

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
BİLGİSAYAR VE BİLİŞİM BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**

**BSM 427 BULANIK MANTIK VE YAPAY
SİNİR AĞLARINA GİRİŞ
1. ÖDEV RAPORU**

**G221210045 – MEHMET BOSDANCI
G221210071 – BİLAL AVCI**

Dersi Veren : Doç. Dr. M. FATİH ADAK

2025-2026 Güz Dönemi

KONU

Bu projenin konusu, bir ülkedeki İşsizlik Oranı'nı etkileyen temel makroekonomik faktörleri modellemektir. Seçilen proje , işsizlik oranını üç temel girdi değişkenine bağlı olarak tahmin eden bir bulanık çıkarım sistemi (Fuzzy Inference System - FIS) tasarlamayı içermektedir.

Bu modelde kullanılan girdi (input) değişkenleri şunlardır:

1. Hanehalkı Geliri (bin TL)
2. Hanehalkı Gideri (bin TL)
3. Ülke Nüfusu (milyon kişi)

Çıktı (output) değişkeni ise İşsizlik Oranı (%) olarak belirlenmiştir.

ARAŞTIRMA AŞAMASI

Bir ülkenin işsizlik oranı, tek bir nedene bağlı olmayan, çok katmanlı ve karmaşık bir makroekonomik göstergedir. Bu oranı etkileyen faktörler arasında ekonomik büyüme hızı, enflasyon, işgücü piyasasının esnekliği, eğitim seviyeleri, teknolojik gelişmeler, demografik yapı ve uygulanan maliye politikaları gibi birçok etken bulunmaktadır.

Ancak, bu ödevin kapsamı, konuyu üç temel değişken üzerinden modellemekle sınırlandırılmıştır: Gelir, Gider ve Nüfus Sayısı. Bu projenin amacı, bu üç değişkenin işsizlik oranı üzerindeki birleşik etkisini bulanık mantık yaklaşımıyla incelemektir.

Bu basitleştirmeyi bir çerçeveye oturtmak için, ödevde istenen değişkenler daha geniş ekonomik kavramlarla ilişkilendirilmiştir:

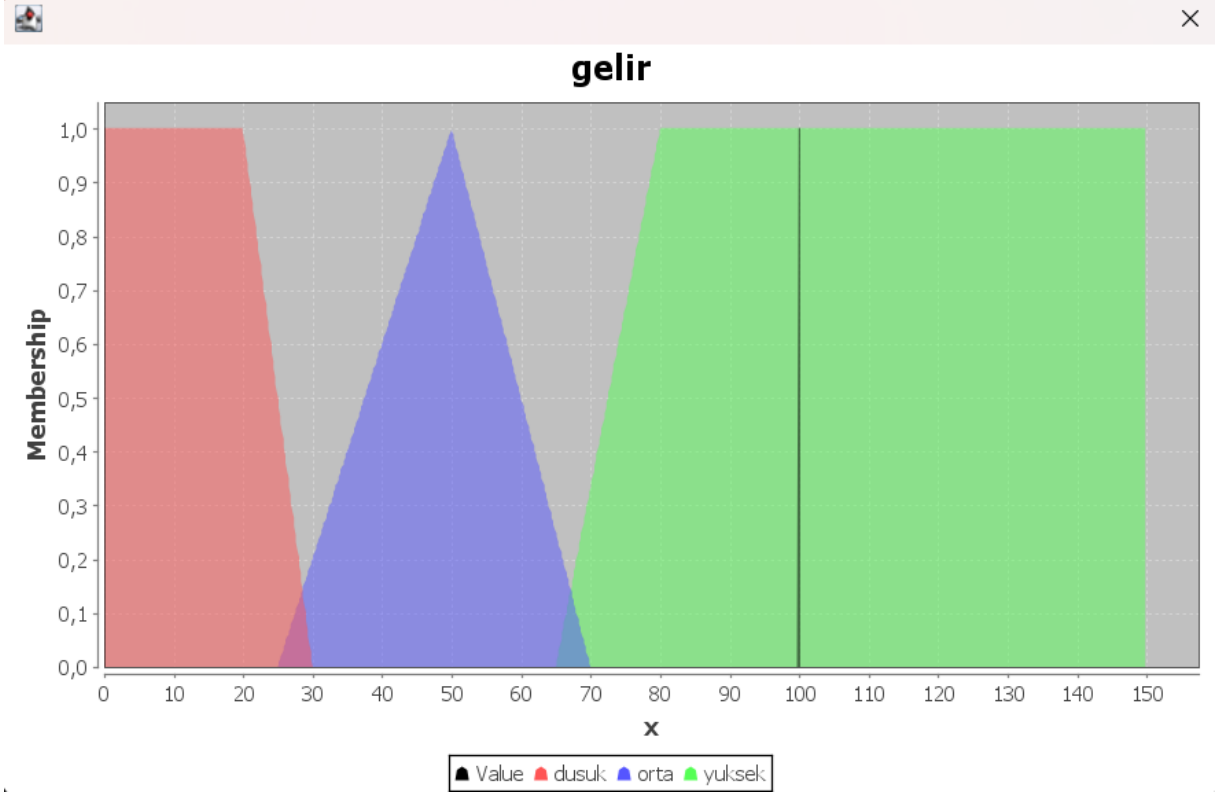
- Gelir: Hanehalkının alım gücünü ve genel ekonomik refah seviyesini temsil etmektedir.
- Gider: Hanehalkının harcama kapasitesini ve ekonomik aktiviteye katkısını (veya borçluluğunu) temsil etmektedir.
- Nüfus Sayısı: Doğrudan işgücü arzını ve istihdam piyasası üzerindeki demografik baskıyı temsil etmektedir.

