Sayısal Analiz

Prof. Dr. Erhan Coşkun

Karadeniz Teknik Üniversitesi,
Fen Fakültesi,
Matematik Bölümü
E-posta:erhan@ktu.edu.tr

Ekim, 2018

- Analitik

Matematiksel Analiz

- Analitik
- Sayısal

Matematiksel Analiz

- Analitik
- Sayısal
- Kalitatif

Matematiksel Analiz

- Analitik
- Sayısal
- Kalitatif
- Sembolik

Analitik Analiz

- $x^2 - 3x + 2 = 0$ denkleminin çözüm kümesi ?

Analitik Analiz

- $x^2 - 3x + 2 = 0$ denkleminin çözüm kümesi ?
- $$\begin{aligned} a_{11}x + a_{12}y &= b_1 \\ a_{21}x + a_{22}y &= b_2 \end{aligned}$$

  denklem sisteminin çözümü?

Analitik Analiz

- $x^2 - 3x + 2 = 0$ denkleminin çözüm kümesi ?
- $$\begin{aligned} a_{11}x + a_{12}y &= b_1 \\ a_{21}x + a_{22}y &= b_2 \end{aligned}$$

  denklem sisteminin çözümü?
- $\int_0^1 \sin(x)dx$ integralinin sonucu?

- $x^2 - 3x + 2 = 0$ denkleminin çözüm kümesi ?
-
$$\begin{aligned} a_{11}x + a_{12}y &= b_1 \\ a_{21}x + a_{22}y &= b_2 \end{aligned}$$
  denklem sisteminin çözümü?
- $\int_0^1 \sin(x)dx$ integralinin sonucu?
- $(x_0, y_0), (x_1, y_1)$ noktalarından geçen doğru denklemini belirlenmesi?

Analitik Analiz

- $x^2 - 3x + 2 = 0$ denkleminin çözüm kümesi ?
- $$\begin{aligned} a_{11}x + a_{12}y &= b_1 \\ a_{21}x + a_{22}y &= b_2 \end{aligned}$$

  denklem sisteminin çözümü?
- $\int\limits_0^1 \sin(x)dx$ integralinin sonucu?
- $(x_0, y_0), (x_1, y_1)$ noktalarından geçen doğru denklemini belirlenmesi?
- $y' = t - y, t \in (a, b), y(a) = y_0$ başlangıç değer probleminin çözümünün belirlenmesi?

- $a_5x^5 + a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0 = 0$ denkleminin çözümü?(Derecesi 5 veya daha büyük polinomların kökleri için benzer formüller verilemez(Niels Henrik Abel(1802-1829)Norveçli Matematikçi, Genellleştirme:Évariste Galois(1811-1832) Fransız Matematikçi).

- $a_5x^5 + a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0 = 0$ denkleminin çözümü?(Derecesi 5 veya daha büyük polinomların kökleri için benzer formüller verilemez(Niels Henrik Abel(1802-1829)Norveçli Matematikçi, Genellleştirme:Évariste Galois(1811-1832) Fransız Matematikçi).
- $AX = b$ denklem sisteminin çözümü veya en genel olarak

- $a_5x^5 + a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0 = 0$ denkleminin çözümü?(Derecesi 5 veya daha büyük polinomların kökleri için benzer formüller verilemez(Niels Henrik Abel(1802-1829)Norveçli Matematikçi, Genellleştirme:Évariste Galois(1811-1832) Fransız Matematikçi).
- $AX = b$ denklem sisteminin çözümü veya en genel olarak
- $F(X) = 0$ nonlineer sisteminin çözümü?

- $a_5x^5 + a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0 = 0$ denkleminin çözümü?(Derecesi 5 veya daha büyük polinomların kökleri için benzer formüller verilemez(Niels Henrik Abel(1802-1829)Norveçli Matematikçi, Genellleştirme:Évariste Galois(1811-1832) Fransız Matematikçi).
- $AX = b$ denklem sisteminin çözümü veya en genel olarak
- $F(X) = 0$ nonlineer sisteminin çözümü?
- $\int_0^1 \sin^2(x)dx$ integralinin sonucu?

- $a_5x^5 + a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0 = 0$ denkleminin çözümü?(Derecesi 5 veya daha büyük polinomların kökleri için benzer formüller verilemez(Niels Henrik Abel(1802-1829)Norveçli Matematikçi, Genellleştirme:Évariste Galois(1811-1832) Fransız Matematikçi).
- $AX = b$ denklem sisteminin çözümü veya en genel olarak
- $F(X) = 0$ nonlineer sisteminin çözümü?
- $\int_0^1 \sin^2(x)dx$ integralinin sonucu?
- $(x_0, y_0), (x_1, y_1), ..., (x_n, y_n)$ noktalarından geçen polinomun belirlenmesi?

- $a_5x^5 + a_4x^4 + a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0 = 0$ denkleminin çözümü?(Derecesi 5 veya daha büyük polinomların kökleri için benzer formüller verilemez(Niels Henrik Abel(1802-1829)Norveçli Matematikçi, Genellleştirme:Évariste Galois(1811-1832) Fransız Matematikçi).
- $AX = b$ denklem sisteminin çözümü veya en genel olarak
- $F(X) = 0$ nonlineer sisteminin çözümü?
- $\int\limits_0^1 \sin^2(x)dx$ integralinin sonucu?
- $(x_0, y_0), (x_1, y_1), ..., (x_n, y_n)$ noktalarından geçen polinomun belirlenmesi?
- $$\begin{aligned} y\prime &= t - y^2, t \in (a, b) \\ y(a) &= y_0 \end{aligned}$$

  başlangıç değer probleminin çözümünün belirlenmesi?

Kalitatif Analiz

- Çözümü elde etmeden, çözüm hakkında bilgi edinmek.Örneği

$$\begin{aligned} y' &= y(1-y) \\ y(0) &= y_0 \end{aligned}$$

problemini gözönüne alalım. $y_0 > 1$ için denklemin sağ tarafı negatif olup, $y\prime < 0$ dır. Dolayısıyla çözüm eğrileri artan t değerleri için azalarak $y = 1$ asimtotuna yaklaşırlar.

