



ELEKTRONİK DEVRELERİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE TASARIMI

FİNAL PROJESİ

Hazırlayanlar: İpek Türker - 504032308

Murat Şimşek - 504032208

GİRİŞ

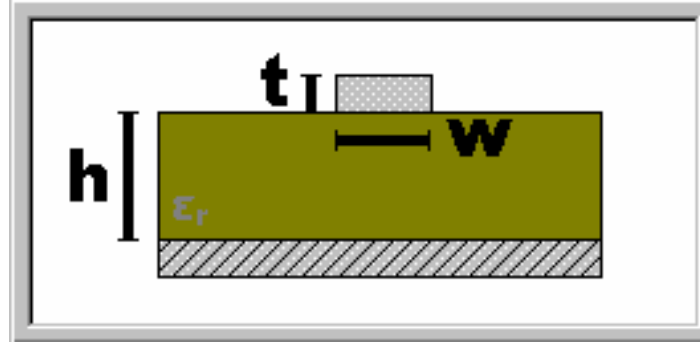
Bu çalışmada tek iletkenli bir Mikroşerit yapının birim uzunluktaki kapasitans (C') değerinin bulunması için iki tip bilgi tabanlı metod kullanılmıştır.

KULLANILAN METODLAR:

- Kaynak Fark Metodu (Source Difference Method)
- Ön Bilgili Giriş Metodu (Prior Knowledge Input –PKI Method)

Bu metodlar çok katmanlı, radyal tabanlı ve dalgacık yapılı ağ modellerine uygulanmıştır.

YSA İLE MODELLENEN MİKROŞERİT YAPI



Şekil-1: Ele alınan mikroşerit yapı ve boyutları

YSA Girişleri:

- İletkenin genişliği (w)
- İletkenin yüksekliği (h)
- Dielektrik malzemenin yüksekliği (t)

YSA Çıkış:

- Birim uzunluktaki kapasitans

YSA Girişlerinin Tesbiti:

$$10^{-3} < w < 12,9 \cdot 10^{-3} \quad [\text{m}]$$

$$0,4 \cdot 10^{-3} < t < 1,59 \cdot 10^{-3} \quad [\text{m}] \quad (\text{Eğitim} + \text{Test için})$$

$$4,4 \cdot 10^{-3} < h < 9,8 \cdot 10^{-3} \quad [\text{m}]$$

Eğitim kümesi boyutu : $[3 \times 100]$,

Test kümesi boyutu : $[3 \times 25]$

Extrapolasyon Uygulaması İçin Giriş Değerleri:

$$(0,9 \cdot 10^{-3} < w < 10^{-3}) \ \& \ (12,9 \cdot 10^{-3} < w < 14 \cdot 10^{-3}) \quad [\text{m}]$$

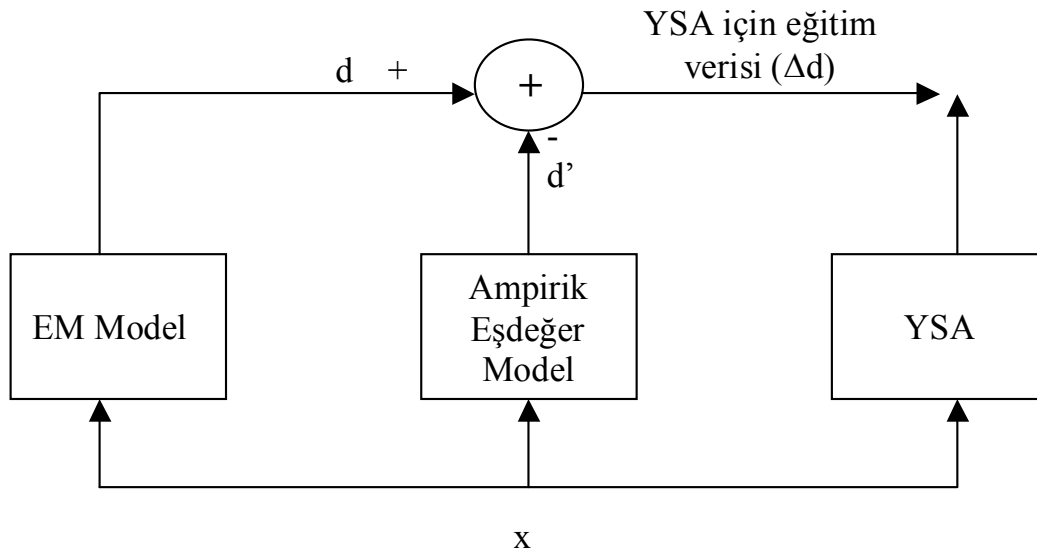
$$(0,2 \cdot 10^{-3} < t < 0,4 \cdot 10^{-3}) \ \& \ (1,59 \cdot 10^{-3} < t < 1,7 \cdot 10^{-3}) \quad [\text{m}] \quad (\text{Test için})$$

$$(3 \cdot 10^{-3} < h < 4,4 \cdot 10^{-3}) \ \& \ (9,8 \cdot 10^{-3} < h < 10,7 \cdot 10^{-3}) \quad [\text{m}]$$

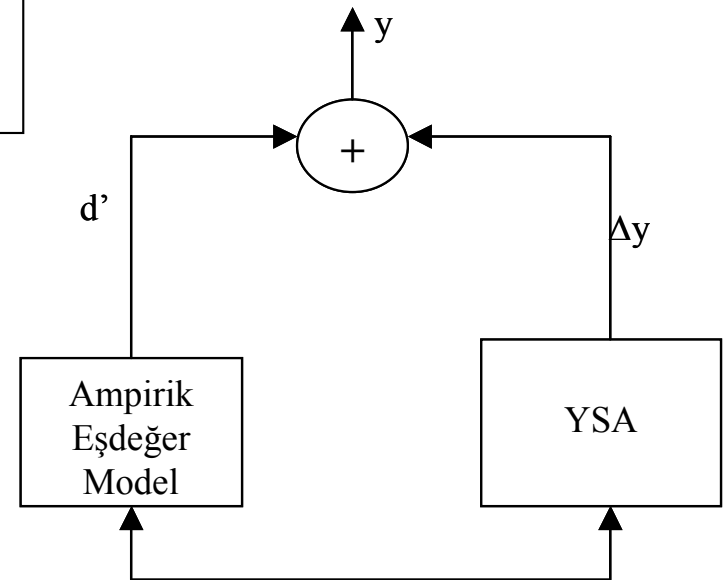
Test kümesi boyutu : $[3 \times 10]$

PKI VE SOURCE DIFFERENCE METODLARI

- Source Difference Metodu:



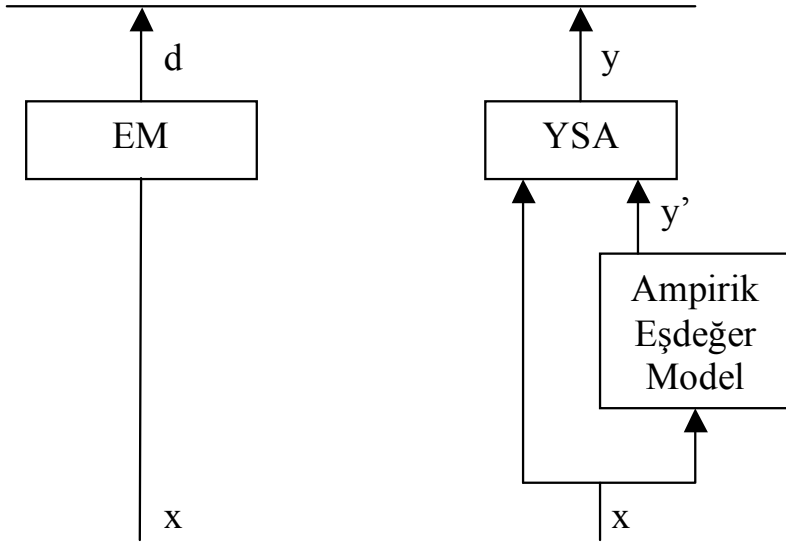
Şekil - 2: Source Difference Metodu ile YSA nın eğitimi



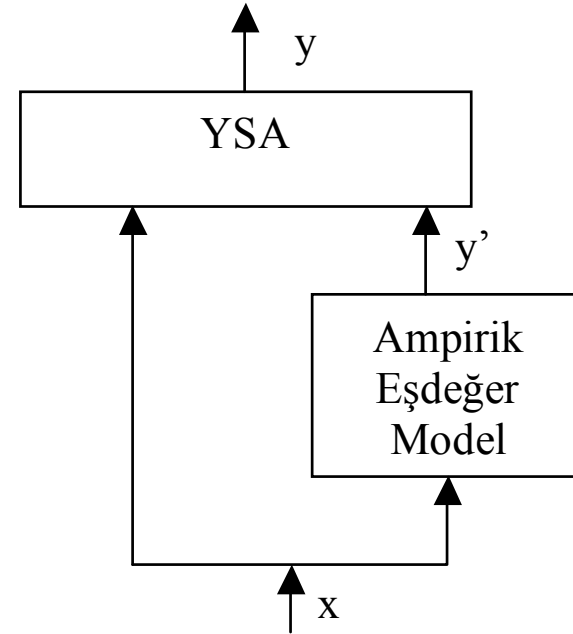
Şekil - 3: Eğitilmiş YSA

PKI VE SOURCE DIFFERENCE METODLARI

- Prior Knowledge Metodu:



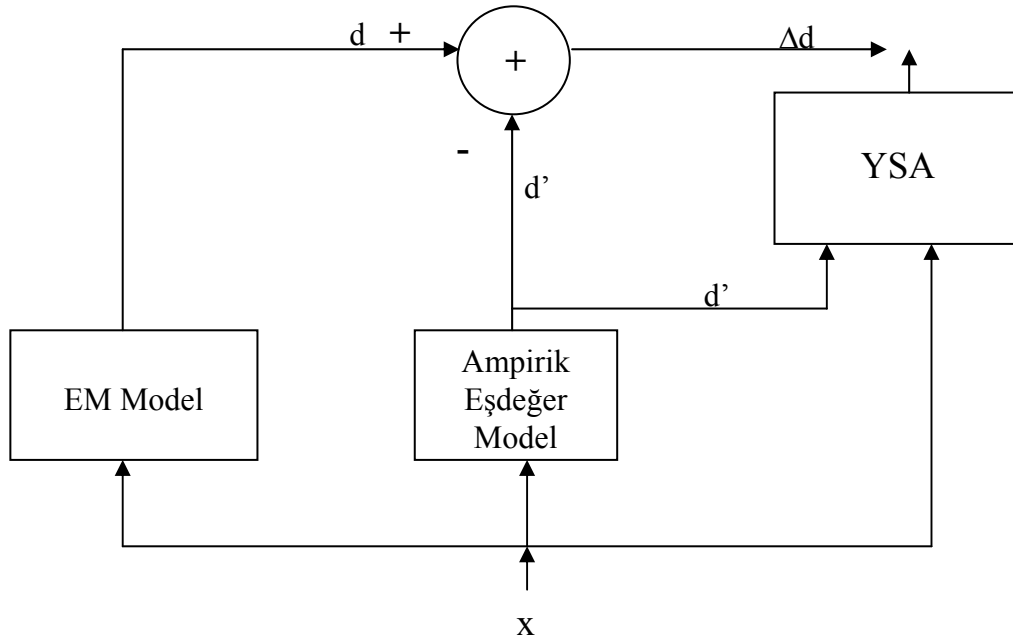
Şekil - 4: PKI Metodu ile YSA nın eğitimi



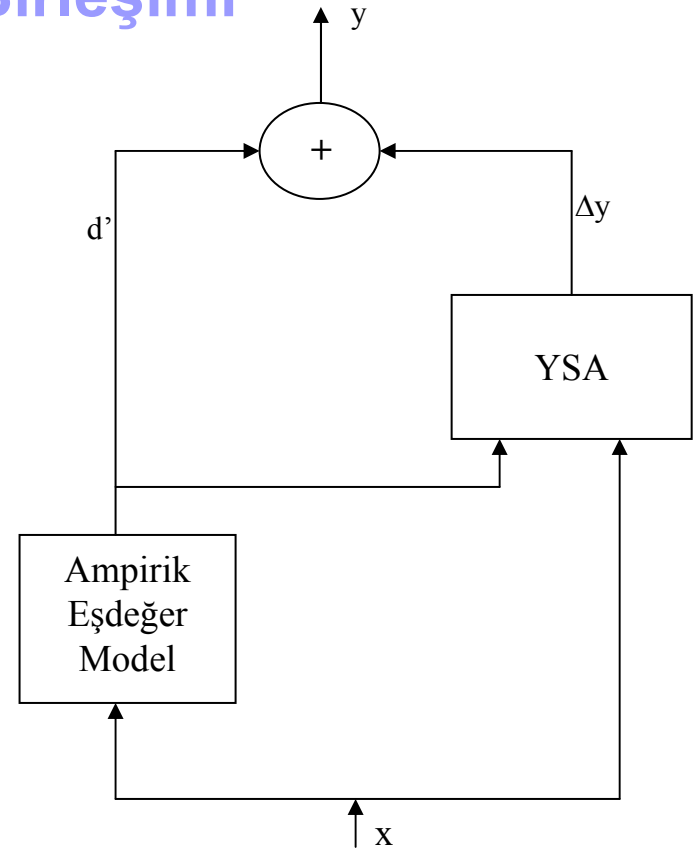
Şekil - 5: Eğitilmiş YSA

PKI VE SOURCE DIFFERENCE METODLARI

• PKI & Source Difference Metod Birleşimi



Şekil - 6: Birleşik metodun eğitimi



Şekil - 7: Metodun test aşaması

Yaklaşık/Ampirik Çıkışlara Ait Hesaplamalar:

Yaklaşık çıkışların hesaplamalarında kullanılan bağıntıların alındığı makale 'Model of Microstrip Line for Circuit Design' adlı ve Frank Schnieder & Wolfgang Heinrich tarafından hazırlanmış Ocak 2001 tarihli bir makaledir.

- Karakteristik empedans hesabı

$$Z_L = \frac{Z_{L0}(w_{eqZ})}{\sqrt{\epsilon_{r,eff,0}(w_{eqZ})}}$$

$$Z_{L0} = \frac{\eta_0}{2\pi} \cdot \ln \left\{ \frac{F_1 \cdot h_s}{w} + \sqrt{1 + \left(\frac{2 \cdot h_s}{w} \right)^2} \right\}$$

$$w_{eqZ} = w + \frac{w_{eq0} - w}{2} \cdot \left(1 + \frac{1}{\cosh(\sqrt{\epsilon_r - 1})} \right)$$

$$w_{eq0} = w + \frac{t}{\pi} \cdot \ln \left\{ 1 + \frac{4 \cdot \exp(1)}{\frac{t}{h} \cdot \coth^2 \left(\sqrt{6.517 \cdot \frac{w}{h_s}} \right)} \right\}$$

$$F_1 = 6 + (2\pi - 6) \cdot \exp \left\{ - \left(30.666 \cdot \frac{h_s}{w} \right)^{0.7528} \right\}$$

$$\epsilon_{r,\text{eff},0} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \cdot \left(1 + \frac{10 \cdot h_s}{w}\right)^{-a \cdot b}$$

$$a = 1 + \frac{1}{49} \cdot \ln \left\{ \frac{\left(\frac{w}{h_s}\right)^4 + \left(\frac{w}{52 \cdot h_s}\right)^2}{\left(\frac{w}{h_s}\right)^4 + 0.432} \right\} + \frac{1}{18.7} \cdot \ln \left\{ 1 + \left(\frac{w}{18.1 \cdot h_s}\right)^3 \right\}$$

- Kapasitans hesabı

$$C^f = \epsilon_{r,\text{eff}} \cdot C_a^f$$

$$C_a^f = \frac{1}{\epsilon_0 \cdot Z_{L0}(w_{\text{eq}0})} \quad \epsilon_{r,\text{eff}} = \epsilon_{r,\text{eff},0}(w_{\text{eq}Z}) \cdot \left[\frac{Z_{L0}(w_{\text{eq}0})}{Z_{L0}(w_{\text{eq}Z})} \right]^2$$

Bu bağıntılar Matlab yardımı ile eğitim ve test giriş matrislerine uygulanmış ve sonuç olarak eğitim ve test kümelerine ilişkin yaklaşık (ampirik) çıkış matrisleri elde edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda birim uzunluğa ilişkin kapasitans değerleri piko-farad [pF] mertebesinde elde edilmektedir.

EM Simulatör Çıktılarının Elde Edilmesi:

TraceSim programının giriş ve hesaplama sonuçlarını gösteren kullanıcı arayüzü Şekil-8'de verilmektedir.

The image shows the TraceSim program interface. It includes a menu bar (File, Help), a tabbed interface for different microstrip types (Surface Microstrip, Embedded Microstrip, Centered Stripline, Offcentered Stripline), a diagram of a microstrip line with parameters h , t , w , and ϵ_r , and a section for physical geometry and material properties. The physical geometry section includes fields for Trace Length (L), Trace Width (w), Trace Thickness (t), Board Height (h), and Trace Separation (s). The material properties section includes fields for Rel. Permittivity (ϵ_r) and Eff. Permittivity (ϵ_r'), with a checkbox for 'Use Eff. Permittivity?'. The results section is divided into Electrical Characteristics, Electrical Totals, and Crosstalk Parameters. The Electrical Characteristics section shows calculated values for Frequency (f), Char. Impedance (Z_0), Char. Capacitance (C0), Char. Inductance (L0), Prop. Time Delay (Tpd), and Prop. Phase Delay (PHpd). The Electrical Totals section shows calculated values for Time Delay, Phase Delay, Capacitance, and Inductance. The Crosstalk Parameters section shows calculated values for Switching Voltage (Vsw), Driver risetime (tr), Pulse bandwidth (bw), Backward Crosstalk (Vxtb), and Critical Length (Lcrit).

TraceSim

File Help

Surface Microstrip Embedded Microstrip Centered Stripline Offcentered Stripline

Press ENTER to update screen after new input
Click on a colored label to set a new solution target

Physical Geometry

1	in	Trace Length (L)
1	m	Trace Width (w)
0.4	m	Trace Thickness (t)
4.4	m	Board Height (h)
0	mil	Trace Separation (s)

Material Properties

2.1	unitless	Rel. Permittivity (ϵ_r)
1.6675	unitless	Eff. Permittivity (ϵ_r')

☒ Use Eff. Permittivity?

Electrical Characteristics

10	GHz	Frequency (f)
153.1284	Ohm	Char. Impedance (Z_0)
26.29078	pF/m	Char. Capacitance (C0)
1304.871	nH/in	Char. Inductance (L0)
0.1024761	ns/in	Prop. Time Delay (Tpd)
368.914	deg/in	Prop. Phase Delay (PHpd)

Electrical Totals

0.1024761	ns	Time Delay
1.024761	cyc	Phase Delay
0.6677859	pF	Capacitance
1304.871	nH	Inductance

Crosstalk Parameters

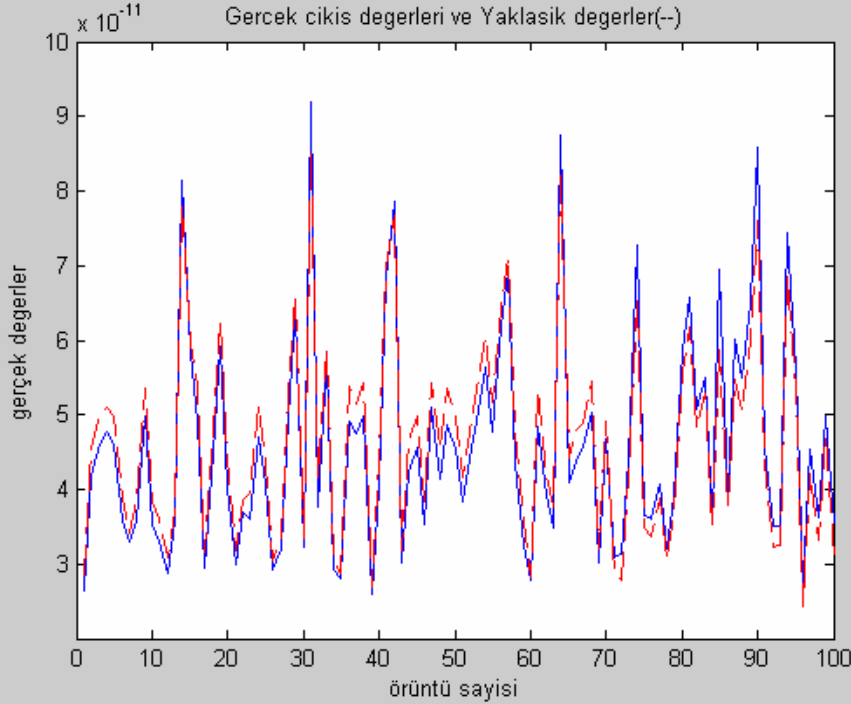
5	V	Switching Voltage (Vsw)
1	ns	Driver risetime (tr)
350	MHz	Pulse bandwidth (bw)
55.67242	mV	Backward Crosstalk (Vxtb)
4.879185	in	Critical Length (Lcrit)