Bu modelde, eğitim politikaları, küresel ekonomik koşullar, bölgesel farklılıklar veya teknolojik adaptasyon hızı gibi diğer önemli faktörler, projenin sınırları dahilinde ihmal edilmiştir.

Bu sınır değerlerini belirlemek amacıyla Türkiye'nin güncel sosyo-ekonomik verilerinden faydalanılmıştır.

GİRDİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gelir (Aylık Hanehalkı Geliri - bin TL)



Gelir, modelimizdeki ilk girdi değişkenidir ve bir hanehalkının aylık toplam gelirini (bin TL) cinsinden ifade eder. Bu değişken, hanehalkının alım gücünü ve genel ekonomik refah seviyesini belirleyen temel faktördür. Yüksek gelir, genellikle artan tüketimi ve dolayısıyla ekonomik büyümeyi tetikler, bu da işsizlik oranlarını düşürme eğilimindedir.

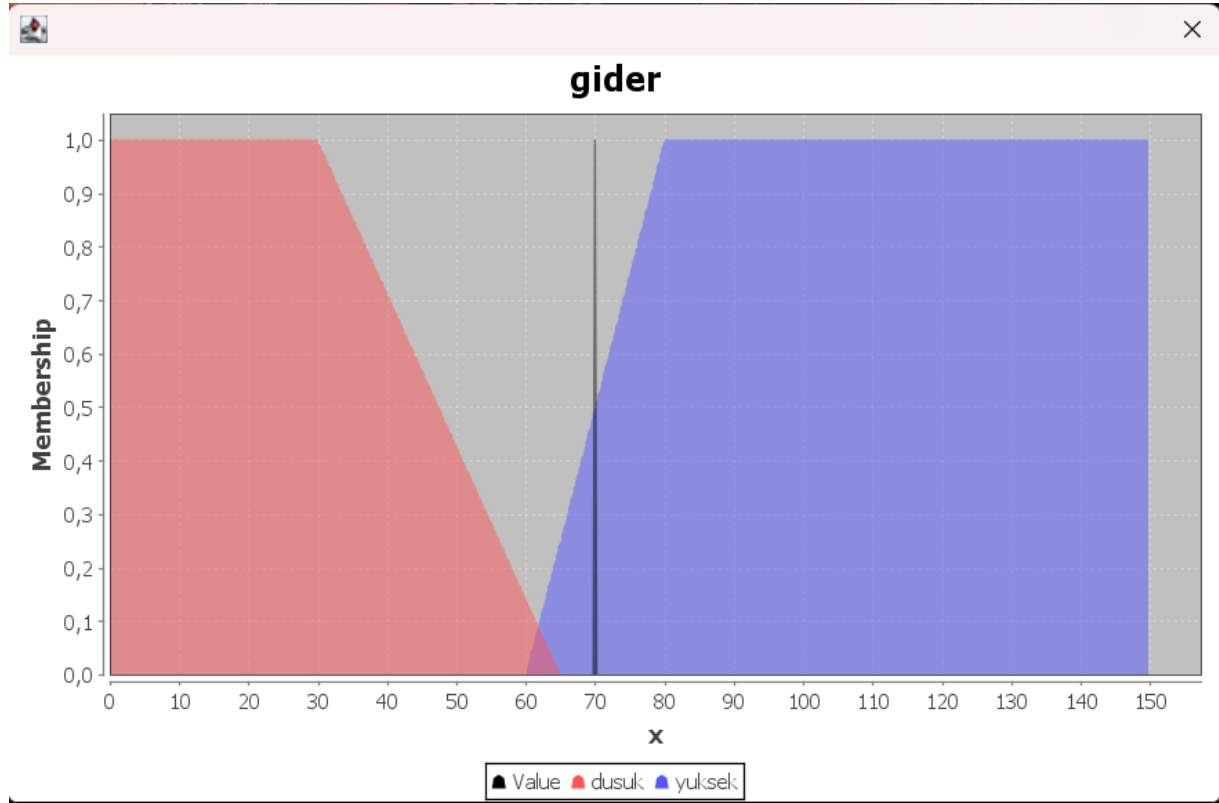
Modelin gerçekçi olması için bu değişkenin sınır değerleri, TÜRK-İŞ'in Ekim 2024 verilerine dayandırılmıştır. Bu verilere göre Açlık Sınırı 20.431 TL ve Yoksulluk Sınırı 66.553 TL olarak baz alınmıştır. Modelde bu değerler (bin TL) olarak kullanılmıştır.

Bulanık Terimler (Üyelik Fonksiyonları):