Kalitatif Analiz

- Çözümü elde etmeden, çözüm hakkında bilgi edinmek.Örneği

$$\begin{aligned} y' &= y(1-y) \\ y(0) &= y_0 \end{aligned}$$

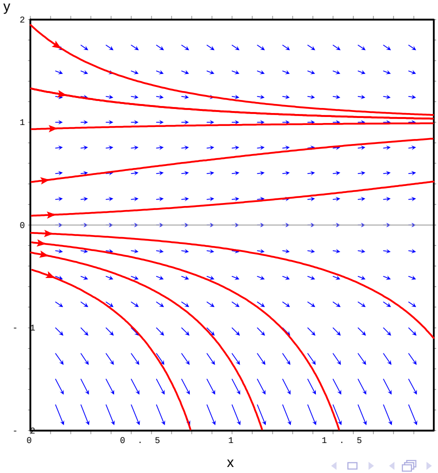
  problemini gözönüne alalım. $y_0 > 1$ için denklemin sağ tarafı negatif olup, $y\prime < 0$ dır. Dolayısıyla çözüm eğrileri artan t değerleri için azalarak $y = 1$ asimtotuna yaklaşırlar.
- $0 < y_0 < 1$ için denklemin sağ tarafı pozitif, yani $y\prime > 0$ olup, çözüm eğrileri artarak $y = 1$ asimtotuna yaklaşırlar.

- Çözümü elde etmeden, çözüm hakkında bilgi edinmek.Örneği

$$\begin{aligned} y' &= y(1-y) \\ y(0) &= y_0 \end{aligned}$$

  problemini gözönüne alalım. $y_0 > 1$ için denklemin sağ tarafı negatif olup, $y\prime < 0$ dır. Dolayısıyla çözüm eğrileri artan t değerleri için azalarak $y = 1$ asimtotuna yaklaşırlar.
- $0 < y_0 < 1$ için denklemin sağ tarafı pozitif, yani $y\prime > 0$ olup, çözüm eğrileri artarak $y = 1$ asimtotuna yaklaşırlar.
- Öte yandan $y_0 < 0$ için denklemin sağ yanı negatif olacağı için çözüm eğrilerinin devamlı olarak azalması gerektiği, çözümü belirlemeksizin anlaşılmaktadır.

- Gerçekten de aşağıda Maxima fonksiyonu plotdf fonksiyonu yardımıyla elde ettiğimiz çözüm eğrileri tahmin edilen davranışı sergilemektedirler.



Sembolik analiz

- Sembolik analitiz, analitik yöntemlerin bilgisayar ortamında bilgisayar cebir sistemi adı verilen yazılımlar yardımıyla geçekleştirilen analiz yöntemidir.

Sembolik analiz

- Sembolik analitiz, analitik yöntemlerin bilgisayar ortamında bilgisayar cebir sistemi adı verilen yazılımlar yardımıyla geçekleştirilen analiz yöntemidir.
- Analitik çözümü kolayca elde edilebilen aşağıdaki başlangıç değer probleminin Maxima ile çözümünün nasıl elde edildiği aşağıda görülmektedir.

Sembolik analiz

- $$\begin{aligned} y'' + y' &= x \\ y(0) &= 0, y'(0) = 0 \end{aligned}$$

Sembolik analiz

- $$\begin{aligned} y'' + y' &= x \\ y(0) &= 0, y'(0) = 0 \end{aligned}$$

```
(%i2) denk:'diff(y,x,2)+'diff(y,x)=x;
```

(%o2) $\frac{d^2}{d\,x^2}\,y+\frac{d}{d\,x}\,y=x$

```
(%i3) ode2(denk,y,x);
```

(%o3) $y=\%k2\,\%e^{-x}+\frac{x^2-2\,x+2}{2}+\%k1$

```
(%i4) ic2(%,x=0,y=0,'diff(y,x)=0);
```

(%o4) $y=\frac{x^2-2\,x+2}{2}-\%e^{-x}$

-

Sayısal Analiz süreci

- uygun bir matematiksel dille ifade edilmiş bir problem

Sayısal Analiz süreci

- uygun bir matematiksel dille ifade edilmiş bir problem
- problemin çözümü için gerekli sayısal yöntem

Sayısal Analiz süreci

- uygun bir matematiksel dille ifade edilmiş bir problem
- problemin çözümü için gerekli sayısal yöntem
- söz konusu sayısal yöntem için geliştirilen algoritma

Sayısal Analiz süreci

- uygun bir matematiksel dille ifade edilmiş bir problem
- problemin çözümü için gerekli sayısal yöntem
- söz konusu sayısal yöntem için geliştirilen algoritma
- algoritmanın uygun bir programlama diline dönüştürülmüş programı

Sayısal Analiz süreci

- uygun bir matematiksel dille ifade edilmiş bir problem
- problemin çözümü için gerekli sayısal yöntem
- söz konusu sayısal yöntem için geliştirilen algoritma
- algoritmanın uygun bir programlama diline dönüştürülmüş programı
- Programın örnek problemler üzerinde test edilmesi(uygulama)

Sayısal Analiz süreci

- uygun bir matematiksel dille ifade edilmiş bir problem
- problemin çözümü için gerekli sayısal yöntem
- söz konusu sayısal yöntem için geliştirilen algoritma
- algoritmanın uygun bir programlama diline dönüştürülmüş programı
- Programın örnek problemler üzerinde test edilmesi(uygulama)
- sonuç, yorum ve yöntemin kritiği(kısıtlamaları) ile mümkünse alternatif yöntem arayışları

Sayısal Analiz süreci(Örnek-I:Sıfır yerini içeren aralığı belirleme problemi)

- **Problem**:Verilen bir fonksiyonun, verilen bir x_0 noktası komşuluğunda reel sıfıryerini(eğer mevcutsa) içeren $[a, b]$ aralığını belirleme problemi

Sayısal Analiz süreci(Örnek-I:Sıfır yerini içeren aralığı belirleme problemi)

- **Problem**:Verilen bir fonksiyonun, verilen bir x_0 noktası komşuluğunda reel sıfıryerini(eğer mevcutsa) içeren $[a, b]$ aralığını belirleme problemi
- **Sayısal yöntem(**sağ veya sol yönde tarama**):** x_0 noktasını içeren uygun bir $[x\min, x\max] = [x_0 - R, x_0 + R]$, $R > 0$ *sabit*, kümesine sıfıryeri tarama aralığı adı verelim. $x = x_0$ noktasından başlayarak önce sağa doğru, uygun bir h adım uzunluklu

$$x, x + h, x + 2h, \ldots$$

ile tanımlanan noktalarda,

$$f(x)f(x + h) <= 0$$

eşitsizliğini sağlayan ilk $(x, x + h)$ nokta çiftini belirleyelim. Bu durumda $a = x$, $b = x + h$ dır.