Şekil - 8: TraceSim Program Penceresi

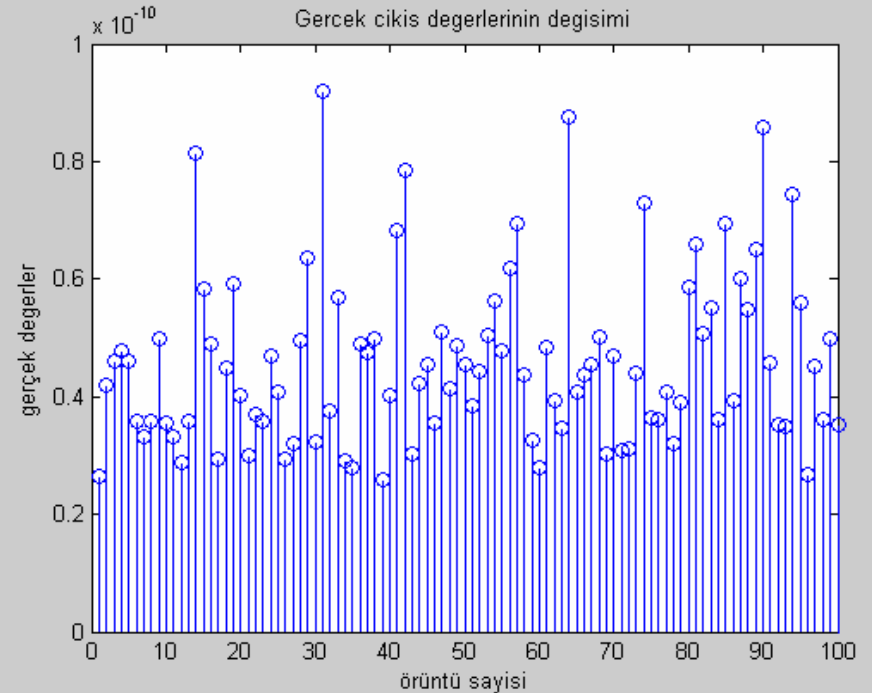
UYGULAMALAR

Bölüm I - EM simülör çıkışları ile yaklaşık hesaplama sonuçlarının karşılaştırılması:

1.

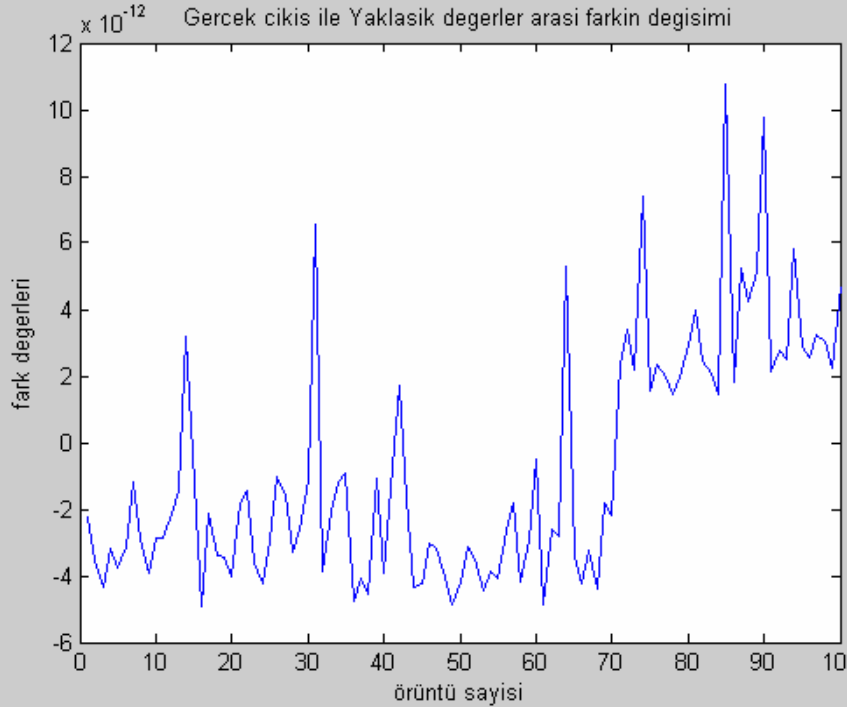


Şekil 1.1 : Gerçek çıkışlar ile Yaklaşık değerlerin birlikte gösterimi

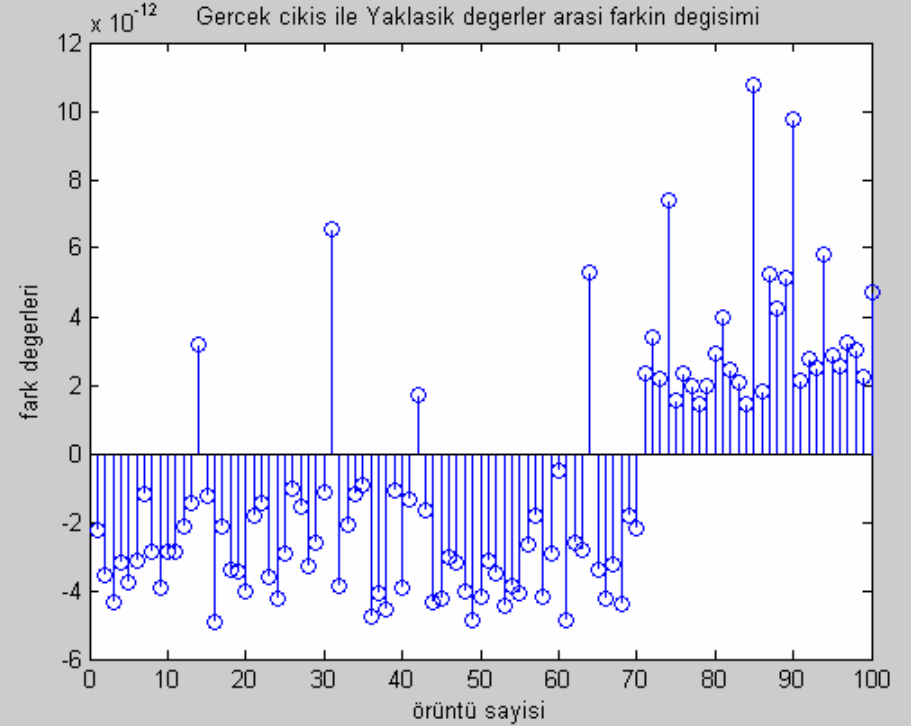


Şekil 1.2 : Gerçek çıkışlardaki değişim₁

UYGULAMALAR



Şekil 1.3 : Gerçek çıkışlar ile Yaklaşık değerlerin farkının değişimi

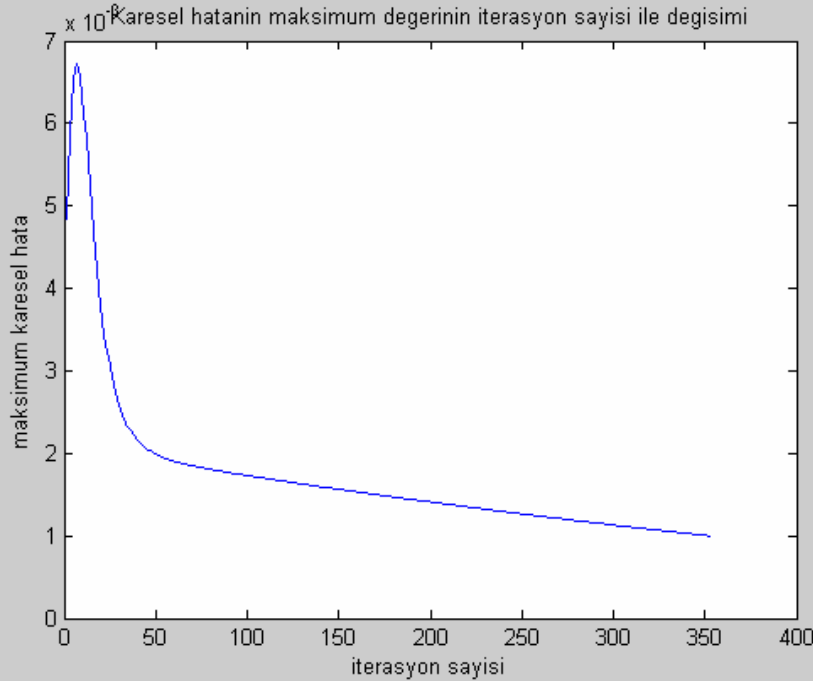


Şekil 1.4 : Gerçek çıkışlar ile Yaklaşık değerlerin farkının değişimi

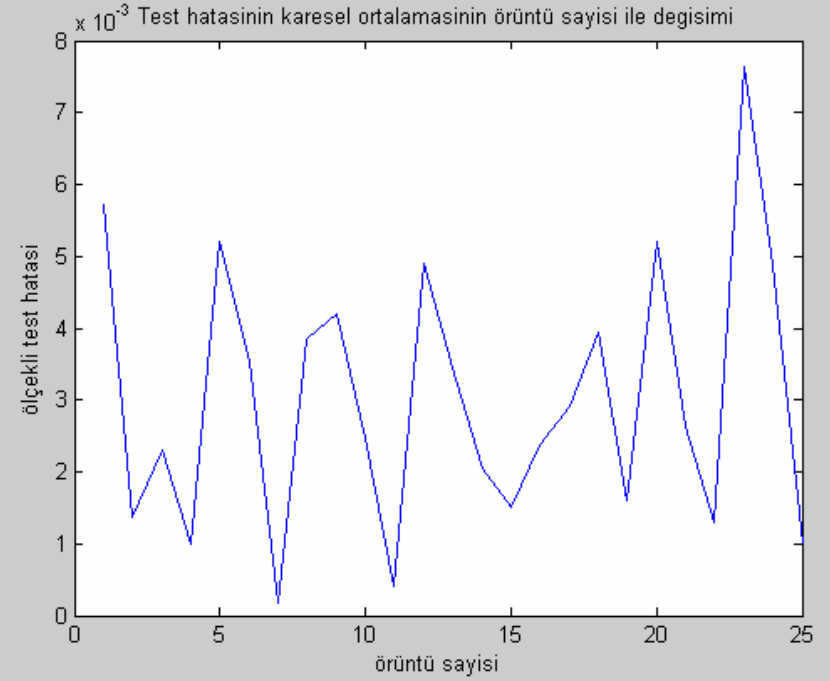
UYGULAMALAR

Bölüm II – PKI ve Source Difference Metodlarının çok katmanlı (2 gizli katmanlı) YSA üzerine uygulanmaları.