- dusuk (Kırmızı Alan):** Açlık sınırı (20k TL) ve civarını temsil eder. 0 ile 20 bin TL arası gelirler %100 "düşük" kabul edilirken, bu üyelik 30 bin TL'de sıfıra düşer.
- orta (Mavi Alan):** Açlık sınırı ile yoksulluk sınırı (66.5k TL) arasını temsil eder. Bu küme 25 bin TL'de başlar, 50 bin TL'de zirveye (1.0 üyelik) ulaşır ve 70 bin TL'de sona erer.
- yukse (Yeşil Alan):** Yoksulluk sınırı ve üzerini temsil eder. 65 bin TL'de başlayan üyelik, 80 bin TL ve üzerinde %100 "yüksek" olarak kabul edilir.

Grafikte bu üyelik fonksiyonları ve 100 (bin TL) olarak girilen örnek bir değer gösterilmektedir. Bu örnek Value (değer) çizgisi, 100 bin TL'lik bir gelirin "yüksek" gelir kümesine %100 (1.0) üye olduğunu, "orta" ve "düşük" kümelere ise %0 (0.0) üye olduğunu göstermektedir.

Gider (Aylık Hanehalkı Gideri - bin TL)



Gider, modelimizdeki ikinci girdi değişkenidir ve hanehalkının aylık toplam harcamasını (bin TL) cinsinden ifade eder. Bu değişkenin gerçek hayattaki anlamı, ekonomik istikrar için kritik olan gelir-gider dengesini ölçmektir. Giderlerin geliri aşması (borçlanma), ekonomik kırılganlığı ve dolayısıyla işsizlik üzerindeki baskıyı artırabilir.