Sayısal Analiz süreci(Örnek-I:Sıfır yerini içeren aralığı belirleme problemi)

- Eğer belirtilen kriterleri sağlayan nokta çifti bulunamaz ise, bu durumda $x = x_0$ noktasından başlayarak,

$$x, x-h, x-2h, \dots$$

ile tanımlanan noktalarda

$$f(x-h)f(x) <= 0$$

yukarıdaki eşitsizliğin sağlandığı ilk $(x-h, x)$ nokta çiftini belirleyelim. Bu durumda $a = x - h$, $b = x$dir.

Sayısal Analiz süreci(Örnek-I:Sıfır yerini içeren aralığı belirleme problemi)

- Eğer belirtilen kriterleri sağlayan nokta çifti bulunamaz ise, bu durumda $x = x_0$ noktasından başlayarak,

$$x, x-h, x-2h, \ldots$$

ile tanımlanan noktalarda

$$f(x-h)f(x) <= 0$$

yukarıdaki eşitsizliğin sağlandığı ilk $(x-h, x)$ nokta çiftini belirleyelim. Bu durumda $a = x - h$, $b = x$dir.

- Eğer sol yönde tarama işleminde de belirtilen kriteri sağlayan nokta çifti bulunamaz ise bu durumda $[x\min, x\max]$ tarama aralığında sıfıryerini içeren alt aralık belirlenememiş olur.

Örnek-I:algoritma

- Algoritma sayısal yöntemin hangi adımlar takip edilerek, nasıl uygulanacağını ifade eder. Algoritma

Örnek-I:algoritma

- Algoritma sayısal yöntemin hangi adımlar takip edilerek, nasıl uygulanacağını ifade eder. Algoritma
    - kullanıcıdan Girdi(input) adı verilen verilerin alınması

Örnek-I:algoritma

- Algoritma sayısal yöntemin hangi adımlar takip edilerek, nasıl uygulanacağını ifade eder. Algoritma
  - kullanıcıdan Girdi(input) adı verilen verilerin alınması
  - yöntemin icrası için gerekli her bir adım ile

Örnek-I:algoritma

- Algoritma sayısal yöntemin hangi adımlar takip edilerek, nasıl uygulanacağını ifade eder. Algoritma
  - kullanıcıdan Girdi(input) adı verilen verilerin alınması
  - yöntemin icrası için gerekli her bir adım ile
  - kullanıcıya iletilecek sonuçların(Çıktı veya Output) açık ve net bir biçimde ifade edildiği komutlar kümesidir.

Örnek-I:Algoritma

- Girdi : f, x_0
- Varsayılan parametreler:
- $R = 10$ varsayılan tarama yarıçapı
- $x_{\text{min}} = x_0 - R, x_{\text{max}} = x_0 + R$ sıfıryeri tarama aralıği
- $h = 0.1$ ardışık noktalar arası mesafe, $x = x_0$ ilk tahmini değer
- Sağ yönde tarama:
- $x < x_{\text{max}}$ olduğu sürece
  1. eğer $f(x)f(x+h) \leq 0$ ise $a = x$ ve $b = x + h$ tanımla ve çık
  2. değilse $x = x + h$ olarak tanımla ve 1 e git

Örnek-I:Algoritma

- Sol yönde tarama
- $x = x_0$,
- $x > x_{\min}$ olduğu sürece
  1. eğer $f(x-h)f(x) \leq 0$ ise $a = x - h$ ve $b = x$ tanımla ve çık
  2. değilse $x = x - h$ olarak tanımla ve 1 e git
- Sıfır yeri için tahmini aralık bulunamadı yaz ve çık.

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\,\mathrm{max}$

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if \quad f(x) * f(x+h) <= 0 \ a = x; b = x + h; return;$

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if \quad f(x) * f(x+h) <= 0 \ a = x; b = x + h; return;$
- *else*

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if\ \ f(x) * f(x+h) <= 0\ a = x; b = x + h; return;$
- $else$
- $x = x + h; end$

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if\ \ f(x) * f(x+h) <= 0\ a = x; b = x + h; return;$
- $else$
- $x = x + h; end$
- end

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if \quad f(x) * f(x+h) <= 0 \ a = x; b = x + h; return;$
- $else$
- $x = x + h; end$
- end
- $x = x0;$

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if \quad f(x) * f(x+h) <= 0\ a = x; b = x + h; return;$
- $else$
- $x = x + h; end$
- end
- $x = x0;$
- $while\ x > x\min$

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if \quad f(x) * f(x+h) <= 0\ \ a = x; b = x + h; return;$
- $else$
- $x = x + h; end$
- end
- $x = x0;$
- $while\ x > x\min$
- $if \ \ f(x-h) * f(x) <= 0\ \ a = x - h; b = x; \ \ return;$

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if\quad f(x) * f(x+h) <= 0\ a = x; b = x + h; return;$
- $else$
- $x = x + h; end$
- end
- $x = x0;$
- $while\ x > x\min$
- $if\ \ f(x-h) * f(x) <= 0\ a = x - h; b = x;\ \ return;$
- $else$

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if\ \ f(x) * f(x+h) <= 0\ a = x; b = x + h; return;$
- $else$
- $x = x + h; end$
- end
- $x = x0;$
- $while\ x > x\min$
- $if\ f(x-h) * f(x) <= 0\ a = x - h; b = x;\ return;$
- $else$
- $x = x - h;\ end$

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if\ \ f(x) * f(x+h) <= 0\ a = x; b = x + h; return;$
- $else$
- $x = x + h; end$
- end
- $x = x0;$
- $while\ x > x\min$
- $if\ \ f(x-h) * f(x) <= 0\ a = x - h; b = x;\ \ return;$
- $else$
- $x = x - h;\ \ end$
- end

Örnek-I:Kod

- function X=bul(f,x0)
- $x = x0; R = 10;$
- $xmin = x0 - R; xmax = x0 + R; h = 0.1;$
- $while\ x < x\max$
- $if\ \ f(x) * f(x+h) <= 0\ a = x; b = x + h; return;$
- $else$
- $x = x + h; end$
- end
- $x = x0;$
- $while\ x > x\min$
- $if\ f(x-h) * f(x) <= 0\ a = x - h; b = x;\ return;$
- $else$
- $x = x - h;\ end$
- end
- $disp('sifir\ yerini\ iceren\ aralik\ bulunamadi'); a = []; b = [];$

Örnek-I:Test

- $f(x) = exp(x) - x - 4$ fonksiyonunun $x_0 = 0$ noktası komşuluğundaki sıfıryerini içeren ve $h = 0.1$ uzunluklu $[a, b]$ aralığını belirleyiniz.

