

**BULANIK SİSTEMLER DERSİ FİNAL PROJE ÖDEVİ**  
**Mühendislik Fak. Bilgisayar Müh. Bölümü**  
**2023-2024 GÜZ DÖNEMİ (40 puan)**

Dosya sonundaki tabloda tüm öğrencilere bir fonksiyon verilmiştir. Proje ödevi kapsamında kendi fonksiyonunuz ile öncelikle bir veri seti oluşturmanız ve sonrasında bu veriler için üç farklı yöntem kullanarak bulanık sistemler oluşturmanız istenmektedir. Genetik Algoritma ile oluşturduğunuz hariç, hesaplanan sonuçları raporlamanız gerekmektedir. Genetik Algoritma ile oluşturduğunuzun ilk iki işlem adımı verilmesi yeterlidir. Tasarlanacak sistemler:

1. Kendi tasarladığınız bulanık sistem (MyFis)
2. Genetik algoritma kullanılarak eğitilen bulanık sistem (GAFis)
3. Anfis toolbox kullanılarak tasarlanan sistem.

**Not: Eğitim (en az 75 adet kavıt) ve test verileri (50 adet kavıt) ayrı ayrı oluşturulması ve ödev dosyasında gönderilmesi gerekmektedir.**

**RAPORUNUZDA YER ALMASI GEREKEN BAŞLIKLAR:**

1. MyFis isimli kendi tasarımınıza ait açıklamalar:
  - a) Giriş değişkenlerinin sayısı : 2 (Ödevde bu bilgi size verilmektedir)
  - b) Çıkış değişkenlerinin sayısı : 1 (Ödevde bu bilgi size verilmektedir)
  - c) Giriş ve çıkış değişkenlerinizin değişim aralığı yanı minimum ve maksimum alabilecekleri değerler: <https://www.sfu.ca/~ssurjano/optimization.html> adresinden herkes kendi fonksiyonuna ait bilgilere erişebilirsiniz.
  - d) Giriş değişkenlerinizi bulanıklaştırırken kullanacağınız tanecik sayısı (derste bu tanıma dilsel değer sayısı da dedik: küçük, orta, büyük gibi) sizin tarafınızdan belirlenecek ve neden o sayıyı seçtiğinizin açıklaması yazılacaktır.
  - e) Mamdani veya sugeno seçmenize göre çıkış değişkenlerinin yapısı farklılık gösterecektir.
    - Mamdani tasarladığınız durumda kaç tane dilsel değer kullandığınızı, neden bu sayıyı seçtiğinizi taban uzunluklarını neye göre belirlediğinizi açıklamamız gerekmektedir.
    - Sugeno seçerseniz, çıkışınız sabit sayı veya birinci dereceden doğrusal bir denklem olabilir. Burada da bu sabit sayıyı veya denklemdeki katsayıları nasıl belirlediğinizi açıklamamız gereklidir.
  - f) Bulanık kural tablonuzu oluşturmanız: Bu adım için, kuralların sayısını kaç seçtiniz ? Neden bu sayıyı seçtiniz? Bu kuralların içeriğini nasıl belirlediniz? Açıklamanız gereklidir.

**Not:** .fis dosyasını ödev dosyanızın içine eklemeniz gerekmektedir.
2. GAFis isimli tasarıma ait açıklamalar:
  - a. Ödevin bu adımında GA ile eğitilen bir bulanık sistemin adımlarını 2 iterasyon boyunca adım adım yazmanız istenmektedir. Bu adımlar
    - i. Kromozomun yapısını açıklayınız
    - ii. Başlangıç popülasyonunuz oluşturunuz. Başlangıç popülasyonunuz 5 adet bireyden (kromozomdan) oluşacaktır. (Kromozom kodlaması için reel sayı kodlama kullanmanızı tavsiye ederim. Hesabı daha kolay olur)
    - iii. Seçme işlemi için rulet tekerleğini kullanınız.
    - iv. Fitness fonksiyonu olarak MAE (Mean Absolute Error), MSE (Mean Square Error) veya RMSE (Root Mean Square Error) gibi hata fonksiyonlarından birini kullanabilirsiniz. Hata fonksiyonunuzu hesaplarken, eğitim veri setinizdeki ilk 3 kaydı kullanmanız yeterlidir.
    - v. Çaprazlama işlemi yapınız
    - vi. Mutasyon işlemi yapınız( i. ve vi. Adımları bir kez daha tekrar ederek ikinci iterasyonu gerçekleştiriniz. Bu hesaplamalar adım adım raporunuza yazılmalıdır.)

**Not:** İlgili haftanın dersinde GA kodu paylaşılmıştı ve açıklamalı excel dosyası paylaşılmıştı. Bu dosyalardan hesaplamalarınızda faydalanabilirsiniz.