Bu değişkenin sınır değerleri, gelir değişkeninde olduğu gibi, TÜRK-İŞ'in Ekim 2024 Yoksulluk Sınırı (66.553 TL) verisine göre ölçeklenmiştir. Bu eşik, "düşük" gider ve "yüksek" gider arasındaki geçiş bölgesi olarak kullanılmıştır.

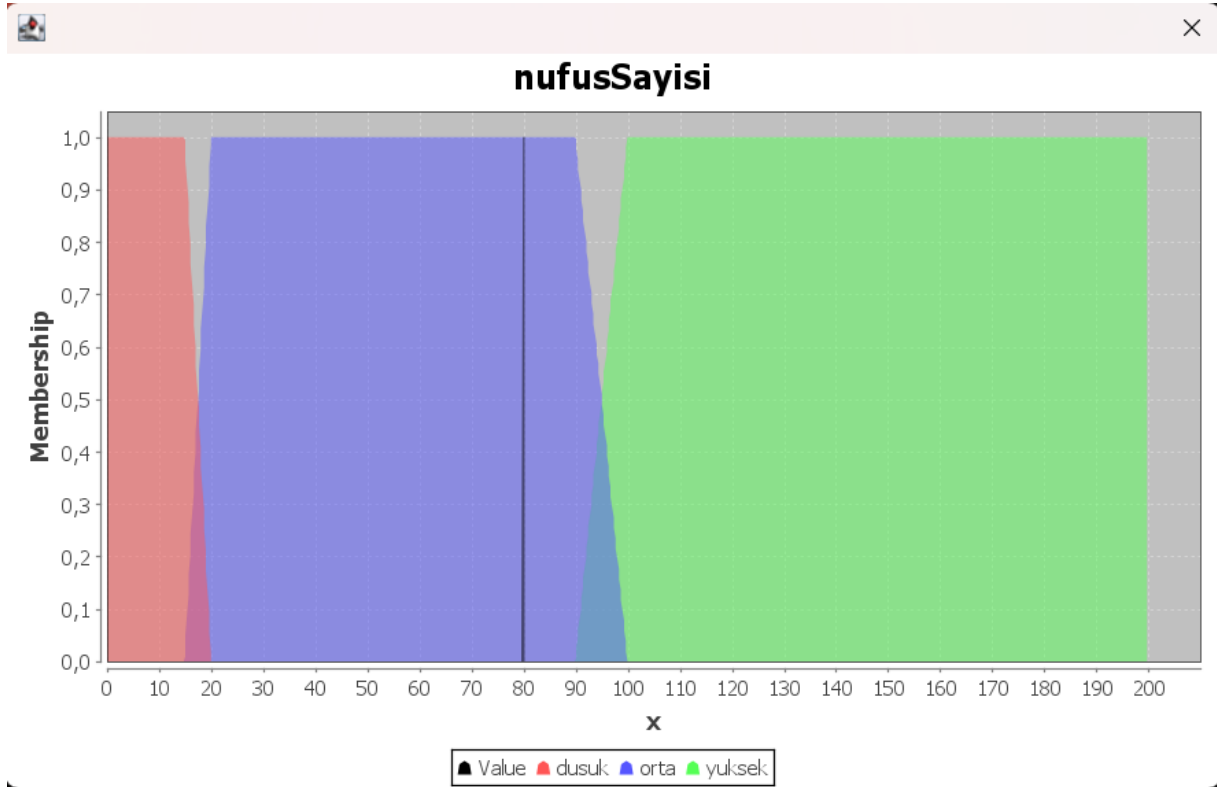
Bulanık Terimler (Üyelik Fonksiyonları):

- dusuk (Kırmızı Alan):** Harcamaların yoksulluk sınırı (yaklaşık 65k TL) altında kalmasını temsil eder. 0-30 bin TL arası harcamalar %100 "düşük" kabul edilirken, bu üyelik 65 bin TL'de sıfıra düşer.
- yukse (Mavi Alan):** Harcamaların yoksulluk sınırı ve üzerine çıkmasını temsil eder. 60 bin TL'de başlayan üyelik, 80 bin TL ve üzerinde %100 "yüksek" olarak kabul edilir.

