPERTY EDITOR: INPUT



Name: KisiSayisi

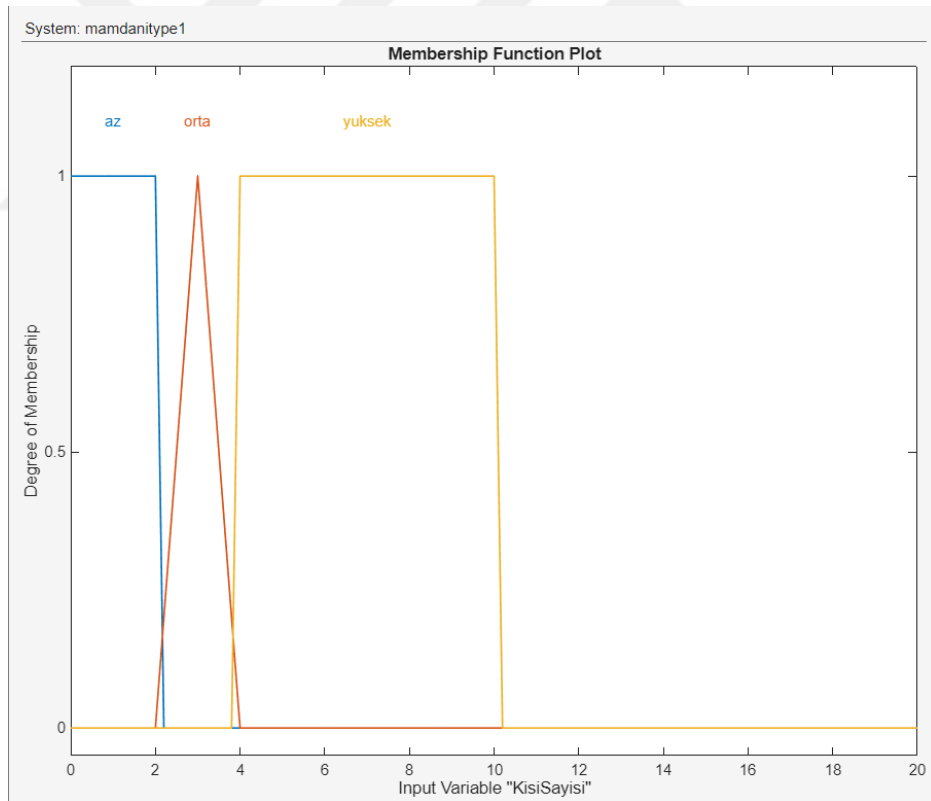
Range: [0 20]

Number of MFs: 3

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
az	Trapezoidal ▼	[0 0 2 2]
orta	Triangular ▼	[2 3 4]
yuksek	Trapezoidal ▼	[4 4 10 10]

Şekil 3.1. Hanede ikamet eden kişi sayısına ait giriş değerleri



Şekil 3.2. Hanede ikamet eden kişi sayısına ait üyelik fonksiyonu

Toplam hane geliri, MATLAB Fuzzy Logic Designer üzerinde aşağıda görseldeki gibi tanımlanmış olup üyelik fonksiyonu grafiği ile birlikte paylaşılmıştır.

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name: HaneGeliri

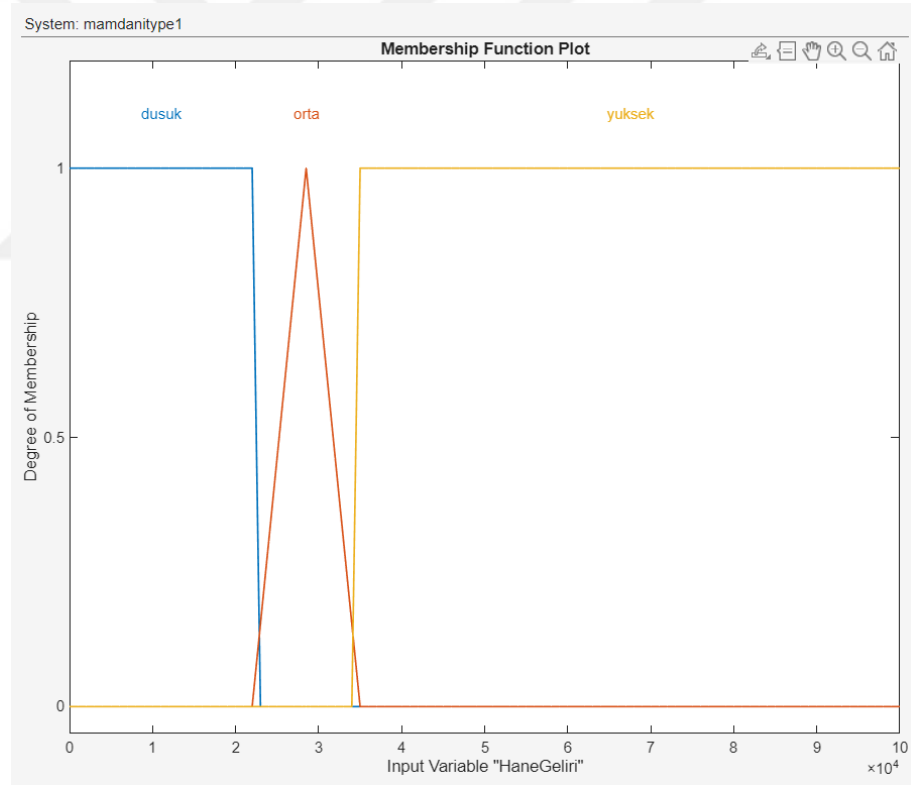
Range: [0 100000]

Number of MFs: 3

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
dusuk	Trapezoidal	[0 0 22000 22000]
orta	Triangular	[22000 28500 35000]
yuksek	Trapezoidal	[35000 35000 100000 100000]

Şekil 3.3. Toplam hane gelirine ait giriş değerleri



Şekil 3.4. Toplam hane gelirine ait üyelik fonksiyonu

Hane sahiplerine ait mesken kayıtları, MATLAB Fuzzy Logic Designer üzerinde aşağıda görseldeki gibi tanımlanmış olup üyelik fonksiyonu grafiği ile birlikte paylaşılmıştır.