2. PKI veya Source Difference metodları kullanılmadan, verilerin doğrudan çok katmanlı bir YSA yapısına uygulanmaları: $N = 50$, Öğrenme hızları = 0.3 , 0.4 , 0.5 Momentum = 0.6



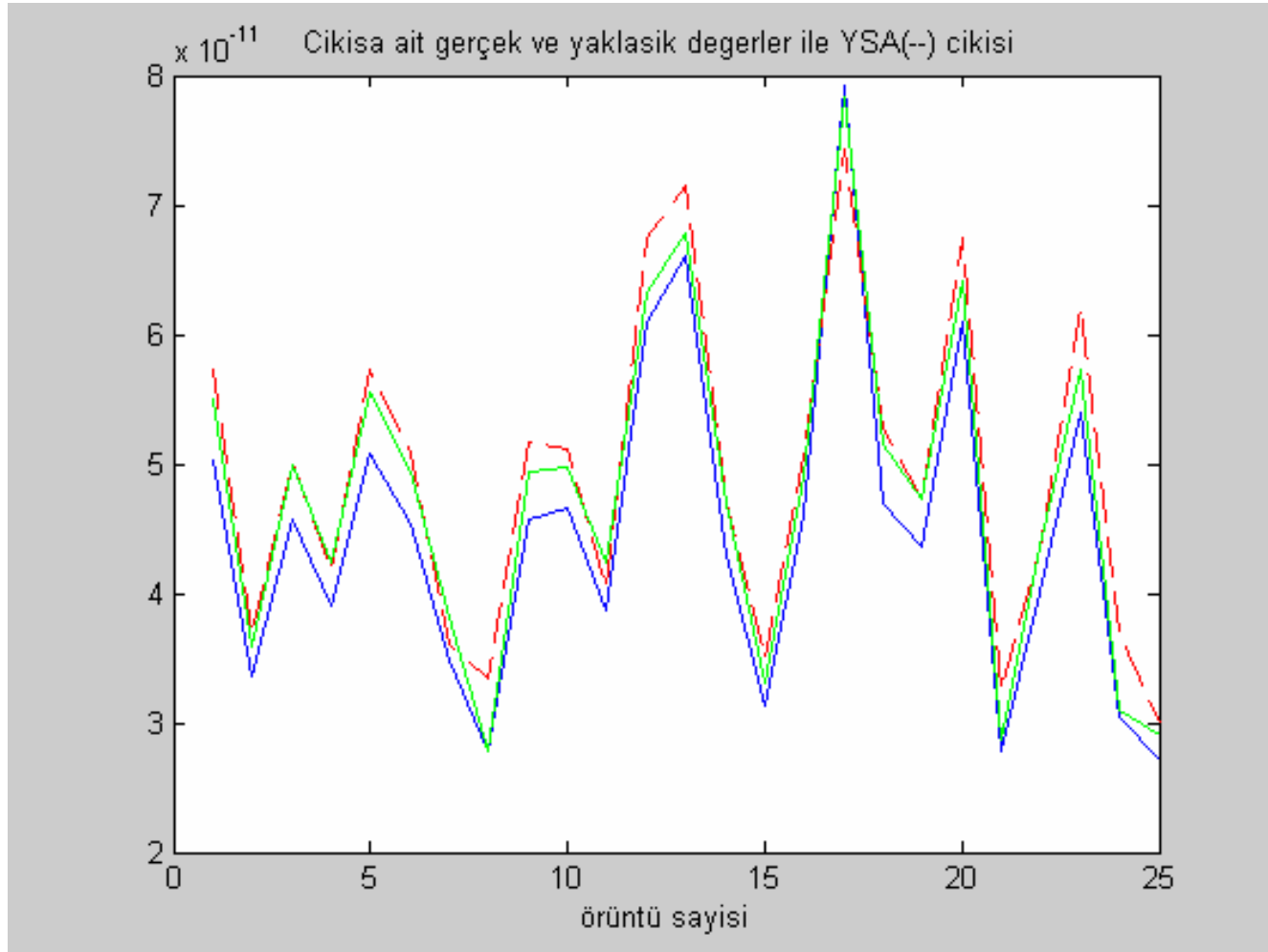
Şekil 2.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 2.2: Test kümesine ait ortalama karesel hatalar

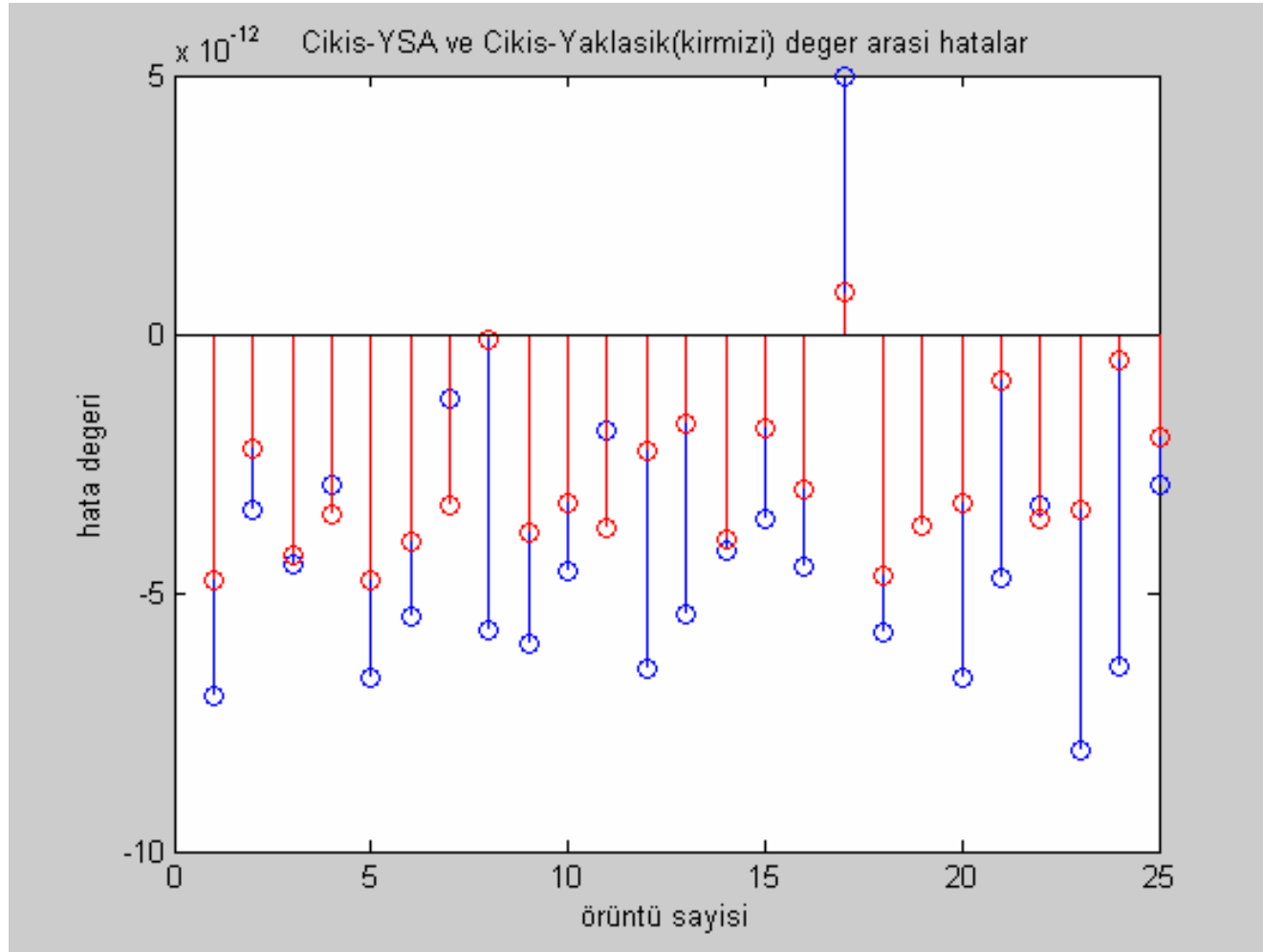
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.001	354	37.3290	0.00762804428344	0.00302403735962