Grafikte bu üyelik fonksiyonları ve 70 (bin TL) olarak girilen örnek bir Value (değer) gösterilmektedir. Bu çizgi, 70 bin TL'lik bir aylık giderin:

- dusuk kümesine %0 (0.0) üye olduğunu,
- yukse kümesine ise %50 (0.5) üye olduğunu göstermektedir.

Nüfus Sayısı (Milyon Kişi)



Nüfus Sayısı, modelimizin üçüncü ve son girdi değişkenidir. Bu değişken, bir ülkenin toplam nüfusunu "Milyon Kişi" biriminden ifade eder ve işgücü arzını (çalışmaya hazır insan sayısını) doğrudan belirler. Yüksek bir nüfus, eğer o nüfusa yetecek kadar yeni iş alanı yaratılamazsa, işsizlik oranları üzerinde kaçınılmaz bir baskı oluşturur.

Bu değişken için spesifik bir ekonomik veri yerine, dünya ülkelerinin nüfus dağılımları göz önüne alınarak genel bir kategorizasyon yapılmıştır. Bu mantık, nüfusun ekonomik etkisini "az", "orta" veya "çok" olarak sınıflandırmamızı sağlar.

Bulanık Terimler (Üyelik Fonksiyonları):

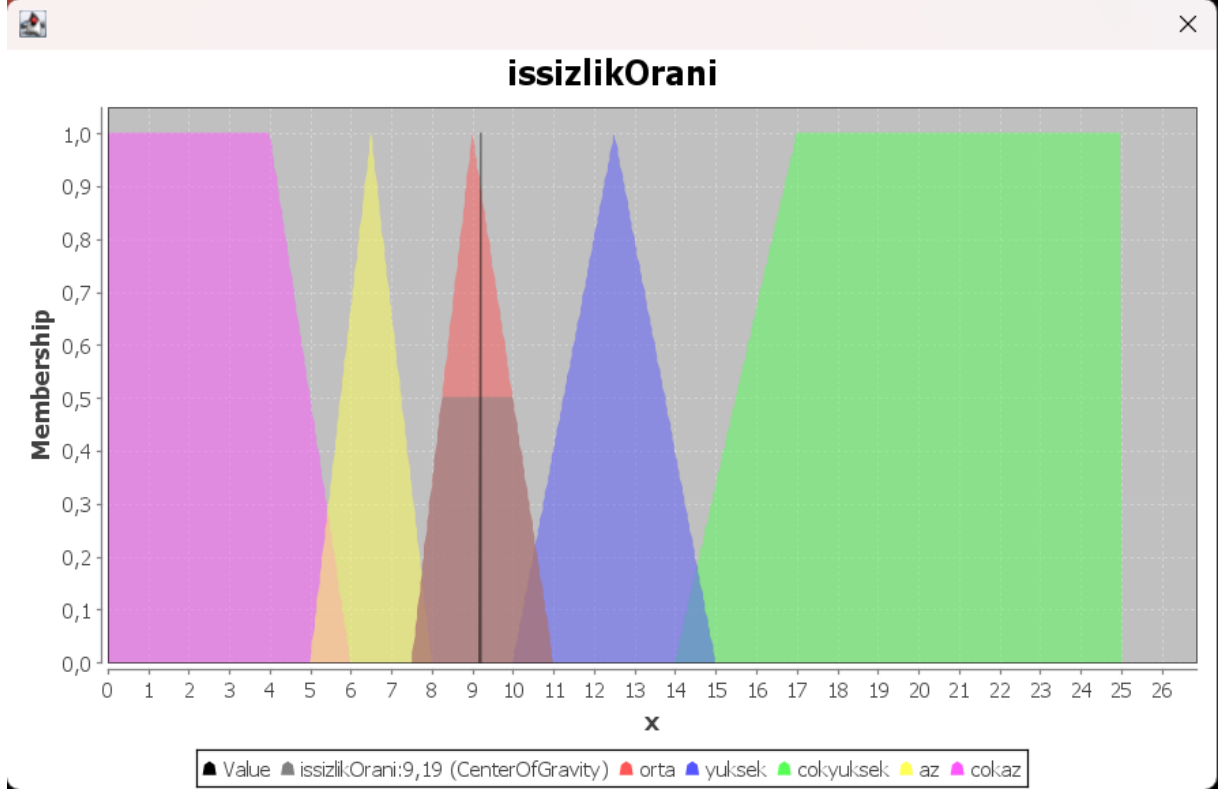
- dusuk (Kırmızı Alan):** Düşük nüfuslu ülkeleri temsil eder (örn: Hollanda). 0-15 Milyon arası nüfus %100 "düşük" kabul edilir ve bu üyelik 20 Milyon'da sıfıra düşer.
- orta (Mavi Alan):** Orta-yüksek nüfuslu ülkeleri temsil eder (örn: Türkiye, Almanya, Mısır). 20 Milyon ile 90 Milyon arasındaki nüfuslar %100 "orta" kümesine aittir.
- yukse (Yeşil Alan):** Çok yüksek nüfuslu ülkeleri temsil eder (örn: Çin, ABD). 90 Milyon'da başlayan üyelik, 100 Milyon ve üzerinde %100 "yüksek" olarak kabul edilir. Grafiğin üst sınırı, okunabilirliği artırmak için 200 Milyon'da kesilmiştir.