Örnek-I: Test

- $f(x) = exp(x) - x - 4$ fonksiyonunun $x_0 = 0$ noktası komşuluğundaki sıfıryerini içeren ve $h = 0.1$ uzunluklu $[a, b]$ aralığını belirleyiniz.
-
```
>> f=inline('exp(x)-x-4')
f =
Inline function:
f(x) = exp(x)-x-4
>> X=bul(f,0)
X= 1.7000 1.8000
```

Sayısal Analiz süreci(Örnek-I:Test)

- $f(x) = log(x) - x + 4$ fonksiyonunun $x_0 = 10$ noktası komşuluğundaki sıfıryerini içeren ve $h = 0.1$ uzunluklu $[a, b]$ aralığını belirleyiniz.

- $f(x) = log(x) - x + 4$ fonksiyonunun $x_0 = 10$ noktası komşuluğundaki sıfıryerini içeren ve $h = 0.1$ uzunluklu $[a, b]$ aralığını belirleyiniz.
-
```
>> f=inline('log(x)-x+4')
f =
Inline function:
f(x) = log(x)-x+4
>> X=bul(f,10)
X=5.7000 5.8000
```

Örnek-I:Kısıtlamalar, alternatif arayışlar

- Süreksiz fonksiyonlar için süreksizlik noktalarını içeren aralık yukarıda tanımlanan yöntem ile yanlışlıkla sıfıryeri olarak yorumlanabilir. Örneğin $f(x) = 1/x$ fonsiyonuna sıfır noktasını içeren bir aralıkta yöntem uygulandığı taktirde bu tür bir yanlış sonuç oluşabilir. Yöntem sürekli fonksiyonlar için aradeğer teoremini esas aldığı için sadece sürekli fonksiyonlara uygulanabilir.

Örnek-I:Kısıtlamalar, alternatif arayışlar

- Süreksiz fonksiyonlar için süreksizlik noktalarını içeren aralık yukarıda tanımlanan yöntem ile yanlışlıkla sıfıryeri olarak yorumlanabilir. Örneğin $f(x) = 1/x$ fonsiyonuna sıfır noktasını içeren bir aralıkta yöntem uygulandığı taktirde bu tür bir yanlış sonuç oluşabilir. Yöntem sürekli fonksiyonlar için aradeğer teoremini esas aldığı için sadece sürekli fonksiyonlara uygulanabilir.
- Yöntem sürekli fonksiyonlar için aradeğer teoremini esas almaktadır ve sadece sıfır noktası komşuluğunda işaret değiştiren sıfır yerlerini(basit yani tek katlı sıfıryerlerini) belirlemek amacıyla kullanılabilir, fakat $f(x) = x^2$ gibi çift katlı sıfıryerlerine sahip olan, yani sıfıryeri komşuluğunda işaret değiştirmeyen fonksiyonların sıfıryerlerinin belirlenmesinde kullanılamaz.

- Yöntem yukarıda bahsedilen durumlar için de uygulanabilecek şekilde geliştirilebilir.

- Yöntem yukarıda bahsedilen durumlar için de uygulanabilecek şekilde geliştirilebilir.
- **Problem(Sıfıryeri belirleme problemi)**:*f fonksiyonu $[a, b]$ aralığında tanımlı ve aralığının uç noktalarında işaret değiştiren ($f(a)f(b) < 0$) sürekli bir fonksiyon olsun. Fonksiyonun $[a, b]$ aralığındaki sıfır yerini ϵ hatası ile belirleyiniz.*

Sayısal Analiz süreci(Örnek-II)

- Yöntem yukarıda bahsedilen durumlar için de uygulanabilecek şekilde geliştirilebilir.
- **Problem(Sıfıryeri belirleme problemi)**:*f fonksiyonu $[a, b]$ aralığında tanımlı ve aralığının uç noktalarında işaret değiştiren ($f(a)f(b) < 0$) sürekli bir fonksiyon olsun. Fonksiyonun $[a, b]$ aralığındaki sıfır yerini ϵ hatası ile belirleyiniz.*
- Sürekli fonksiyonlar için ara değer teoremi→çözüm mevcut

- Bu yöntem ile $[a, b]$ aralığı ile başlayarak,

Örnek-II:Sayısal yöntem(ikiye bölme yöntemi)

- Bu yöntem ile $[a, b]$ aralığı ile başlayarak,
- aralık her adımda iki eşit parçaya bölünür ve

Örnek-II:Sayısal yöntem(ikiye bölme yöntemi)

- Bu yöntem ile $[a, b]$ aralığı ile başlayarak,
- aralık her adımda iki eşit parçaya bölünür ve
- fonksiyonun işaret değiştirdiği alt aralık belirlenir.

Örnek-II:Sayısal yöntem(ikiye bölme yöntemi)

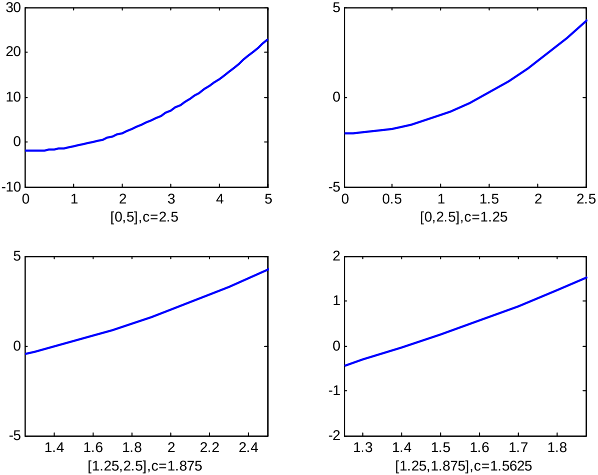
- Bu yöntem ile $[a, b]$ aralığı ile başlayarak,
- aralık her adımda iki eşit parçaya bölünür ve
- fonksiyonun işaret değiştirdiği alt aralık belirlenir.
- aralık bölme işlemine fonksiyonun işaret değiştirdiği yeni aralık ile devam edilir.