UYGULAMALAR



Şekil 2.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR

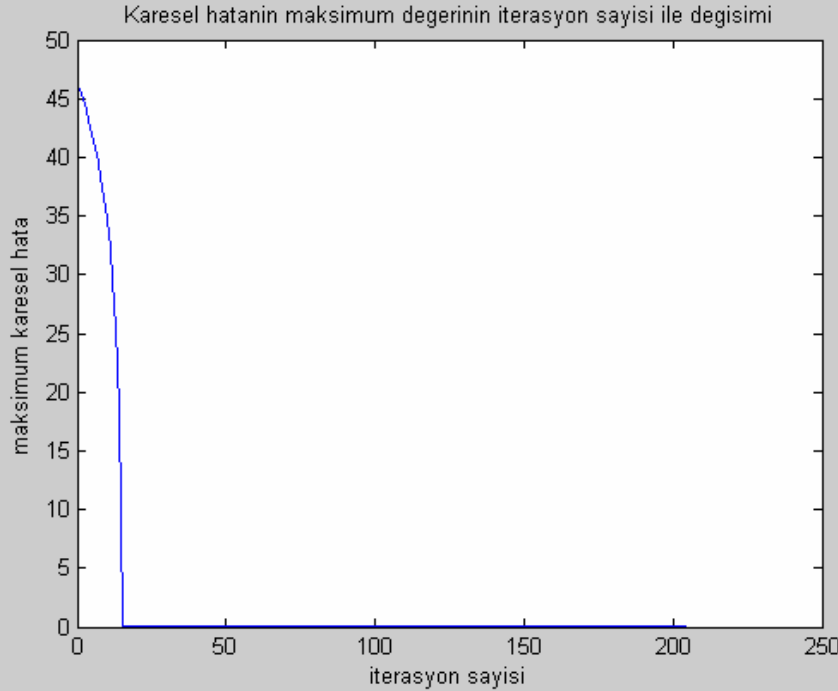


Şekil 2.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

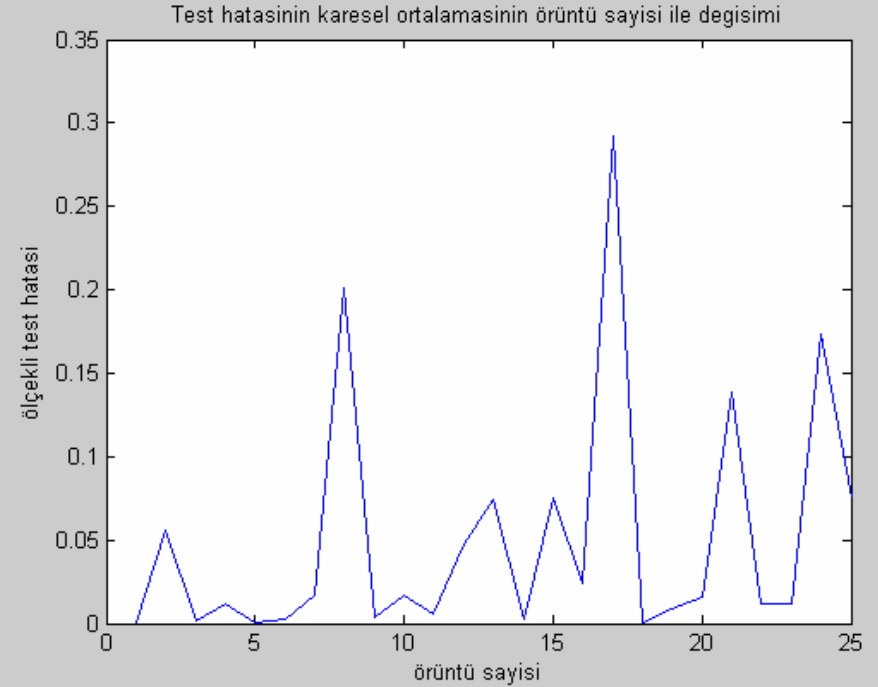
UYGULAMALAR

3. Source Difference Metodunun Çok Katmanlı YSA ya uyarlanması:

N = 50 , Öğrenme hızları = 0.07 , 0.08 , 0.09 Momentum = 0.08



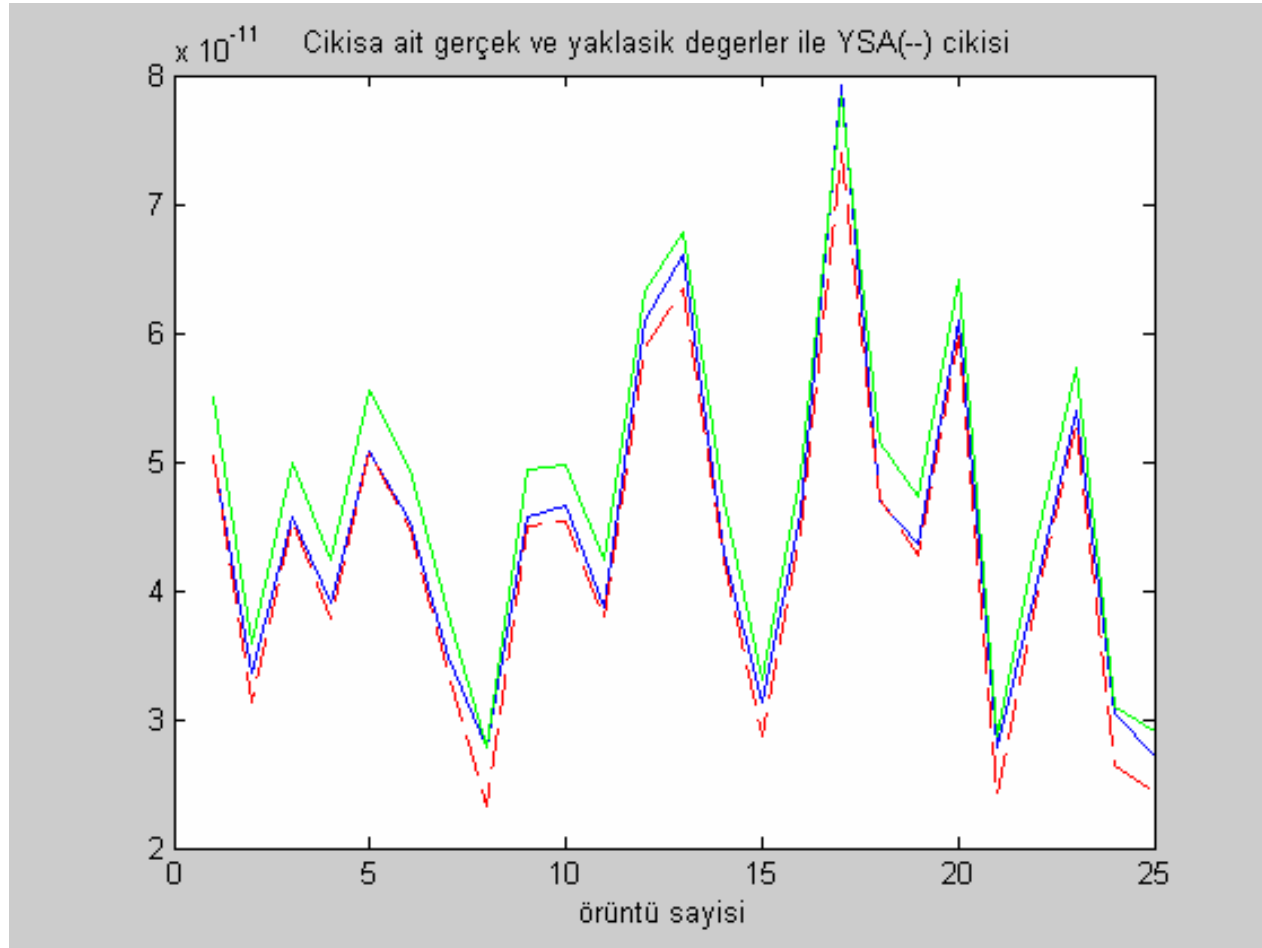
Şekil 3.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 3.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

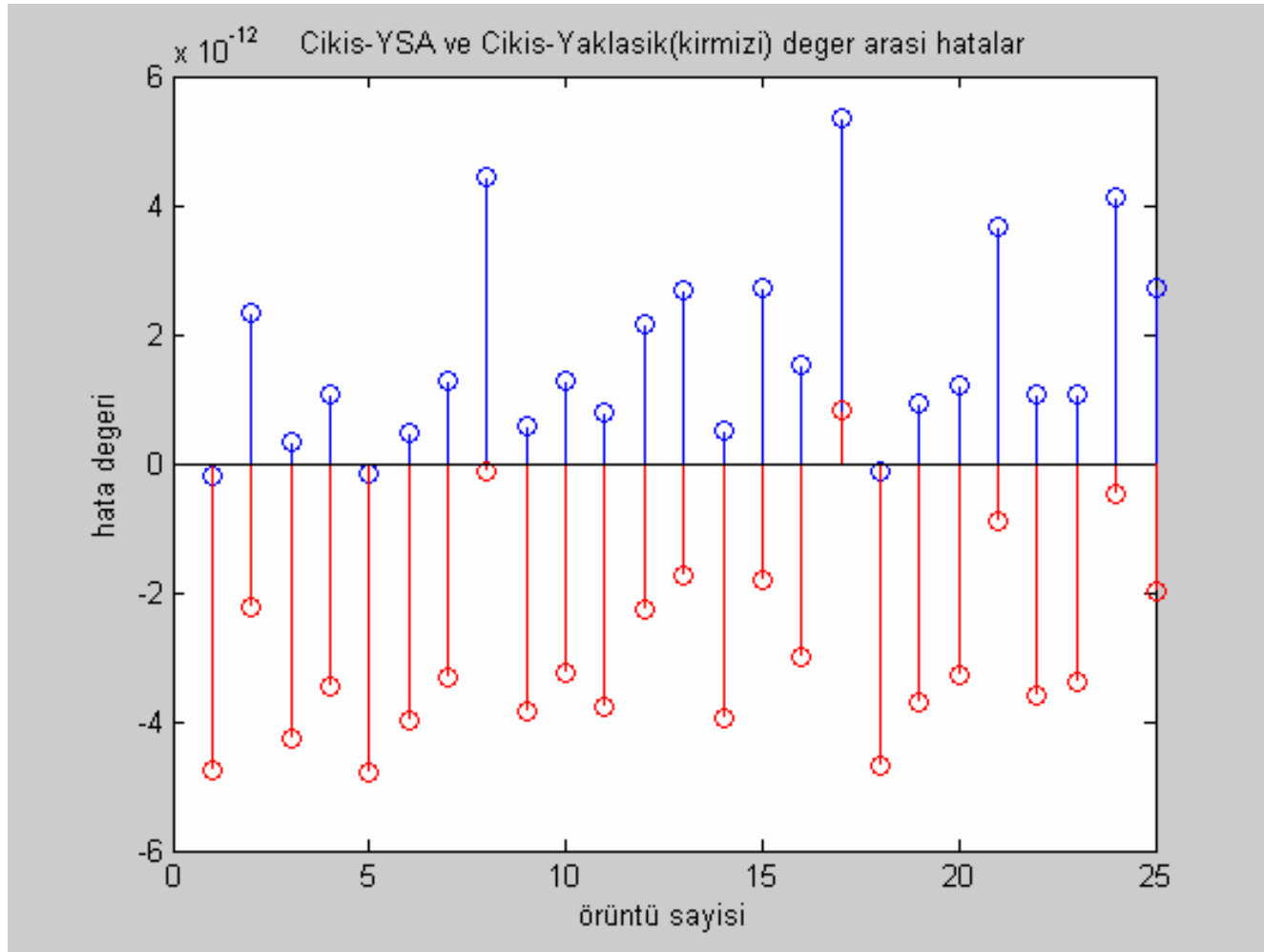
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.08	206	22.9380	0.29237223737103	.05069084852850