PROPERTY EDITOR: INPUT

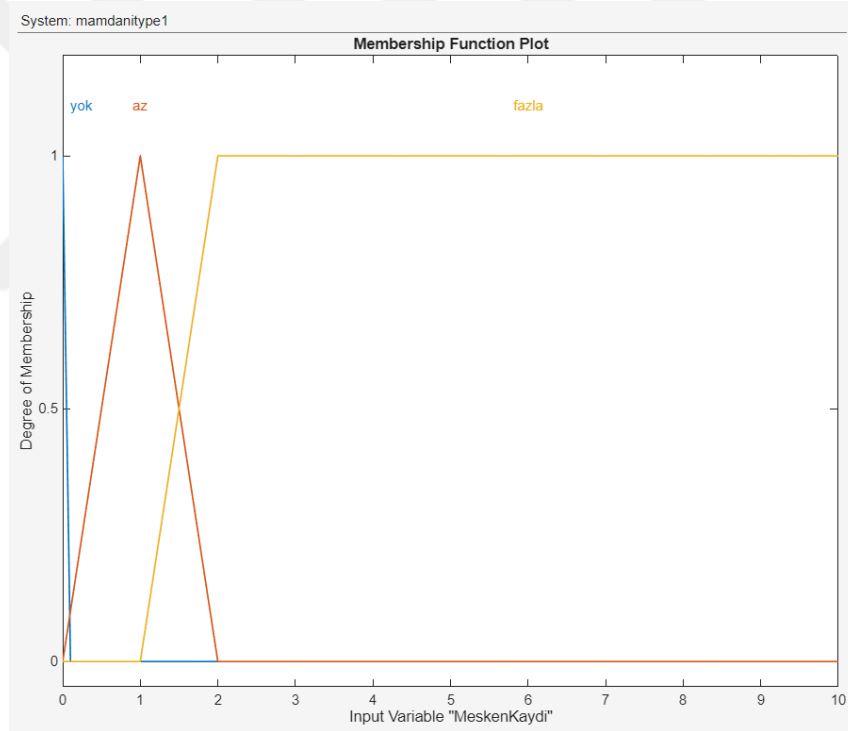
Name

Range

Number of MFs: 3

Name	Type	Parameters
yok	Trapezoidal ▼	[0 0 0 0]
az	Triangular ▼	[0 1 2]
fazla	Trapezoidal ▼	[1 2 10 10]

Şekil 3.5. Mesken kayıtlarına ait giriş değerleri



Şekil 3.6. Mesken kayıtlarına ait üyelik fonksiyonu

Hane sahiplerine ait araç kayıtlarının rayiç bedelleri, MATLAB Fuzzy Logic Designer üzerinde aşağıda görseldeki gibi tanımlanmış olup üyelik fonksiyonu grafiği ile birlikte paylaşılmıştır.

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name: AracRayic

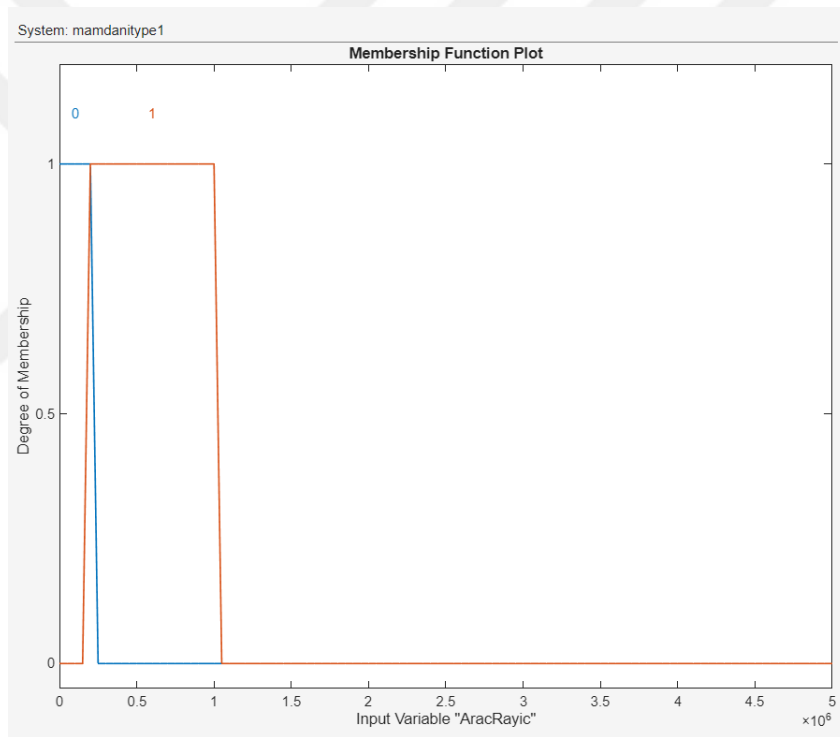
Range: [0 5e+06]

Number of MFs: 2

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
0	Trapezoidal	[0 0 200000 200000]
1	Trapezoidal	[200000 200000 1e+06 1e+06]

Şekil 3.7. Araç rayiç bedeline ait giriş değerleri



Şekil 3.8. Araç rayiç bedeline ait üyelik fonksiyonu

Hanede bulunan 0-18 yaş çocuk sayısı, MATLAB Fuzzy Logic Designer üzerinde aşağıda görseldeki gibi tanımlanmış olup üyelik fonksiyonu grafiği ile birlikte paylaşılmıştır.

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name:

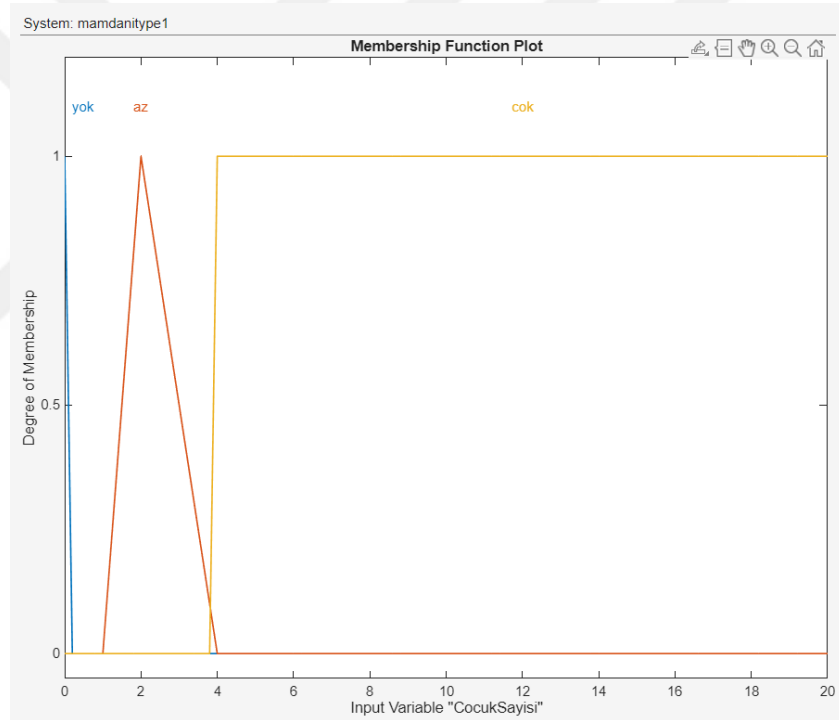
Range:

Number of MFs: 3

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
yok	Trapezoidal	[0 0 0 0]
az	Triangular	[1 2 4]
cok	Trapezoidal	[4 4 20 20]

Şekil 3.9. Hanede bulunan çocuk sayısına ait giriş değerleri



Şekil 3.10. Hanede bulunan çocuk sayısına ait üyelik fonksiyonu

Hanede engelli birey bulunup bulunmadığına dair durum, MATLAB Fuzzy Logic Designer üzerinde aşağıda görseldeki gibi tanımlanmış olup üyelik fonksiyonu grafiği ile birlikte paylaşılmıştır.

PROPERTY EDITOR: INPUT

Name: ENGELLİ

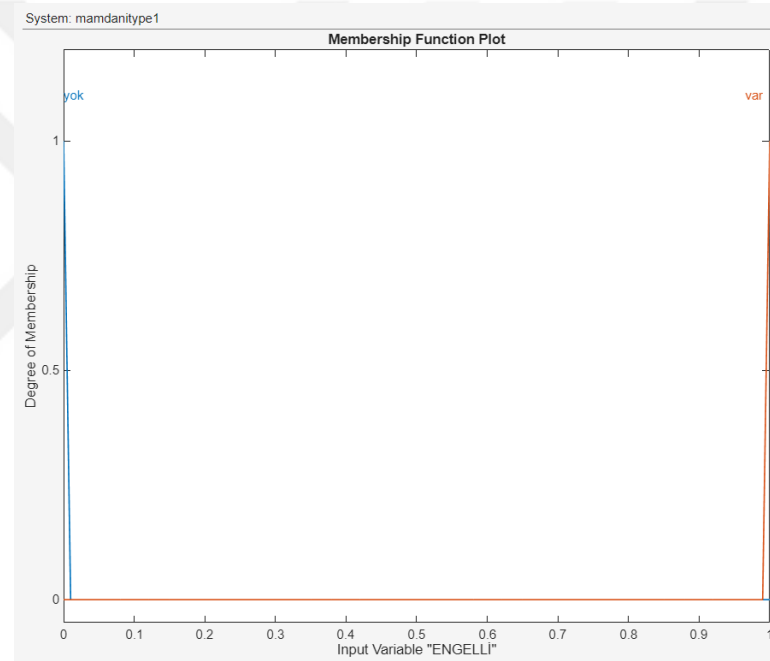
Range: [0 1]

Number of MFs: 2

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
yok	Trapezoidal	[0 0 0 0]
var	Trapezoidal	[1 1 1 1]

Şekil 3.11. Hanedeki engelli birey durumuna ait giriş değerleri



Şekil 3.12. Hanedeki engelli birey durumuna ait üyelik fonksiyonu

Yardım kararına ait durum, MATLAB Fuzzy Logic Designer üzerinde aşağıda görseldeki gibi tanımlanmış olup üyelik fonksiyonu grafiği ile birlikte paylaşılmıştır.

PROPERTY EDITOR: OUTPUT

Name: KARAR

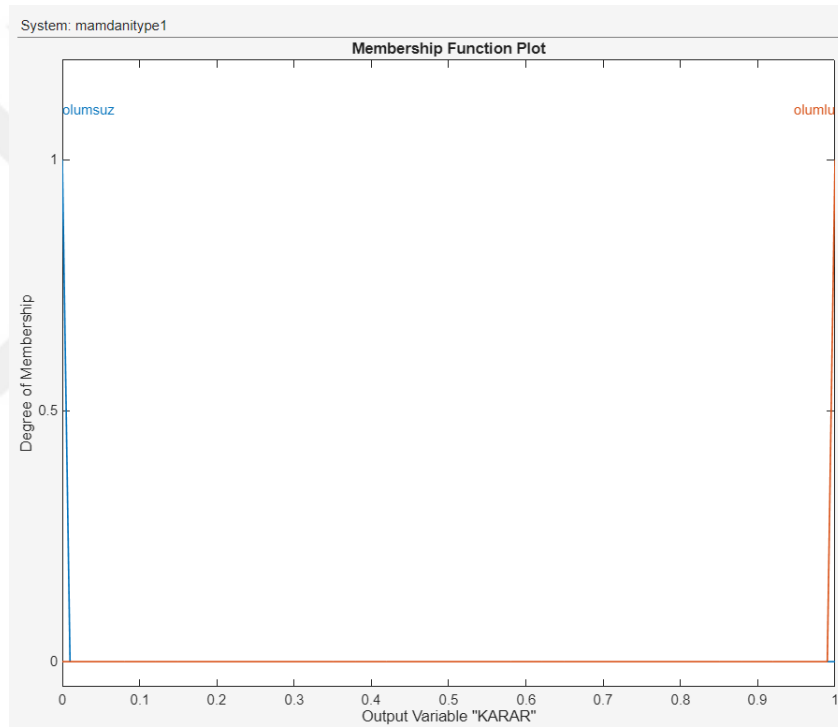
Range: [0 1]

Number of MFs: 2

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
olumsuz	Trapezoidal	[0 0 0 0]
olumlu	Trapezoidal	[1 1 1 1]

Şekil 3.13. Yardım kararına ait giriş değerleri



Şekil 3.14. Yardım kararına ait üyelik fonksiyonu

3.3.4.2 Kuralların MATLAB uygulamasında tanımlanması

Önceden hazırlanmış olan 235 adet kural, MATLAB Fuzzy Logic Designer üzerinde tanımlanmıştır. Bir kısmı örnek olarak aşağıda görselde paylaşılmıştır.