Örnek-II:Sayısal yöntem(ikiye bölme yöntemi)

- $f(x) = x^2 - 2$, $[a, b] = [0, 5]$ fonksiyonunun grafiği:

Örnek-II:Sayısal yöntem(ikiye bölme yöntemi)

- $f(x) = x^2 - 2$, $[a, b] = [0, 5]$ fonksiyonunun grafiği:



Örnek-II:algoritma

1. Girdi: f, a, b, ϵ.

Örnek-II:algoritma

1. Girdi: f, a, b, ϵ.
2. $c = (a + b)/2$

Örnek-II:algoritma

1. Girdi: f, a, b, ϵ.
2. $c = (a+b)/2$
3. Eğer $f(a)f(c) < 0$ ise $b = c$, değilse $a = c$

Örnek-II:algoritma

1. Girdi: f, a, b, ϵ.
2. $c = (a+b)/2$
3. Eğer $f(a)f(c) < 0$ ise $b = c$, değilse $a = c$
4. $|f(c)| > \epsilon$ olduğu sürece $a, c, b, f(c)$ değerlerini yaz ve (2) ye git değilse işlemi durdur.

Örnek-II:Program

1. function c=ikibol (f,a,b, epsilon)

Örnek-II:Program

1. function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
2. $c = (a + b)/2; fc = f(c);$

Örnek-II:Program

1. function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
2. $c = (a+b)/2; fc = f(c);$
3. $fprintf(Format, a, c, b, fc);$

Örnek-II:Program

1. function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
2. $c = (a+b)/2; fc = f(c);$
3. $fprintf(Format, a, c, b, fc);$
4. $while\ abs(fc) > epsilon$

Örnek-II:Program

1. function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
2. $c = (a+b)/2; fc = f(c);$
3. $fprintf(Format, a, c, b, fc);$
4. $while\ abs(fc) > epsilon$
5. $if\ \ f(a) * fc < 0$

Örnek-II:Program

1. function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
2. $c = (a+b)/2; fc = f(c);$
3. $fprintf(Format, a, c, b, fc);$
4. $while\ abs(fc) > epsilon$
5. $if\ \ f(a) * fc < 0$
6. $b = c;$

Örnek-II:Program

1. function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
2. $c = (a+b)/2; fc = f(c);$
3. $fprintf(Format, a, c, b, fc);$
4. $while \; abs(fc) > epsilon$
5. $if \;\; f(a) * fc < 0$
6. $b = c;$
7. *else*

Örnek-II:Program

1. function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
2. $\quad c = (a+b)/2; fc = f(c);$
3. $\quad fprintf(Format, a, c, b, fc);$
4. $\quad while\ \ abs(fc) > epsilon$
5. $\qquad if\ \ f(a) * fc < 0$
6. $\qquad\quad b = c;$
7. $\qquad else$
8. $\qquad\quad a = c;$

Örnek-II:Program

1. function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
2. $\qquad c = (a+b)/2; fc = f(c);$
3. $\qquad fprintf(Format, a, c, b, fc);$
4. $\qquad while\ abs(fc) > epsilon$
5. $\qquad\qquad if\ \ f(a) * fc < 0$
6. $\qquad\qquad\quad b = c;$
7. $\qquad\qquad else$
8. $\qquad\qquad\quad a = c;$
9. $\qquad\qquad end$

1. function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
2. $c = (a + b)/2; fc = f(c);$
3. $fprintf(Format, a, c, b, fc);$
4. $while\ abs(fc) > epsilon$
5. $if\ \ f(a) * fc < 0$
6. $b = c;$
7. $else$
8. $a = c;$
9. end
10. $c = (a + b)/2; fc = f(c);$

Örnek-II:Program

```
function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
        c = (a + b)/2; fc = f(c);
        fprintf(Format, a, c, b, fc);
        while abs(fc) > epsilon
            if  f(a) * fc < 0
                b = c;
            else
                a = c;
            end
          c = (a + b)/2; fc = f(c);
          fprintf(Format, a, c, b, fc);
```

Örnek-II:Program

```
function c=ikibol (f,a,b, epsilon)
        c = (a + b)/2; fc = f(c);
        fprintf(Format, a, c, b, fc);
        while abs(fc) > epsilon
                if f(a) * fc < 0
                        b = c;
                else
                        a = c;
                end
          c = (a + b)/2; fc = f(c);
         fprintf(Format, a, c, b, fc);
       end
```

Örnek-II:Uygulama

- $f(x) = e^x - (x+2)$ fonksiyonunu $[0,2]$aralığındaki sıfıryerini ikiye bölme yöntemi yardımıyla belirleyelim.f fonksiyonunu

Örnek-II:Uygulama

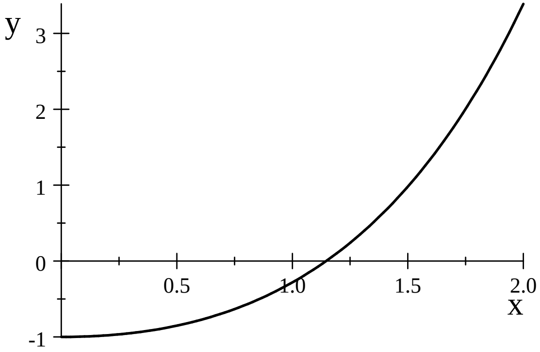
- $f(x) = e^x - (x+2)$ fonksiyonunu $[0,2]$aralığındaki sıfıryerini ikiye bölme yöntemi yardımıyla belirleyelim.f fonksiyonunu
-

$$f = inline('exp(x) - (x+2)');$$

komutu ile tanımlayalım.

Örnek-II:Uygulama

- $f(x) = e^x - (x+2)$ fonksiyonunu $[0,2]$aralığındaki sıfıryerini ikiye bölme yöntemi yardımıyla belirleyelim.f fonksiyonunu
-
$$f = inline('exp(x) - (x+2)');$$
komutu ile tanımlayalım.



Örnek-II: Uygulama

- Programı çalıştırarak, $a, c, b, f(c)$ değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

```
>>ikibol(f,0,2,1e-4)
0.000000 1.000000 2.000000 -0.281718
1.000000 1.500000 2.000000 0.981689
1.000000 1.250000 1.500000 0.240343
1.000000 1.125000 1.250000 -0.044783
....... ........ ........ ..........
1.146193 1.146193 1.146193 0.000000
```

ans=1.1462

Örnek-II: Uygulama

- Programı çalıştırarak, $a, c, b, f(c)$ değerleri aşağıdaki gibi elde edilir:

```
>>ikibol(f,0,2,1e-4)
0.000000 1.000000 2.000000 -0.281718
1.000000 1.500000 2.000000 0.981689
1.000000 1.250000 1.500000 0.240343
1.000000 1.125000 1.250000 -0.044783
....... ........ ........ ..........
1.146193 1.146193 1.146193 0.000000
```

ans=1.1462

- Virgülden sonra onbeş basamağa kadar sıfıryeri için yaklaşım $c = 1.146193220620583$ dir.