UYGULAMALAR



Şekil 3.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR

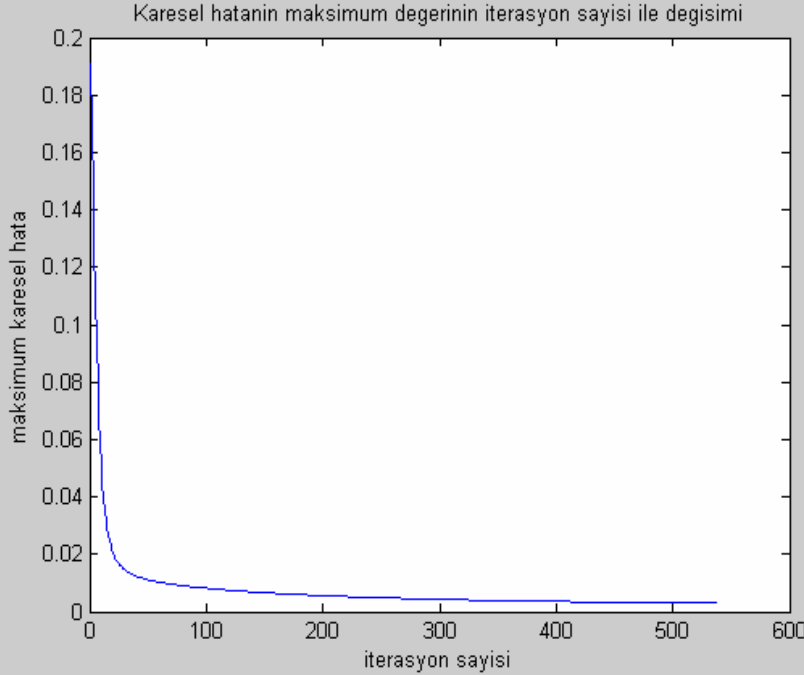


Şekil 3.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

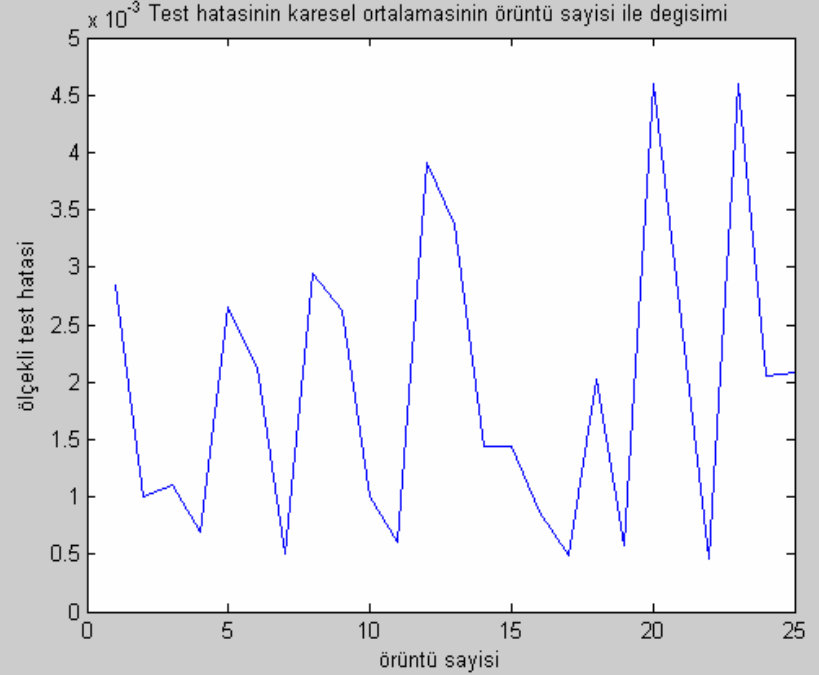
UYGULAMALAR

4. PKI Metodunun Çok Katmanlı YSA ya uyarlanması:

N = 50 , Öğrenme hızları = 0.4 , 0.5 , 0.6 Momentum = 0.7



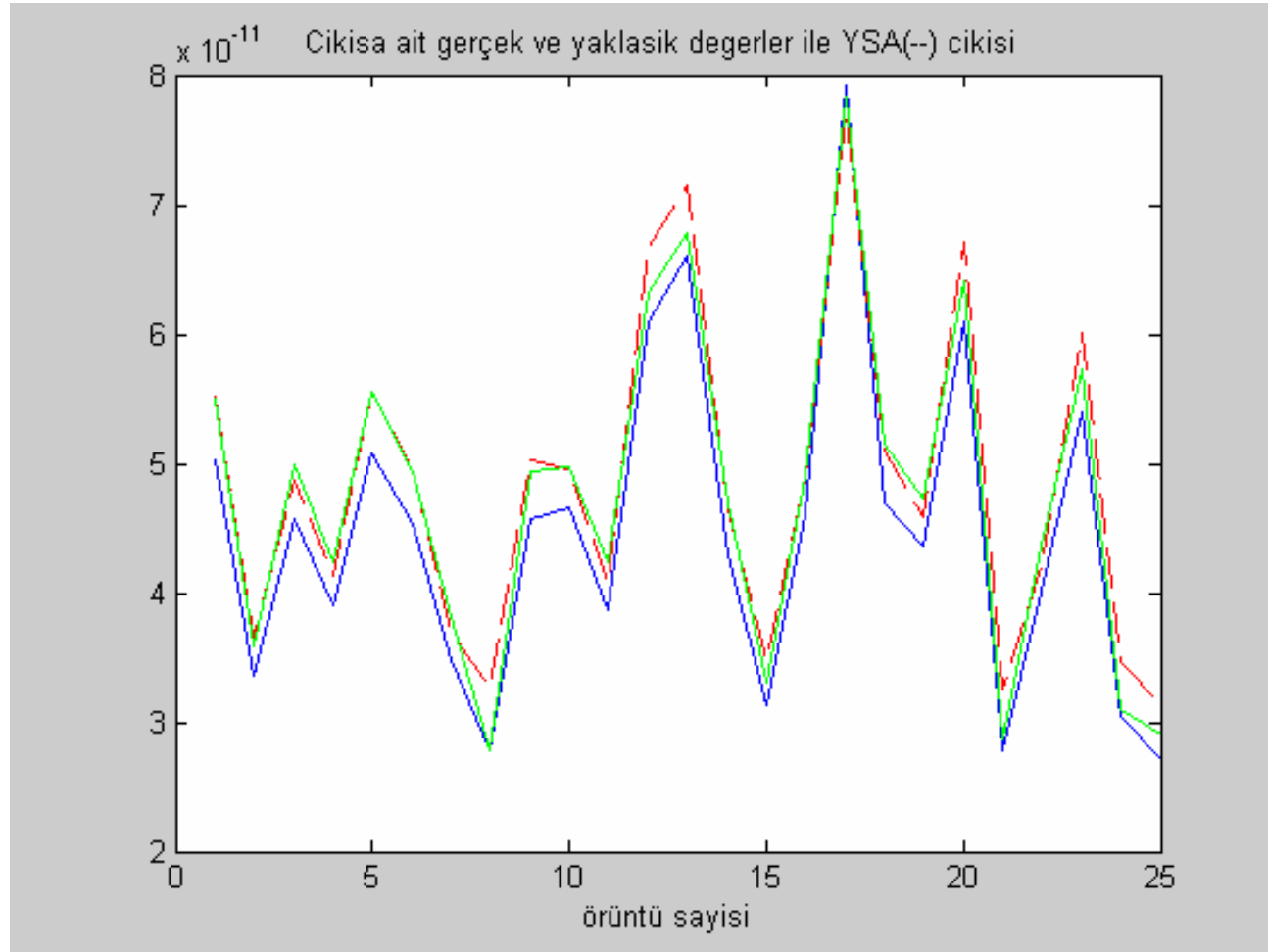
Şekil 4.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 4.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

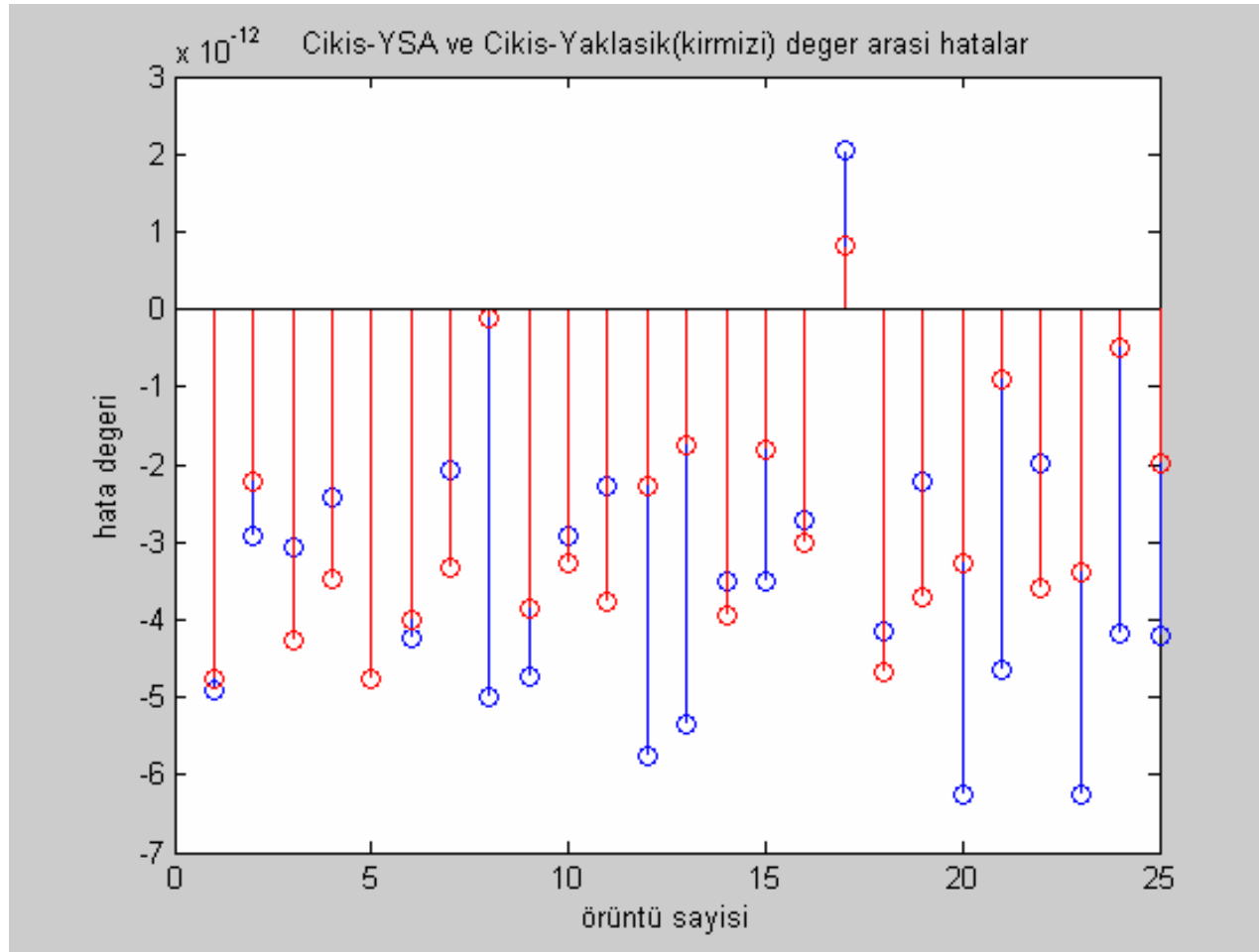
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.003	540	52.0790	0.00459681910616	.00194198441829