	Rule	Weight	Name
1	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumlu	1	rule1
2	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumlu	1	rule2
3	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule3
4	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumlu	1	rule4
5	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is az and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule5
6	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is az and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumlu	1	rule6
7	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is az and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule7
8	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is az and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule8
9	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule9
10	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule10
11	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule11
12	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is dusuk and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule12
13	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule13
14	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumlu	1	rule14
15	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule15
16	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule16
17	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is az and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule17
18	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is az and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule18
19	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is az and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule19
20	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is az and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule20
21	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule21
22	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule22
23	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule23
24	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is orta and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule24
25	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule25
26	If KisiSayisi is az and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule26

Şekil 3.15. Bulanık kuralların MATLAB uygulamasında tanımlanması

	Rule	Weight	Name	
210	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 1 and CocukSayisi is cok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule210	▲
211	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is yok and AracRayic is 1 and CocukSayisi is cok and ENGELLİ is var then KARAR is olumlu	1	rule211	
212	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule212	
213	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule213	
214	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 0 and CocukSayisi is az and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule214	
215	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 0 and CocukSayisi is az and ENGELLİ is var then KARAR is olumlu	1	rule215	
216	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 0 and CocukSayisi is cok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule216	
217	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 0 and CocukSayisi is cok and ENGELLİ is var then KARAR is olumlu	1	rule217	
218	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule218	
219	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule219	
220	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 1 and CocukSayisi is az and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule220	
221	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 1 and CocukSayisi is az and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule221	
222	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 1 and CocukSayisi is cok and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule222	
223	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is az and AracRayic is 1 and CocukSayisi is cok and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule223	
224	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olum...	1	rule224	
225	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 0 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olum...	1	rule225	
226	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 0 and CocukSayisi is az and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule226	
227	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 0 and CocukSayisi is az and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule227	
228	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 0 and CocukSayisi is cok and ENGELLİ is yok then KARAR is olum...	1	rule228	
229	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 0 and CocukSayisi is cok and ENGELLİ is var then KARAR is olum...	1	rule229	
230	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is yok then KARAR is olum...	1	rule230	
231	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 1 and CocukSayisi is yok and ENGELLİ is var then KARAR is olum...	1	rule231	
232	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 1 and CocukSayisi is az and ENGELLİ is yok then KARAR is olumsuz	1	rule232	
233	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 1 and CocukSayisi is az and ENGELLİ is var then KARAR is olumsuz	1	rule233	
234	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 1 and CocukSayisi is cok and ENGELLİ is yok then KARAR is olum...	1	rule234	
235	If KisiSayisi is yuksek and HaneGeliri is yuksek and MeskenKaydi is fazla and AracRayic is 1 and CocukSayisi is cok and ENGELLİ is var then KARAR is olum...	1	rule235	

Şekil 3.16. Bulanık kuralların MATLAB uygulamasında tanımlanması

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada sosyal yardım başvurularının değerlendirilmesi için Mamdani tipinde bir bulanık mantık modeli geliştirilmiş ve Matlab ortamında uygulanmıştır. Modelin giriş değişkenleri; hane halkı sayısı, hane geliri, mesken sayısı, araç rayiç bedeli, hane içerisindeki çocuk sayısı ve engelli birey varlığıdır. Çıkış değişkeni ise “Yardım Kararı” olup, olumlu ve olumsuz olmak üzere iki kategoriden oluşmaktadır.

4.1. Örnek Problemler ve Uygulama Sonuçları

Modelin işleyişini gösterebilmek amacıyla farklı kriter kombinasyonlarından oluşan örnek problemler oluşturulmuş ve Matlab üzerinde çözümlenmiştir. Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında (KVKK) gerçek başvuru verileri kullanılmamış, bunun yerine araştırmacı tarafından senaryolaştırılmış durumlar dikkate alınmıştır. Bu durumlara ilişkin “karar”lar ise Sosyal Yardımlaşma Ve Dayanışma Vakfında uzun süredir görev yapan uzmanların görüşleri doğrultusunda belirlenmiş ve modelin çıktılarıyla karşılaştırılmıştır. Böylece modelin, gerçek hayatta verilen kararlarla ne derece uyumlu olduğu test edilmiştir.

Örnek 1;

60 yaşındaki eşini kaybetmiş vatandaş, hanede 18 yaş altındaki yetim iki torunu ile birlikte yaşamaktadır. Kendisi yaşından dolayı çalışmamaktadır, torunları adına aylık 17.231 TL Sosyal Ekonomik Destek yardımından faydalanmaktadır. Torunları vefat eden babalarından kalma 16.881 TL ölüm çocuk aylığı almaktadır. Vatandaş kiracıdır, herhangi bir mesken, araç kaydı yoktur. Hanede engelli birey bulunmamaktadır. Yardım Talebi vardır.

```
matlab
fis = readfis('mamdaniType1.fis'); % fis dosyasını oku
inputValues = [3 34112 0 0 2 0]; % giriş değerleri
output = evalfis(fis, inputValues); % yeni kullanım
disp(output) | % sonucu göster
```

Şekil 4.1. Örnek1 giriş değişkenlerine değer atama

Workspace	
Name ▲	Value
 fis	1x1 mamfis
 inputValues	[3,34112,0,0,2,0]
 output	1

Şekil 4.2. Örnek1 çıktı

Model çıktısı: Olumlu (1,00)

Gerçek uygulama kararı: Olumlu

Örnek 2;

Eşinden boşanmış vatandaş 54 yaşında, hanede 18 yaş üzeri iki çocuğu ile beraber yaşamaktadır. Çocuklardan biri üniversite öğrencisidir, diğeri bir firmada 45.000 TL maaş ile çalışmaktadır. Vatandaş kiracıdır, herhangi bir mesken, araç kaydı yoktur. Kendisi engellidir. Yardım Talebi vardır.

```
matlab
fis = readfis('mamdaniType1.fis'); % fis dosyasını oku
inputValues = [3 45000 0 0 0 1]; % giriş değerleri
output = evalfis(fis, inputValues); % yeni kullanım
disp(output) % sonucu göster
```

Şekil 4.3. Örnek2 giriş değişkenlerine değer atama

Name ▲	Value
 fis	1x1 mamfis
 inputValues	[3,45000,0,0,0,1]
 output	1

Şekil 4.4. Örnek2 çıktı

Model çıktısı: Olumlu (1,00)