Örnek-II:Yakınsaklık Analizi

- Yöntemin söz konusu aralıktaki sıfıryerini her zaman belirleyip ya da belirleyemeyeceği(Teorem 1) Sıfıryerini belirleyebilme hızı(orta noktalardan oluşan dizinin yakınsama hızı).

Örnek-II:Yakınsaklık Analizi

- Yöntemin söz konusu aralıktaki sıfıryerini her zaman belirleyip ya da belirleyemeyeceği(Teorem 1) Sıfıryerini belirleyebilme hızı(orta noktalardan oluşan dizinin yakınsama hızı).

Teorem 1

f fonksiyonu $[a, b] = [a_1, b_1]$ aralığının uç noktalarında işaret değiştiren sürekli bir fonksiyon ve r de fonksiyonun her n için $f(a_n)f(b_n) < 0$ şartını sağlayan $[a_n, b_n]$ aralığındaki sıfıryeri ve $\{c_n\}_{n=1}^{\infty}$ ise $c_n = (a_n + b_n)/2$ ile tanımlanan orta noktalar dizisi olsun. Bu taktirde

$$\lim_{n\to\infty} c_n = r$$

dir.

Örnek-II:Yakınsaklık Analizi

Teorem 2

r sıfıryeri için

$$|r - c_n| \le \frac{b_n - a_n}{2}$$

olduğu açıktır. Öte yandan her bir alt aralığın uzunluğu önceki alt aralığın uzunluğunun yarısına eşit olduğundan

$$|r - c_n| \le \frac{b_n - a_n}{2} = \frac{b_{n-1} - a_{n-1}}{2^2} = \cdots = \frac{b_1 - a_1}{2^n}$$

elde ederiz. Yukarıdaki eşitsizlikten $\lim_{n\to\infty} |r - c_n| = 0$ elde ederiz. Öte yandan

$$-|r - c_n| \le r - c_n \le |r - c_n|$$

eşitsizliği ve Sıkıştırma teoreminden sonuç açıkça görülür.

Örnek-II:Yakınsaklık Analizi

Tanım 1

Bir r noktasına yakınsayan $\{c_n\}_{n=0}^{\infty}$ *dizisi verilmiş olsun. Eğer her* $n \geq N$ *için*

$$|r - c_{n+1}| \leq \alpha |r - c_n|^{\beta}$$

eşitsizliği sağlanacak biçimde $\alpha > 0, \beta \geq 1$ *reel sayıları ve* $N > 0$ *tamsayısı mevcutsa* $\{c_n\}_{n=1}^{\infty}$ *dizisi* β*-ıncı basamaktan yakınsak bir dizidir denir.* $\beta = 1$ *olması durumunda yakınsama için* $\alpha \in (0,1)$ *olmalıdır ve bu durumda diziye lineer yakınsak dizi adı verilir.* $\beta = 2$ *olması durumda ise diziye kuadratik yakınsak dizi adı verilir.*

Örnek-II:Yakınsaklık Analizi

- İkiye bölme yöntemi için

$$|r - c_{n+1}| \leq \frac{b_{n+1} - a_{n+1}}{2} = \frac{1}{2}\frac{b_n - a_n}{2}$$

ve

$$|r - c_n| \leq \frac{b_n - a_n}{2}$$

eşitsizliklerini karşılaştırarak

$$|r - c_{n+1}| \cong \frac{1}{2}|r - c_n|$$

elde ederiz. O halde yöntem **lineer olarak yakınsaktır**. $|r - c_{n+1}|/|r - c_n| \cong \frac{1}{2}$ sabiti ise **ortalama yakınsaklık oranı** olarak tanımlanır.

Örnek-II: Alternatif Arayışlar: **Kirişle Bölme Yöntem**

- Genellikle *Regula Falsi* olarak bilinen yöntem, her adımda aralığı orta noktasından ikiye bölmek yerine,

Örnek-II: Alternatif Arayışlar: **Kirişle Bölme Yöntem**

- Genellikle *Regula Falsi* olarak bilinen yöntem, her adımda aralığı orta noktasından ikiye bölmek yerine,
- $(a, f(a)), (b, f(b))$ noktalarını birleştiren kirişin x eksenini kesim noktası yardımıyla aralığı iki alt parçaya böler ve söz konusu kesim noktasını sıfır yeri için yaklaşımlar dizisinin bir elemanı olarak kabul eder.

- Diğer bir değimle, $(a, f(a)), (b, f(b))$ noktalarından geçen birinci dereceden polinomun sıfır yeri, fonksiyon sıfır yeri için bir yaklaşım olarak kabul edilir.

Örnek-II: Alternatif Arayışlar:**Kirişle Bölme Yöntem**

- Diğer bir değimle, $(a, f(a)), (b, f(b))$ noktalarından geçen birinci dereceden polinomun sıfır yeri, fonksiyon sıfır yeri için bir yaklaşım olarak kabul edilir.
- Kirişin ekseni kesim noktasını belirlemek için öncelikle kiriş denklemini gözönüne alalım:

$$y = f(a) + \frac{f(b) - f(a)}{b - a}(x - a)$$

Örnek-II: Alternatif Arayışlar:**Kirişle Bölme Yöntem**

- Diğer bir değimle, $(a, f(a)), (b, f(b))$ noktalarından geçen birinci dereceden polinomun sıfır yeri, fonksiyon sıfır yeri için bir yaklaşım olarak kabul edilir.
- Kirişin ekseni kesim noktasını belirlemek için öncelikle kiriş denklemini gözönüne alalım:

$$y = f(a) + \frac{f(b) - f(a)}{b - a}(x - a)$$

- Bu doğrunun $x = c$ olarak adlandıracağımız x eksenini kesim noktası, $y = 0$ alarak

$$c = a - f(a)\frac{(b - a)}{f(b) - f(a)} \tag{1}$$

elde ederiz.