Grafikte bu üyelik fonksiyonları ve 80 (Milyon Kişi) olarak girilen örnek bir Value (değer) gösterilmektedir. Bu çizgi, 80 Milyonluk bir nüfusun (Türkiye'nin nüfusuna yakın bir değer):

- dusuk kümesine %0 (0.0) üye olduğunu,
- orta kümesine %100 (1.0) üye olduğunu,
- yukse kümesine %0 (0.0) üye olduğunu göstermektedir.

ÇIKTININ DEĞERLENDİRİLMESİ

İşsizlik Oranı (%)



İşsizlikOrani, modelimizin tahmin etmeye çalıştığı çıktı (output) değişkenidir ve bir ülkedeki işsizlik seviyesini yüzde (%) olarak ifade eder. Bu değişkenin sınır değerleri ve terimleri, modelin gerçekçi ve anlamlı sonuçlar üretmesi için Türkiye'nin güncel ekonomik verilerine dayandırılmıştır.

Referans olarak, TÜİK'in 2024 yılı ortalama işsizlik oranı olan %8.7 baz alınmıştır. Modeldeki orta terimi (kırmızı alan), bu gerçek veriyi merkezine alacak şekilde tasarlanmıştır.

Bulanık Terimler (Üyelik Fonksiyonları):