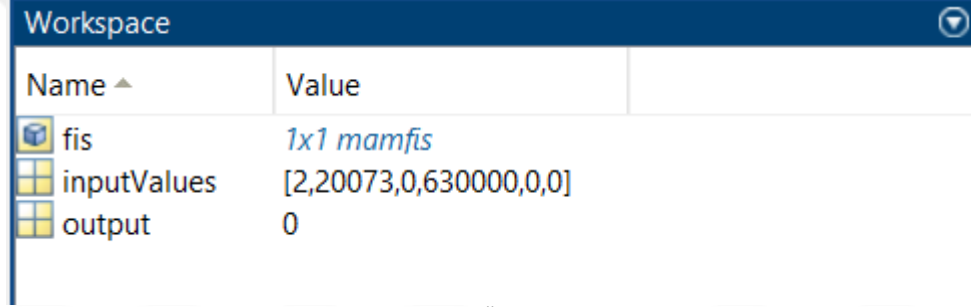
Gerçek uygulama kararı: Olumlu

Örnek 3;

66 yaşındaki vatandaş, hanede eşi ile birlikte yaşamaktadır. Eşi ev hanımı, kendisi emeklidir. Emekli maaşı 20.073 TL dir. Vatandaş kiracıdır, herhangi bir mesken kaydı yoktur. 630.000 TL rayiç bedele sahip araç kaydı bulunmaktadır. Hanede engelli birey yoktur. Yardım Talebi vardır.

```
matlab
fis = readfis('mamdaniType1.fis'); % fis dosyasını oku
inputValues = [2 20073 0 630000 0 0]; % giriş değerler
output = evalfis(fis, inputValues); % yeni kullanım
disp(output) % sonucu göster
```

Şekil 4.5. Örnek3 giriş değişkenlerine değer atama



Name	Value
fis	1x1 mamfis
inputValues	[2,20073,0,630000,0,0]
output	0

Şekil 4.6. Örnek3 çıktı

Model çıktısı: Olumsuz (0,00)

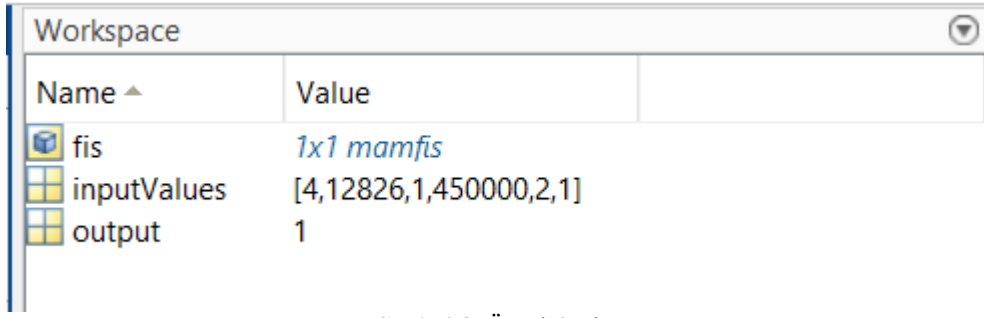
Gerçek uygulama kararı: Olumsuz

Örnek 4;

Vatandaş 44 yaşında evlidir. Hanede eşi ve 18 yaş altında olan iki çocuğu ile beraber yaşamaktadır. 12.826 TL emekli maaşı geliri vardır. 1 mesken kaydı vardır, oturduğu ev kendisine aittir. 450.000 TL rayiç bedele sahip araç kaydı bulunmaktadır. Çocuklardan biri engellidir. Yardım Talebi vardır.

```
matlab
fis = readfis('mamdaniType1.fis'); % fis dosyasını oku
inputValues = [4 12826 1 450000 2 1]; % giriş değerler
output = evalfis(fis, inputValues); % yeni kullanım
disp(output) % sonucu göster
```

Şekil 4.7. Örnek4 giriş değişkenlerine değer atama



Name	Value
fis	1x1 mamfis
inputValues	[4,12826,1,450000,2,1]
output	1

Şekil 4.8. Örnek4 çıktı

Model çıktısı: Olumlu (1,00)

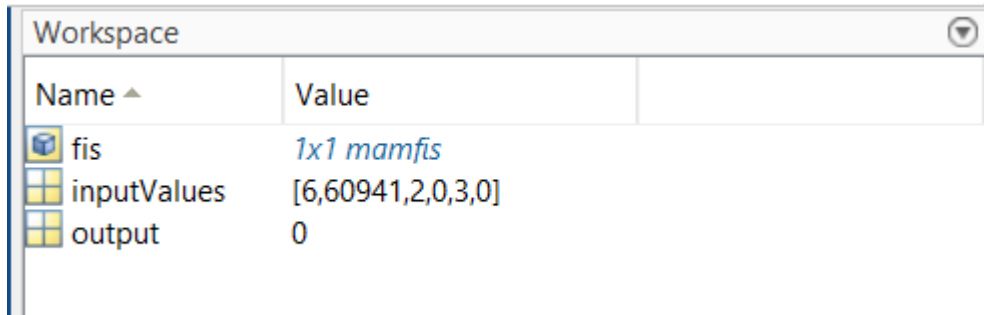
Gerçek uygulama kararı: Olumlu

Örnek 5;

Vatandaş 40 yaşında evlidir. Hanede eşi ve çocukları ile beraber toplam 6 kişi yaşamaktadır. 18 yaş altındaki 3 çocuğu öğrencidir. 18 yaş üzeri olan bir çocuğu ise çalışandır. Geliri 22.000 TL dir. Eşi ev hanımıdır. Kendisi çalışandır, 38.941 TL maaşı vardır. 2 adet mesken kaydı vardır, oturduğu ev kendisine aittir. Araç kaydı yoktur. Engelli birey bulunmamaktadır. Yardım Talebi vardır.

```
matlab
fis = readfis('mamdaniType1.fis'); % fis dosyasını oku
inputValues = [6 60941 2 0 3 0]; % giriş değerleri
output = evalfis(fis, inputValues); % yeni kullanım
disp(output) % sonucu göster
```

Şekil 4.9. Örnek5 giriş değişkenlerine değer atama



Name	Value
fis	1x1 mamfis
inputValues	[6,60941,2,0,3,0]
output	0

Şekil 4.10. Örnek5 çıktı

Model çıktısı: Olumsuz (0,00)