Örnek-II: Alternatif Arayışlar:**Kirişle Bölme Yöntem**

- Diğer bir değimle, $(a, f(a)), (b, f(b))$ noktalarından geçen birinci dereceden polinomun sıfır yeri, fonksiyon sıfır yeri için bir yaklaşım olarak kabul edilir.
- Kirişin ekseni kesim noktasını belirlemek için öncelikle kiriş denklemini gözönüne alalım:

$$y = f(a) + \frac{f(b) - f(a)}{b - a}(x - a)$$

- Bu doğrunun $x = c$ olarak adlandıracağımız x eksenini kesim noktası, $y = 0$ alarak

$$c = a - f(a)\frac{(b - a)}{f(b) - f(a)} \tag{1}$$

  elde ederiz.
- $|f(c)| > \textit{epsilon}$ olduğu sürece işleme devam edilir.(Daha etki sonuçlandırma kriterleri düşünülebilir).

Örnek-II: Alternatif Arayışlar:**Kiriş(secant) yöntemi**)

- *Sekant(secant(kiriş))* olarak bilinen yöntem, Kirişle bölme yöntemindeki sıfır yerini içeren aralıkla başlayarak, her adımda sıfıyerini içeren alt aralıkla devam etme kısıtlamalarını kaldırarak, sıfır yeri komşuluğunda seçilen herhangi iki a ve b noktası ile başlayarak (1) ile belirlenen c noktasını yeni yaklaşım olarak kabul eder.

Örnek-II: Alternatif Arayışlar:**Kiriş(secant) yöntemi**)

- *Sekant(secant(kiriş))* olarak bilinen yöntem, Kirişle bölme yöntemindeki sıfır yerini içeren aralıkla başlayarak, her adımda sıfıyerini içeren alt aralıkla devam etme kısıtlamalarını kaldırarak, sıfır yeri komşuluğunda seçilen herhangi iki a ve b noktası ile başlayarak (1) ile belirlenen c noktasını yeni yaklaşım olarak kabul eder.
- Bir sonraki adımda a noktası, önceki adımın b noktası, b noktası ise önceki adımın c noktası olarak seçilmek suretiyle işleme devam edilir.

- *Sekant(secant(kiriş))* olarak bilinen yöntem, Kirişle bölme yöntemindeki sıfır yerini içeren aralıkla başlayarak, her adımda sıfıyerini içeren alt aralıkla devam etme kısıtlamalarını kaldırarak, sıfır yeri komşuluğunda seçilen herhangi iki a ve b noktası ile başlayarak (1) ile belirlenen c noktasını yeni yaklaşım olarak kabul eder.
- Bir sonraki adımda a noktası, önceki adımın b noktası, b noktası ise önceki adımın c noktası olarak seçilmek suretiyle işleme devam edilir.
- $|f(c)| > epsilon$ olduğu sürece işleme devam edilir.(Daha etkin sonuçlandırma kriterleri düşünülebilir). Kriteri sağlamayan ilk c değeri sıfır yeri olarak kabul edilebilir.

Örnek-II: Alternatif Arayışlar:Kiriş yöntemi geliştirebilir mi?

- Sıfır yeri komşuluğunda iki nokta yerine, x_0, x_1 ve x_2 gibi üç nokta alarak,

Örnek-II: Alternatif Arayışlar:Kiriş yöntemi geliştirebilir mi?

- Sıfır yeri komşuluğunda iki nokta yerine, x_0, x_1 ve x_2 gibi üç nokta alarak,
- $(x_0, f(x_0)), (x_1, f(x_1)), (x_2, f(x_2))$ noktalarından geçen ikinci dereceden polinomun x_3 ile göstereceğimiz sıfır yerini fonksiyonun sıfır yeri için yaklaşım kabul edelim.

Örnek-II: Alternatif Arayışlar:Kiriş yöntemi geliştirebilir mi?

- Sıfır yeri komşuluğunda iki nokta yerine, x_0, x_1 ve x_2 gibi üç nokta alarak,
- $(x_0, f(x_0)), (x_1, f(x_1)), (x_2, f(x_2))$ noktalarından geçen ikinci dereceden polinomun x_3 ile göstereceğimiz sıfır yerini fonksiyonun sıfır yeri için yaklaşım kabul edelim.
- Bir sonraki adımda $x_0 = x_1, x_1 = x_2, x_2 = x_3$ alarak işleme devam edelim.

Örnek-II: Alternatif Arayışlar:Kiriş yöntemi geliştirebilir mi?

- Sıfır yeri komşuluğunda iki nokta yerine, x_0, x_1 ve x_2 gibi üç nokta alarak,
- $(x_0, f(x_0)), (x_1, f(x_1)), (x_2, f(x_2))$ noktalarından geçen ikinci dereceden polinomun x_3 ile göstereceğimiz sıfır yerini fonksiyonun sıfır yeri için yaklaşım kabul edelim.
- Bir sonraki adımda $x_0 = x_1, x_1 = x_2, x_2 = x_3$ alarak işleme devam edelim.
- $|f(x_3)| > epsilon$ olduğu sürece işleme devam edelim. Kriteri sağlamayan ilk x_3 değerini sıfır yeri olarak kabul edelim.

- Sıfır yeri komşuluğunda iki nokta yerine, x_0, x_1 ve x_2 gibi üç nokta alarak,
- $(x_0, f(x_0)), (x_1, f(x_1)), (x_2, f(x_2))$ noktalarından geçen ikinci dereceden polinomun x_3 ile göstereceğimiz sıfır yerini fonksiyonun sıfır yeri için yaklaşım kabul edelim.
- Bir sonraki adımda $x_0 = x_1, x_1 = x_2, x_2 = x_3$ alarak işleme devam edelim.
- $|f(x_3)| > epsilon$ olduğu sürece işleme devam edelim. Kriteri sağlamayan ilk x_3 değerini sıfır yeri olarak kabul edelim.
- Yukarıda ana hatlarıyla bahsedilen yöntem Muller yöntemi olarak bilinir([6]).

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

- **Problem**: Verilen bir f fonksiyonunun yine verilen bir x_0 noktası komşuluğundaki sıfıryerini belirleyiniz.

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

- **Problem**: Verilen bir f fonksiyonunun yine verilen bir x_0 noktası komşuluğundaki sıfıryerini belirleyiniz.
- **Yöntem(karma yöntem):** Öncelikle verilen bir f fonksiyonunun yine verilen bir x_0 noktası komşuluğundaki sıfıryerini içeren $[a, b]$ aralığını Örnek 1 de geliştirdiğimiz yöntem ile belirledikten sonra, elde edilen aralığı Örnek 2 deki ikiye bölme yöntemine göndererek fonsiyonunu sıfıryerini belirleyebiliriz.