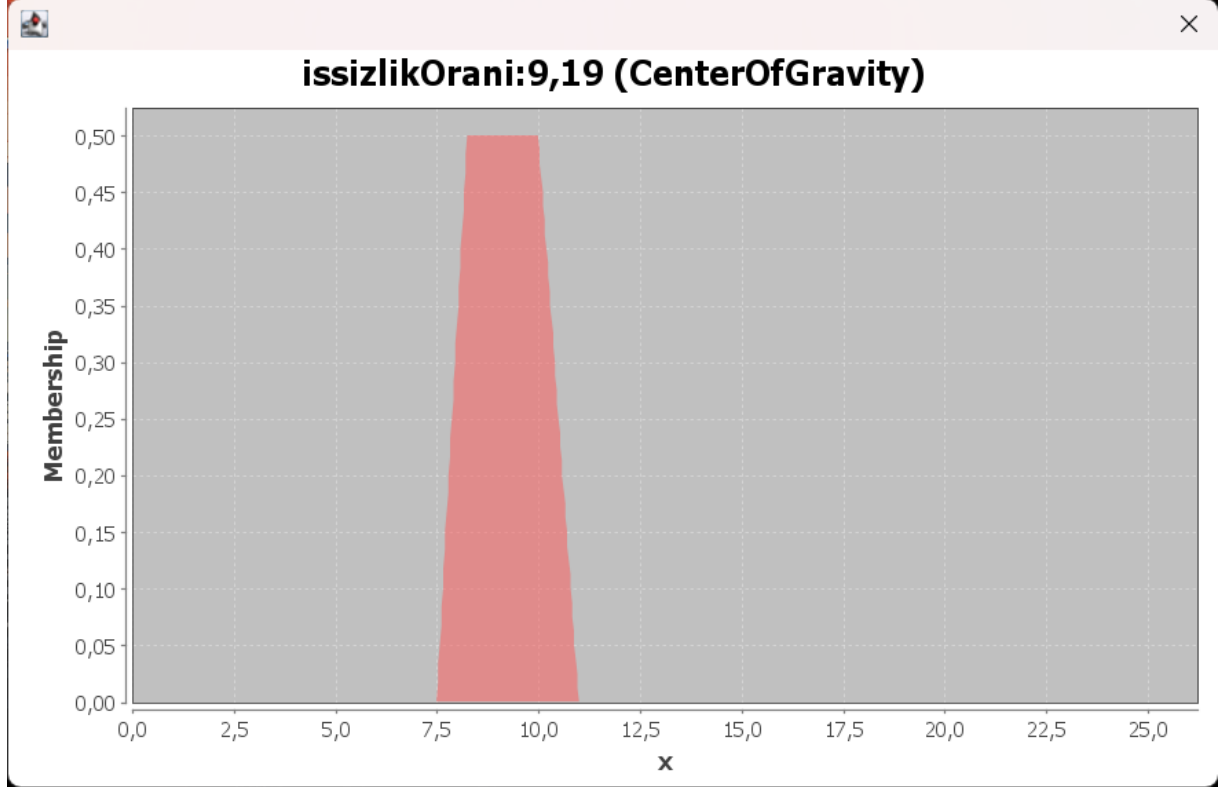
- cokaz (Mor Alan):** Çok düşük işsizlik seviyesini temsil eder. trape 0 0 4 6
- az (Sarı Alan):** Düşük işsizlik seviyesini temsil eder. trian 5 6.5 8
- orta (Kırmızı Alan):** Mevcut ortalama (%8.7) civarındaki işsizlik seviyesini temsil eder. trian 7.5 9 11
- yukse (Mavi Alan):** Yüksek işsizlik seviyesini temsil eder. trian 10 12.5 15
- cokyukse (Yeşil Alan):** Çok yüksek (kritik) işsizlik seviyesini temsil eder. trape 14 17 25 25

Durulama (Defuzzification) metodu olarak, varsayılan olarak COG (Center of Gravity) - Ağırlık Merkezi metodu seçilmiştir.

Grafikte bu beş üyelik fonksiyonu gösterilmektedir. Grafik ayrıca, önceki şekillerde gösterilen örnek girdilere (Gelir: 100, Gider: 70, NüfusSayisi: 80) karşılık atışlenen kuralların birleştirilmiş sonucunu (taralı kahverengi alan) göstermektedir.

Dikey siyah Value çizgisi, bu gölgeli alanın ağırlık merkezinin (COG) hesaplanmasıyla elde edilen %9.19'luk kesin (crisp) sonuç değerini göstermektedir

Taralı Alan ve COG



Bu grafik, tüm aktif kurallardan gelen birleştirilmiş (aggregated) bulanık çıktı kümesini tek başına göstermektedir. Bu kırmızı alan, modelin "karar" verdiği nihai bulanık şekildir.

Durulama (defuzzification) işlemi, bu spesifik geometrik şekil üzerinde yapılır. Grafikteki **issizlikOrani: 9,19 (CenterOfGravity)** etiketi, bu şeklin Ağırlık Merkezi (Center of Gravity - COG) metoduna göre hesaplanan kesin (crisp) sonucunun %9.19 olduğunu göstermektedir.

RM ve COG Metodu

Karşılaştırma amacıyla denenen ikinci metot olan RM (Right Maximum) ile hesaplanan sonuç ise %9,98'dir. RM metodu maksimum taralı alanın en sağ kısmını dikkate alır.