  - b. Eğitimin ilk iki adımı istendiği için, tasarım bitmemiş durumdadır. Bundan dolayı ödevin bu adımında test verisi kullanılması ve sistemin başarısının değerlendirilmesi istenmemektedir.
3. Anfis Toolbox kullanarak, sisteminizi eğitmeniz istenmektedir. Eğitim için oluşturduğunuz eğitim setini, test için de oluşturmuş olduğunuz test setini kullanmanız gerekmektedir. Raporunuzun bu adımında Toolbox'da seçtiğiniz parametre değerlerini vermeniz gerekmektedir.
4. Tasarladığınız Sistemlerin başarılarının değerlendirilmesi raporunuzun son adımıdır. Bunun için eğitim verisi kullanarak tasarladığınız sistemleri, oluşturduğunuz test veri seti ile sınamanız gerekmektedir. Bunun için:

50 kayıttan oluşan Test veri setinizi kullanarak, her bir kayıt için fonksiyonun üreteceği gerçek çıkış değeri ile, sizin sisteminizin ürettiği tahmini çıkış değerini ve ANFİS toolbox'ın ürettiği çıkış değerlerini hesaplayınız. Aşağıdaki tabloya bu verileri yazınız.

Sonra  $y_{gerçek}$  ve  $y_{MyFis}$  değerlerine ait scatter (Dağılım) grafiğini çizdiriniz. Grafiğe  $R^2$  değerini ve eğim çizgisini ekleyiniz.  $Y_{gerçek}$  ve  $y_{Anfis}$  toolbox ile elde ettiğiniz sonuçlarının grafikleriniz de aynı şekilde çizdiriniz. İki grafiği de raporunuzda veriniz.

Tablo 1: Üretilen test verisi ve tasarlanan sistemin ürettiği sonuçlar

Test veri no (50 adet test verisi olacak)	x1	x2	y_gerçek (Fonksiyondan elde edilen gerçek sonuçlar)	y_MyFis (Kendi Tasarladığınız bulanık sistemi n ürettiği sonuçlar)	Y_AnfisToolbox (Anfis toolbox ile eğittiğiniz sistemden elde ettiği niz sonuçlar)
1.					
2.					
...					
50.					

#### Ek Açıklamalar

1. Tasarladığınız sistemin .fis uzantılı dosyasını, .m uzantılı tüm kod dosyalarınızı, eğitim ve test verilerinizi (excel veya .mat dosyası olabilir) anfis ile eğitim sonucunda elde ettiğiniz .fis uzantılı dosyanızı ve raporunuzu sıkıştırıp sisteme **tek dosya olarak yüklemeniz** istenmektedir.

**Örnek:** 19010011051 numaralı bir öğrenci için Dosya isimlerinin formatları:

BM\_19\_051MyFis.fis” ,

BM\_19\_051Anfis.fis” ,

BM\_19\_051....m” (Kaç tane .m dosyanız varsa, uygun isimlendirmeler ile dosyaya ekleyiniz.)

BM\_19\_051Egitim.xlsx” (.mat uzantılı da olabilir),

BM\_19\_051Test.xlsx, (.mat uzantılı da olabilir)

BM\_19\_051.pdf (Raporunuz)

Hepsinin sıkıştırılmış hali : “BS\_19\_051.zip veya .rar” benzer şeklinde olmalıdır.

Sadece sıkıştırılmış dosyayı sisteme yüklenecektir.

2. Python ve başka bir dil kullanarak hazırlanan ödevlerde kabul edilecektir. Tüm dosyalarınızı sıkıştırıp tek bir dosya olarak sisteme yüklemeniz ve yukarıda verilen isimlendirme standardını kullanınız.

3. Fonksiyonunuza ait bilgilere <https://www.sfu.ca/~ssurjano/optimization.html> adresinden ulaşabilirsiniz.

4. Fonksiyonların çoğunda n-dimension (n-boyutlu) yazıyor. Örneğin,  
 $f(x_1)=x_1^2$  bir boyutludur. Fonksiyonda sadece  $x_1$  değişkeni var.

$f(x_1,x_2)=x_1^2+x_2^2$  iki boyutludur. Fonksiyonda  $x_1$  ve  $x_2$  gibi iki bağımsız değişken var.

$f(x_1,x_2,x_3)=\sin(x_1)+\sin(x_2)+\sin(x_3)$  üç boyutludur.

$f(x_1,...,x_n)=\sin(x_1)+...+\sin(x_n)$  n boyutludur.

Sisteminizi tasarlarken  $n=2$  olarak alınız. Yani tasarlayacağınız sistem 2 girişli ve bir çıkışlı olacaktır.

5. MyFis için Bulanık çıkarım mekanizması olarak Mamdani veya Sugeno'dan istediğinizi kullanabilirsiniz.

6. Bulanık kurallarınızı yazarken <https://www.sfu.ca/~ssurjano/optimization.html> adresinde zaten verilmiş olan fonksiyon grafiklerinden faydalanabilirsiniz.

7. Raporumuza başlık sayfası eklemeyi unutmayalım.

8. Genetik Algoritmanın kodunu tamamen yazıp, elde ettikleri sonuçları yukarıdaki tablo-1'e bir sütun daha ekleyip ( $y_{MyGA}$  şeklinde) sunan öğrencilere +10 puan verilecektir. Bu durumda Genetik Algoritma kodunuzu da ödev dosyanıza eklemeniz gerekmektedir.