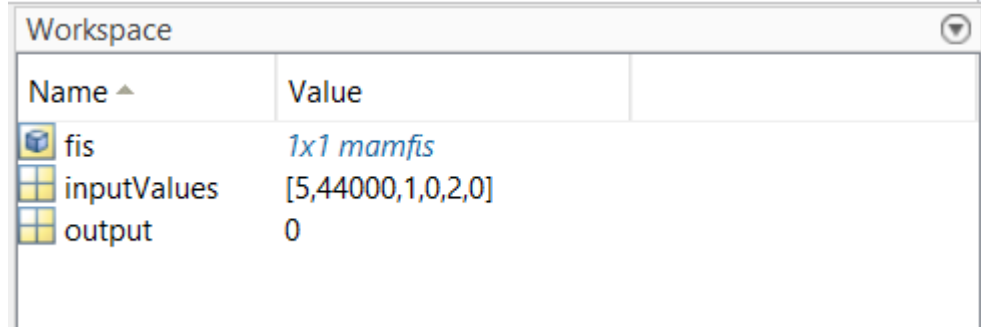
Gerçek uygulama kararı: Olumsuz

Örnek 6;

Eşinden boşanmış vatandaş 42 yaşında, hanede dört çocuğu ile beraber yaşamaktadır. İki çocuğu 18 yaş üzeri, iki çocuğu 18 yaş altındadır. 18 yaş üzeri çocuklardan biri 22.000 TL maaşla bir firmada çalışmaktadır, diğeri üniversite öğrencisidir. Vatandaşın kendisi de 22.000 TL maaş ile çalışmaktadır. 1 adet mesken kaydı vardır, oturduğu ev kendisine aittir. Araç kaydı yoktur. Engelli birey bulunmamaktadır. Yardım Talebi vardır.

```
matlab
fis = readfis('mamdaniType1.fis'); % fis dosyasını oku
inputValues = [5 44000 1 0 2 0]; % giriş değerleri
output = evalfis(fis, inputValues); % yeni kullanım
disp(output) | % sonucu göster
```

Şekil 4.11. Örnek6 giriş değişkenlerine değer atama



Name	Value
fis	1x1 mamfis
inputValues	[5,44000,1,0,2,0]
output	0

Şekil 4.12. Örnek6 çıktı

Model çıktısı: Olumsuz (0,00)

Gerçek uygulama kararı: Olumsuz

Şekil ve metinde ayrıntılı olarak sunulan altı örnek, modelin farklı kriter kombinasyonları karşısındaki davranışını temsil edecek şekilde seçilmiştir (problem tanımı, Matlab ekran çıktıları, sonuç ve kısa yorumlarla birlikte). Toplam 30 senaryo çalışılmış olup, alan kısıtları nedeniyle kalan örnekler teker teker açıklanmamış; bunun yerine özet bir tabloda sunulmuştur. Söz konusu tabloda her örnek için problem kodu, kullanılan kriter seti/değerleri, uzman görüşüne dayalı referans karar, model çıktısı, uyum durumu (eşleşti/eşleşmedi) yer almaktadır. Böylece, KVKK kapsamında gerçek veriler yerine senaryolaştırılmış durumlar üzerinden elde edilen bulgular bütüncül biçimde gösterilmiş, tüm senaryoların toplu şekilde görülebilmesi sağlanmıştır.

Tablo 4.1. Senaryo Örnekleri

No.	Kişi Sayısı	Hane Geliri	Mesken Kaydı	Araç Rayiç Bedeli	Çocuk (0-18 yaş) Sayısı	Engelli Birey Durumu	Gerçek Uygulama Kararı	Model Çıktısı	Uyum
1	3	34.112	0	0	2	0	1	1	Eşleşt
2	3	45.000	0	0	0	1	1	1	Eşleşt
3	2	20.073	0	630.000	0	0	0	0	Eşleşt
4	4	12.826	1	450.000	2	1	1	1	Eşleşt
5	6	60.941	2	0	3	0	0	0	Eşleşt
6	5	44.000	1	0	2	0	0	0	Eşleşt
7	1	4.302	0	0	0	1	1	1	Eşleşt
8	3	22.000	0	0	0	1	1	1	Eşleşt
9	2	5.390	0	0	0	0	1	1	Eşleşt
10	4	22.000	0	590.000	2	0	0	0	Eşleşt
11	7	87.000	1	790.000	2	1	0	0	Eşleşt
12	5	93.560	0	1.000.000	3	0	0	0	Eşleşt
13	6	55.000	0	0	4	0	1	1	Eşleşt
14	6	55.000	1	0	4	0	0	0	Eşleşt
15	6	55.000	0	0	4	1	1	1	Eşleşt
16	2	22.000	1	0	0	0	0	0	Eşleşt
17	3	37.000	0	550.000	2	0	0	0	Eşleşt
18	5	22.000	1	720.000	0	0	0	0	Eşleşt
19	2	22.000	0	0	0	1	1	1	Eşleşt
20	1	16.000	0	0	0	0	0	1	Eşleşmedi
21	4	33.000	0	0	2	1	1	1	Eşleşt
22	7	100.000	1	0	3	0	0	0	Eşleşt
23	7	100.000	1	0	3	1	1	1	Eşleşt
24	7	100.000	0	0	3	0	0	1	Eşleşmedi
25	1	10.000	1	0	0	1	0	1	Eşleşmedi
26	1	10.000	1	0	0	0	0	0	Eşleşt
27	4	65.000	0	190.000	0	0	0	0	Eşleşt
28	3	22.000	2	450.000	0	0	0	0	Eşleşt
29	5	22.000	0	450.000	0	0	1	1	Eşleşt
30	6	43.000	1	0	2	1	1	1	Eşleşt

4.2 Ara Değer Kullanımı

Çalışmanın ana uygulamasında çıktı değişkeni 0/1'e sabitlenmiştir. Bu tercih, karar vericiler açısından uygulamayı basitleştirmiş, süreci daha kesin ve doğrudan hale getirmiştir. Net sonuçlar, başvuruların kısa sürede ve anlaşılır bir şekilde değerlendirilmesine imkân tanımış ve özellikle yoğun başvuru dönemlerinde pratik bir avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, bulanık mantık sistemlerinde çıkış değişkeni uygun üyelik fonksiyonları ile tanımlandığında 0 ile 1 arasında ara değerler de üretilebilmektedir. Ara değerlerin kullanıldığı bir senaryoda, model yalnızca başvurunun olumlu ya da olumsuz olduğunu belirtmekle kalmaz, aynı zamanda başvurunun yardıma uygunluk derecesi hakkında da bilgi verir.