UYGULAMALAR



Şekil 4.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR

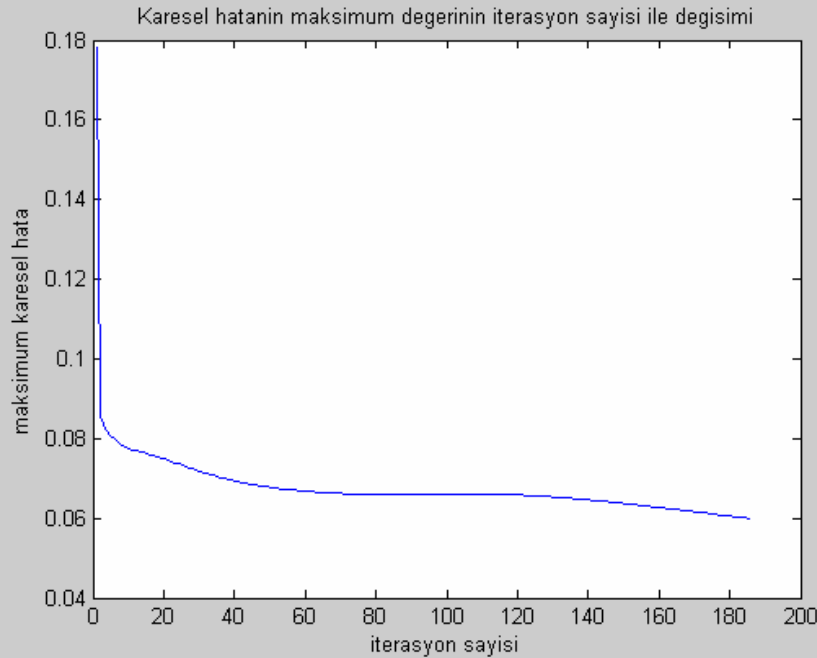


Şekil 4.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

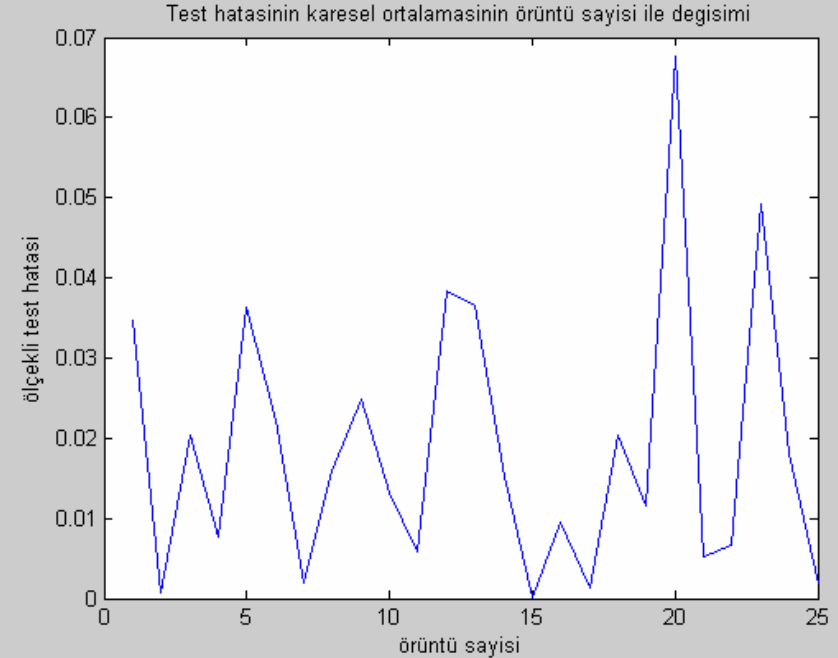
UYGULAMALAR

5. Source Difference ve PKI'nın birleştirilmiş halinin çok katmanlı YSA ya uygulanması:

$N = 50$, Öğrenme hızları = 0.4 , 0.5 , 0.6 Momentum = 0.7



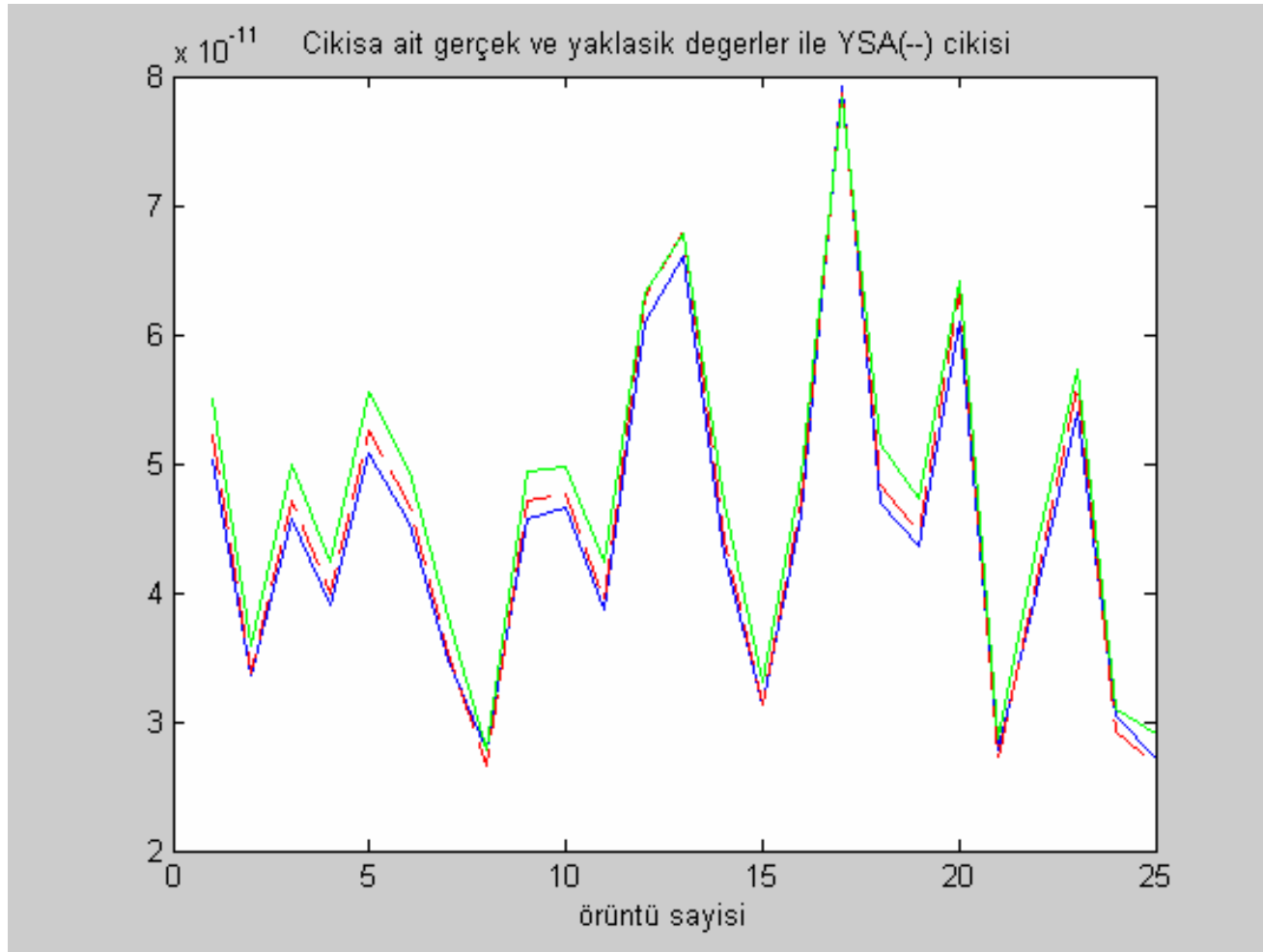
Şekil 5.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 5.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