- **COG (Ağırlık Merkezi):** Bu metot, oluşan son taralı alanın tamamını dikkate alır. O şeklin fiziksel "ağırlık merkezini", yani geometrik "ortalamasını" hesaplar. Bu yüzden sonucu %9,19 gibi dengeli bir değerdir.
- **RM (Sağ En Büyük):** Bu metot, alanın tamamıyla ilgilenmez. Sadece o taralı alanın yüksek üyelik seviyesine (zirvesine) bakar ve o zirvenin en sağdaki x-değerini seçer. Bizim sonucumuz (%9,98) , zirvenin sağ kenarına karşılık gelir.

Özetle: COG "tüm olasılıkların ortalamasını" verirken, RM "en olası sonucun sağ sınırını" verir.

Termial Çıktısı

```
--- İşsizlik Oranı Bulanık Modeli ---
Gelir (bin TL): 100
Gider (bin TL): 70
Nüfus Sayısı (milyon): 80
|
--- Girdi Değerleri ---
Gelir (bin TL): 100.0
Gider (bin TL): 70.0
Nüfus Sayısı (milyon): 80.0

--- Sonuç ---
Hesaplanan İşsizlik Oranı(COG): %9,19
RM (Right Maximum) Metodu ile Sonuç: %9,98

--- Aktif Olan Kurallar ---
17      (0.5)   if ((gelir IS yuksek) AND (gider IS yuksek)) AND (nufusSayisi IS orta) then issizlikOrani IS orta [weight: 1.0]
-----
```

```
--- İşsizlik Oranı Bulanık Modeli ---
Gelir (bin TL): 30
Gider (bin TL): 75
Nüfus Sayısı (milyon): 80

--- Girdi Değerleri ---
Gelir (bin TL): 30.0
Gider (bin TL): 75.0
Nüfus Sayısı (milyon): 80.0

--- Sonuç ---
Hesaplanan İşsizlik Oranı(COG): %12,50
RM (Right Maximum) Metodu ile Sonuç: %14,48

--- Aktif Olan Kurallar ---
11      (0.2)   if ((gelir IS orta) AND (gider IS yuksek)) AND (nufusSayisi IS orta) then issizlikOrani IS yuksek [weight: 1.0]
-----
```

Bu iki çıktıyı karşılaştırdığımızda, ekonomik senaryonun kötüleşmesinin sonuçları nasıl değiştirdiğini net bir şekilde görüyoruz:

- Senaryo 1 (İyi Durum): Gelir: 100 (Yüksek) ve Gider: 70 (Yüksek). Bu durum, Kural 17'yi 0.5 ateşleme gücüyle aktif hale getirmiş ve çıktıyı orta terimine yönlendirmiştir. Sonuçlar COG: %9,19 ve RM: %9,98 olarak hesaplanmıştır.**
- Senaryo 2 (Kötü Durum): Gelir: 30'a düşmüş (artık orta kümesine 0.2 üye) ve Gider: 75'e yükselmiş (artık yuksek kümesine daha güçlü üye). Bu olumsuz değişim, farklı bir kuralı tetiklemiştir: Kural 11, 0.2 ateşleme gücüyle aktif olmuş ve çıktıyı yuksek terimine yönlendirmiştir.**

Sonuç: Çıktı terimi orta'dan (%9 civarı) yuksek'e (%12.5 civarı) kaydığı için, her iki durulama metodu da yükselmiştir. COG (Ağırlık Merkezi) değeri %9,19'dan %12,50'ye çıkmıştır. RM (Sağ Maksimum) değeri de benzer şekilde %9,98'den %14,48'e yükselerek işsizlik oranındaki artışı teyit etmiştir.

İki çıktıyı (COG değerlerini baz alarak) karşılaştırdığımızda:

Ekonomik senaryonun kötüleşmesiyle (gelirin 100'den 30'a düşmesi ve giderin 70'ten 75'e yükselmesi), modelimizin hesapladığı işsizlik oranı %9,19'dan %12,50'ye yükselmiştir.

Bu, modelin %3,31 puanlık bir işsizlik artışı öngördüğünü göstermektedir.