Örneğin sistemi 0-1 arasında ara değer elde edilebilecek şekilde tasarladığımızda, çıktı sonucu 0,50 değerinin altında kaldığında başvurunun yardıma düşük düzeyde uygun

olduğunu, 0,50 değerinin üzerinde kaldığında yardıma yüksek düzeyde uygun olduğunu, 0,50 değerini aldığı anda ise sınırda olduğunu ve karar verici tarafından ek değerlendirme yapılması gerektiğini göstermektedir. Çalışmanın son kısmında, karşılaştırma amacıyla çıkış üyelik fonksiyonları genişletilerek ara-değer (0–1 aralığı) üreten bir varyant da oluşturulmuş ve örnek senaryolarda test edilmiştir.

PROPERTY EDITOR: OUTPUT

Name: KARAR

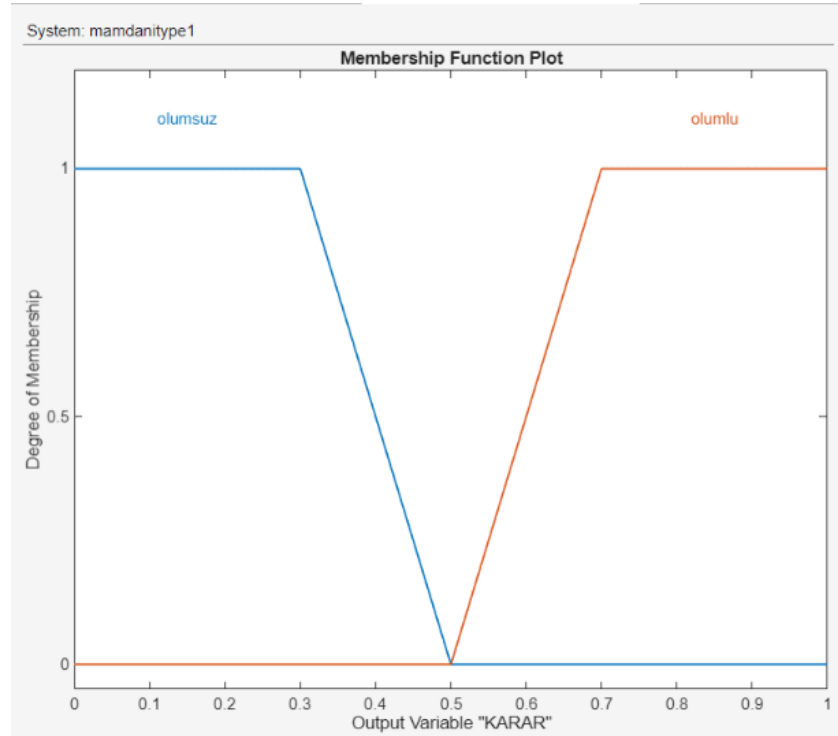
Range: [0 1]

Number of MFs: 2

Evenly Distribute MFs

Name	Type	Parameters
olumsuz	Trapezoi...	[0 0 0.3 0.5]
olumlu	Trapezoi...	[0.5 0.7 1 1]

Şekil 4.13. Ara değer oluşturacak şekilde yardım kararına ait giriş değerleri



Şekil 4.14. Ara değer oluşturacak şekilde yardım kararına ait üyelik fonksiyonu

Tablo 9 Senaryo Örneklerindeki girdilerden birkaçı, örnek no. dikkate alınarak MATLAB de çözülüp yorumlanmıştır.

Tablo 4.2. Ara değerli senaryo örnekleri

No.	Model Çıktısı	Yorum	Gerçek Uygulama Kararı	Uyum
1	0,76	Yardıma yüksek düzeyde uygun, olumlu karar verilmesi beklenmektedir.	1	Eşleşti
2	0,80	Yardıma yüksek düzeyde uygun, olumlu karar verilmesi beklenmektedir.	1	Eşleşti
3	0,20	Yardıma uygun değil, olumsuz karar verilmesi beklenmektedir.	0	Eşleşti
4	0,80	Yardıma yüksek düzeyde uygun, olumlu karar verilmesi beklenmektedir.	1	Eşleşti
5	0,22	Yardıma uygun değil, olumsuz karar verilmesi beklenmektedir.	0	Eşleşti
6	0,20	Yardıma uygun değil, olumsuz karar verilmesi beklenir.	0	Eşleşti

4.3 Bulguların Tartışılması

Çalışmada geliştirilen bulanık mantık tabanlı model, sosyal yardım başvurularının değerlendirilmesinde başarılı sonuçlar vermiştir. Modelin çıktılarının yalnızca 0 ve 1 değerleri ile sınırlı tutulması sayesinde başvurular net biçimde “olumlu” ya da “olumsuz” olarak sınıflandırılmıştır. Bu durum karar vericiler açısından süreci daha anlaşılır, uygulanabilir ve hızlı hale getirmiştir.

Elde edilen sonuçlar, modelin gerçek hayattaki uygulamalarla yüksek ölçüde örtüştüğünü göstermektedir. Özellikle hane halkı sayısı ve çocuk sayısı arttığında yardım alma olasılığının yükseldiği; buna karşılık mesken kaydı ve araç varlığının yardımı azaltıcı yönde etkide bulunduğu bulguları, kurumların mevcut değerlendirme kriterleriyle paralellik göstermiştir.

Modelin yalnızca keskin değerler üretmesi, karar vericilerin doğrudan sonuca ulaşmasını sağlamış; bu özellik özellikle yoğun başvuru dönemlerinde pratik bir avantaj sunmuştur. Bununla birlikte, sınırda kalan başvuruların daha ayrıntılı incelenmesi için ara değerlerin kullanılabileceği yönünde bir geliştirme imkânı da bulunmaktadır. Böylece, model sınırda kalan vakaları da dikkate alarak karar sürecine daha fazla esneklik kazandırabilmektedir.

Genel olarak bulgular, modelin sosyal yardım başvurularının değerlendirilmesinde etkili, hızlı ve uygulanabilir bir araç olduğunu göstermiştir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Bu çalışmada sosyal yardım başvurularının değerlendirilmesi için bulanık mantık tabanlı bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Modelde kişi sayısı, çocuk sayısı, gelir düzeyi, mesken kaydı, araç rayiç değeri ve engelli birey varlığı olmak üzere altı temel kriter dikkate alınmıştır.

Çalışmada, modelin çıktıları 0 ve 1 değerleri ile sınırlandırılmıştır. Böylece başvurular doğrudan “olumlu” ya da “olumsuz” şeklinde sınıflandırılmış ve karar süreci pratik bir hale getirilmiştir. Bu yaklaşım, özellikle çok sayıda başvurunun kısa sürede değerlendirilmesi gereken durumlarda kurumlara hızlı, anlaşılır ve uygulanabilir bir çözüm sunmaktadır.