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

- **Problem**: Verilen bir f fonksiyonunun yine verilen bir x_0 noktası komşuluğundaki sıfıryerini belirleyiniz.
- **Yöntem(karma yöntem):** Öncelikle verilen bir f fonksiyonunun yine verilen bir x_0 noktası komşuluğundaki sıfıryerini içeren $[a, b]$ aralığını Örnek 1 de geliştirdiğimiz yöntem ile belirledikten sonra, elde edilen aralığı Örnek 2 deki ikiye bölme yöntemine göndererek fonsiyonunu sıfıryerini belirleyebiliriz.
- **Algoritma** Yönteme ait algoritma aşağıda verilmektedir.

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

1. Girdi f,x0

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

1. Girdi f,x0
   f nin sıfır yerini içeren [a,b] aralığıÖrnek 1 deki yöntem ile belirle

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

- 1. Girdi f,x0
     f nin sıfır yerini içeren [a,b] aralığıÖrnek 1 deki yöntem ile belirle

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

- 1. Girdi f,x0
     f nin sıfır yerini içeren [a,b] aralığıÖrnek 1 deki yöntem ile belirle
  2. 1. eğer f(a)=0 ise c=a,

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

- 1. Girdi f,x0
     f nin sıfır yerini içeren [a,b] aralığıÖrnek 1 deki yöntem ile belirle
  2. 1. eğer f(a)=0 ise c=a,
     2. değil ve eğer f(b)=0 ise c=b dir,

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

- 1. Girdi f,x0
     f nin sıfır yerini içeren [a,b] aralığıÖrnek 1 deki yöntem ile belirle
  2. 1. eğer f(a)=0 ise c=a,
     2. değil ve eğer f(b)=0 ise c=b dir,
     3. değilse Örnek 2 deki yöntem ile c=ikibol(f,a,b) ile c yi bul

Örnek-III Sayısal Analiz Örneği(Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi)

- 1. Girdi f,x0
     f nin sıfır yerini içeren [a,b] aralığıÖrnek 1 deki yöntem ile belirle
  2. 1. eğer f(a)=0 ise c=a,
     2. değil ve eğer f(b)=0 ise c=b dir,
     3. değilse Örnek 2 deki yöntem ile c=ikibol(f,a,b) ile c yi bul

  :Çıktı: c

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);
- if isempty(X)

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);
- if isempty(X)
- $c = [\,];$ *return*;

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);
- if isempty(X)
- $c = [];\ return;$
- else

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);
- if isempty(X)
- $c = []; \ return;$
- else
- $a = X(1); \ b = X(2);$

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);
- if isempty(X)
- $c = [];\ return;$
- else
- $a = X(1);\ b = X(2);$
- $if\ f(a) == 0\ c = a;$

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);
- if isempty(X)
- $c = [];$ $return;$
- else
- $a = X(1);$ $b = X(2);$
- if $f(a) == 0$ $c = a;$
- $elseif$ $f(b) == 0$ $c = b;$

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);
- if isempty(X)
- $c = []$; *return*;
- else
- $a = X(1)$; $b = X(2)$;
- *if* $f(a) == 0$ $c = a$;
- *elseif* $f(b) == 0$ $c = b$;
- else

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);
- if isempty(X)
- $c = []$; *return*;
- else
- $a = X(1)$; $b = X(2)$;
- *if* $f(a) == 0$ $c = a$;
- *elseif* $f(b) == 0$ $c = b$;
- else
- $c = ikibol(f, a, b)$;

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);
- if isempty(X)
- $c = [];$ $return;$
- else
- $a = X(1);$ $b = X(2);$
- $if\ \ f(a) == 0\ c = a;$
- $elseif\ \ f(b) == 0\ c = b;$
- else
- $c = ikibol(f, a, b);$
- end

Örnek-III: Verilen nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Algoritmaya ait program aşağıda verilmektedir.
- function c=fsifir(f,x0);
- X=bul(f,x0);
- if isempty(X)
- $c = [];\ return;$
- else
- $a = X(1);\ b = X(2);$
- $if\ \ f(a) == 0\ c = a;$
- $elseif\ \ f(b) == 0\ c = b;$
- else
- $c = ikibol(f, a, b);$
- end
- end

Örnek-III: Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- $f(x) = log(x) - x + 4$ fonksiyonunun $x_0 = 4$ noktası komşuluğundaki sıfıryerini belirleyiniz.

Örnek-III: Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- $f(x) = log(x) - x + 4$ fonksiyonunun $x_0 = 4$ noktası komşuluğundaki sıfıryerini belirleyiniz.
-
```
>> f=inline('log(x)-x+4')
f =
Inline function:
f(x) = log(x)-x+4
>> fsifir(f,4)
ans =
5.7490
```

Örnek-III :Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- Aynı işlem MATLAB/OCTAVE fzero fonksiyonu yardımıyla da gerçekleştirilebilir:

  ```
  >> fzero(f,4)
  ans =
  5.7490
  ```

Örnek-III :Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- $f(x) = xsin(1/x)$ fonksiyonunun $x_0 = 4$ noktası komşuluğundaki sıfıryerini belirleyiniz.

Örnek-III :Verilen bir nokta komşuluğundaki sıfır yerini belirleme problemi

- $f(x) = xsin(1/x)$ fonksiyonunun $x_0 = 4$ noktası komşuluğundaki sıfıryerini belirleyiniz.
-
```
>> f=inline('x*sin(1/x)')
f =
Inline function:
f(x) = x*sin(1/x)
>> fsifir(f,4)
ans =
0.3183
```

Kaynaklar

- Atkinson, K. An Introduction to Numerical Analysis, John Wiley & Sons, 1988.
- Coşkun, E. OCTAVE ile Sayısal Hesaplama ve Kodlama(URL:aves.ktu.edu.tr/erhan/dokumanlar).
- Coşkun, E. Maxima ile Sembolik Hesaplama ve Kodlama(URL:aves.ktu.edu.tr/erhan/dokumanlar).
- Coşkun, E. Sayısal Analize Giriş(URL:aves.ktu.edu.tr/erhan/dokumanlar).
- Kincaid, D., Cheney, W., Numerical Analysis, Brooks/Cole, 1991.
- Stoer, J., Bulirsh, R., Introduction to Numerical Analysis, Springer-Verlag, 1976.