Elde edilen sonuçlar, modelin verdiği kararların büyük ölçüde gerçek hayattaki uygulamalarla örtüştüğünü göstermiştir. Böylece geliştirilen sistemin, sosyal yardım süreçlerinde karar vericilere destek sağlayabilecek nitelikte olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada ara değerler kullanılmamış olmakla birlikte, ara değerlerin nasıl kullanılacağına yer verilmiştir. Böylece modelin belirsiz (sınırdaki) vakalarda daha ayrıntılı bilgi sağlayabileceğini göstermiştir; bu da ileride yapılacak çalışmalarda değerlendirilebilecek bir geliştirme alanıdır.

5.2 Öneriler

- Sosyal yardım kurumları, bu tür bulanık mantık tabanlı sistemleri karar verme süreçlerinde destekleyici bir araç olarak kullanabilir.
- İleride yapılacak çalışmalarda ara değerlerin de dikkate alınması, modelin esnekliğini artırarak sınırdaki kalan başvuruların daha adil şekilde değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.
- Modele yeni kriterlerin (sağlık durumu, sosyal güvence, eğitim seviyesi vb.) eklenmesi, sistemin sosyal gerçekliği daha kapsamlı yansıtmayı mümkün kılacaktır.
- Farklı üyelik fonksiyonları ve çıkarım yöntemleri ile modelin performansının karşılaştırılması, sonuçların güvenilirliğini artırabilir.

6. KAYNAKLAR

- Arslan, B., 2022, Bulanık tabanlı çok kriterli karar verme yöntemleri ile makine ekipman seçimi, Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Arslankaya, S., ve Göraltay, K., 2019. Çok kriterli karar verme yöntemlerinde güncel yaklaşımlar. Ankara: İKSAD Publishing House.
- ASHB (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı), 2025. Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakıfları, <https://www.aile.tr/sygm/genel-mudurluk/sosyal-yardimlasma-ve-dayanisma-vakiflari/> [Ziyaret Tarihi: 23 Ağustos 2025].
- ASHB (Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı), 2025. 3294 Sayılı Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışmayı Teşvik Kanunu, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=3294&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> [Ziyaret Tarihi: 23 Ağustos 2025].
- Atacak, İ., 2005, Sinirsel bulanık mantık denetleyicili kesintisiz güç kaynağının tasarımı ve gerçekleştirilmesi, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydoğmuş, U., 2018, Turizm Sektöründe Tedarikçilerin Tip-2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Canpolat, M., 2019, Yazılım Seçiminde Küresel Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Çok Kriterli Karar Verme, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çolak, M., 2015, Bütünleşik Bir Bulanık Karar Modeli ile Türkiye İçin Yenilenebilir Enerji Alternatiflerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Değermenci, A., 2016, Bulanık Ortamda Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Personel Seçimi: Katılım Bankacılığı Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Güce (Güce Kaymakamlığı). Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı Başkanlığı, <http://www.guce.gov.tr/sosyal-yardimlasma-ve-dayanisma-vakfi-baskanligi> [Ziyaret Tarihi: 23 Ağustos 2025].
- Hadi, A. M., 2020, Intelligent Fuzzy System for Early Prostate Cancer Diagnosis, Master's thesis, Near East University, Graduate School of Applied Sciences, Nicosia.

- Erdoğan, B., 2022, Karar Verme, Tübitak Bilim ve Toplum Başkanlığı Popüler Bilim Yayınları
https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/karar_verme [Ziyaret Tarihi: 23 Ağustos 2025].
- Ersöz, F. ve Kabak, M., 2010, Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması, Savunma Bilimleri Dergisi, 9(1), 97–125.
- Karakaşoğlu, N., 2008, Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve uygulama, Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Karimov, A., 2010, Office rent variation in Istanbul CBD: An application of Mamdani and TSK-type fuzzy rule-based system, Yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Uygulamalı Matematik Enstitüsü, Ankara.
- Konuşkan, Ö. ve Uygun, Ö., 2014, Çok Nitelikli Karar Verme (MAUT) Yöntemi ve Bir Uygulaması, ISITES 2014 – International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, Karabük, Türkiye, Bildiriler Kitabı, 1404–1412.
- Köse, U., 2010, Bulanık Mantık ve Yapay Sinir Ağları İçin Eğitim Yazılımı Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Mathworks, Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference Systems,
https://se.mathworks.com/help/fuzzy/types-of-fuzzy-inference-systems.html?utm_source=chatgpt.com [Ziyaret Tarihi: 23 Ağustos 2025].
- Nursoy, B., 2025, İkili Tank Sisteminde Sıvı Seviye Kontrolünün Bulanık Mantık Yöntemleri ile Gerçekleştirilmesi ve Performanslarının Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Özbek, A. (2014). Yöneticilerin çok kriterli karar verme yöntemi ile belirlenmesi. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 24, 1–18.
- Özbudak, T., 2023, Elmas tel kesme makinasının performans tahmini: Mamdani tipi bulanık kural tabanlı model uygulaması, Yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Sadeghi, H. M. M., 2010, Fuzzy Intelligent Traffic Control System, Master's Thesis, Eastern Mediterranean University, Institute of Graduate Studies and Research, Department, Gazimağusa
- Samancı, H., 2024, Atık kızartma yağı biyodizelinin motor performans ve egzoz emisyonlarının Tip-2 bulanık mantık ile tahmini, Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Şenöz, H., 2019, Evaluation of the Robustness Performance of a Fuzzy Logic Controller: Piezo-Beam Vibration Suppression, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Taşkın, A., 2015, A MATLAB/Simulink Toolbox for Interval Type-2 Fuzzy Logic Systems, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tiryaki, V. M., 2007, Filo Yönetiminde Bulanık Mantık Modeli, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Uğur, D., 2021, Mamdani tip bulanık mantık tabanlı sera iklim denetim sistemi tasarımı, Yüksek lisans tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Vahdani, B., Hadipour, H., Sadaghiani, J.S. ve Amiri, M. (2010). Extension of VIKOR method based on interval-valued fuzzy sets. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 47(9-12), 1231-1239.
- Yanar, T. A., 2003, Cell-Based GIS Analyses Enhanced with Fuzzy Processing Capacity, Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, H., ve Şahin, M. E., 2023, Bulanık mantık kavramına genel bir bakış, *Takvim-i Vekayi*, 11(1), 94–129.