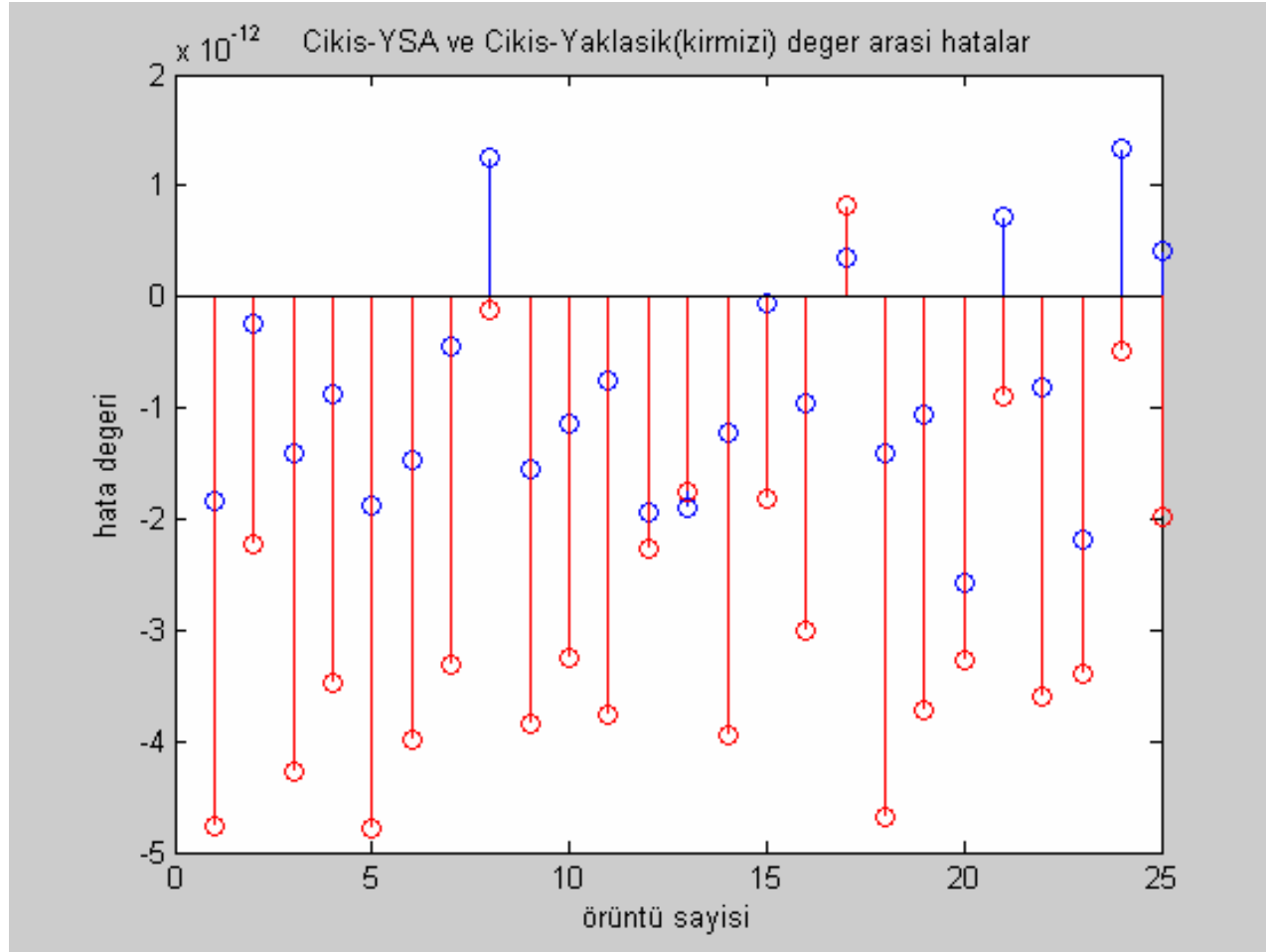
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.06	187	19.1710	0.06761328751401	.01860504509223

UYGULAMALAR



Şekil 5.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR

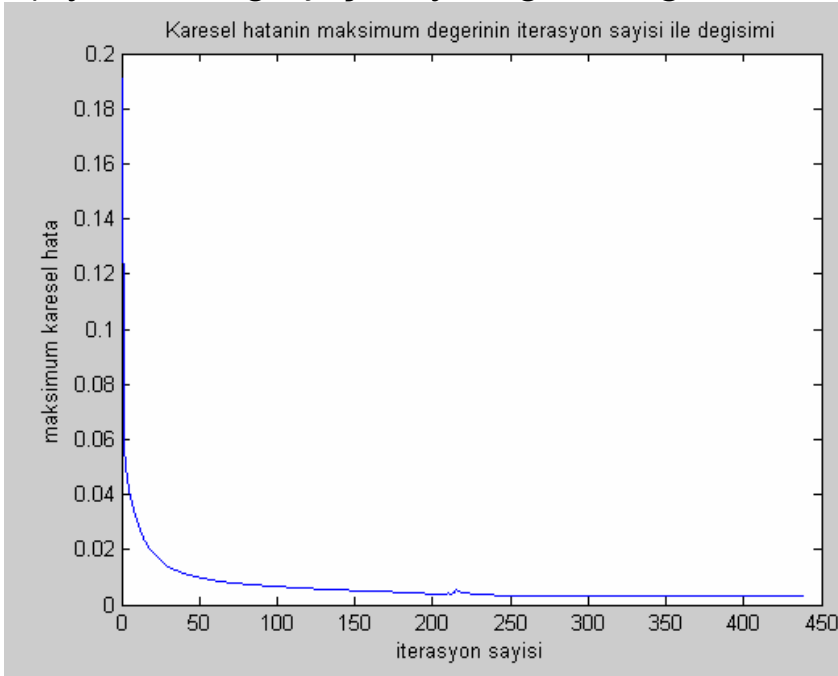


Şekil 5.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

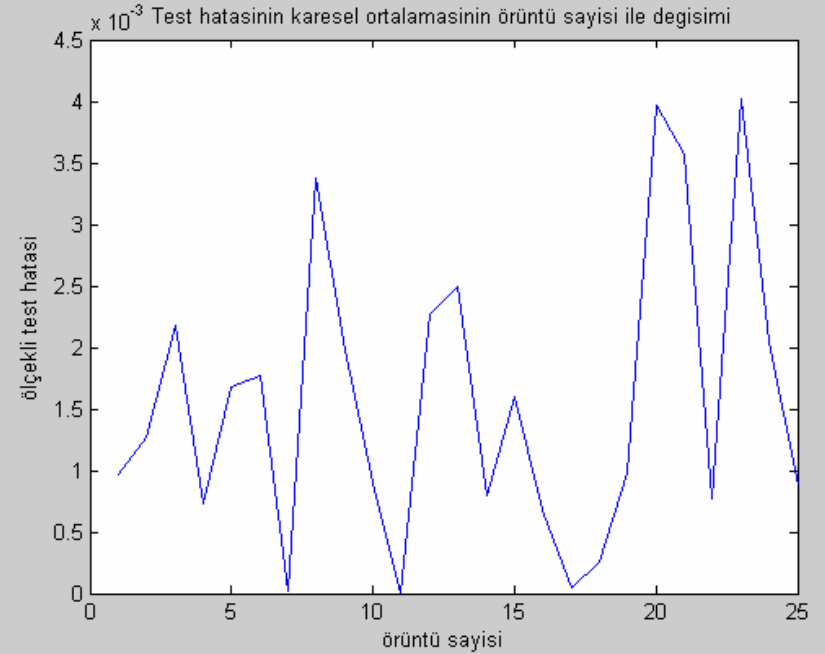
UYGULAMALAR

Bölüm III - PKI ve Source Difference Metodlarının Radyal Tabanlı YSA üzerine uygulanmaları

6. PKI ve Source Difference Metodları kullanılmadan, verilerin doğrudan Radyal Tabanlı YSAya uygulanması: $N = 50$, $t_L = 0.05$, $w_L = 0.05$, $c_L = 0.05$ $t_M = 0.06$ $w_M = 0.06$ $c_M = 0.06$ (Ayrıca her giriş için ayrı sigma değeri kullanılmıştır.)



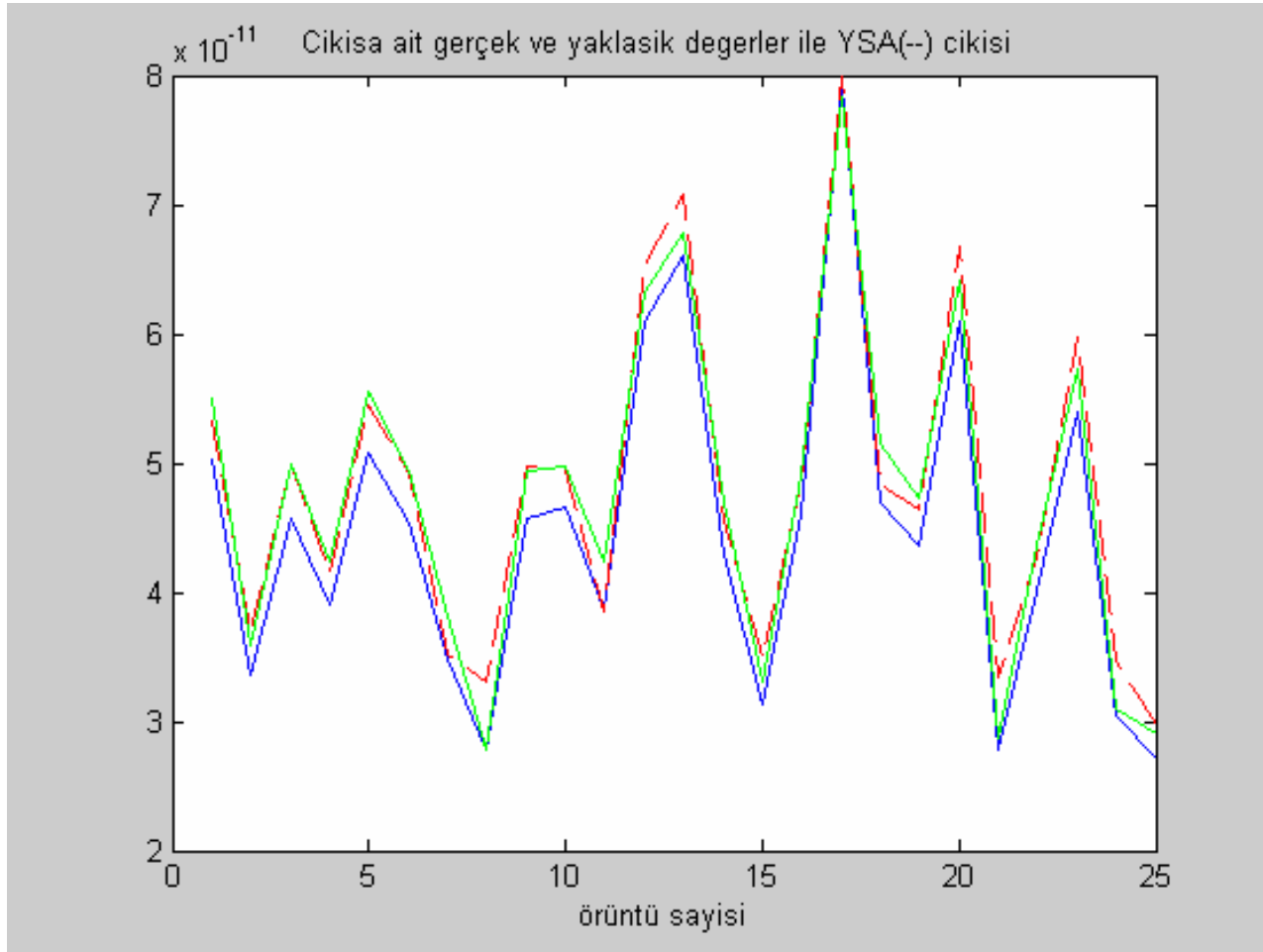
Şekil 6.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 6.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

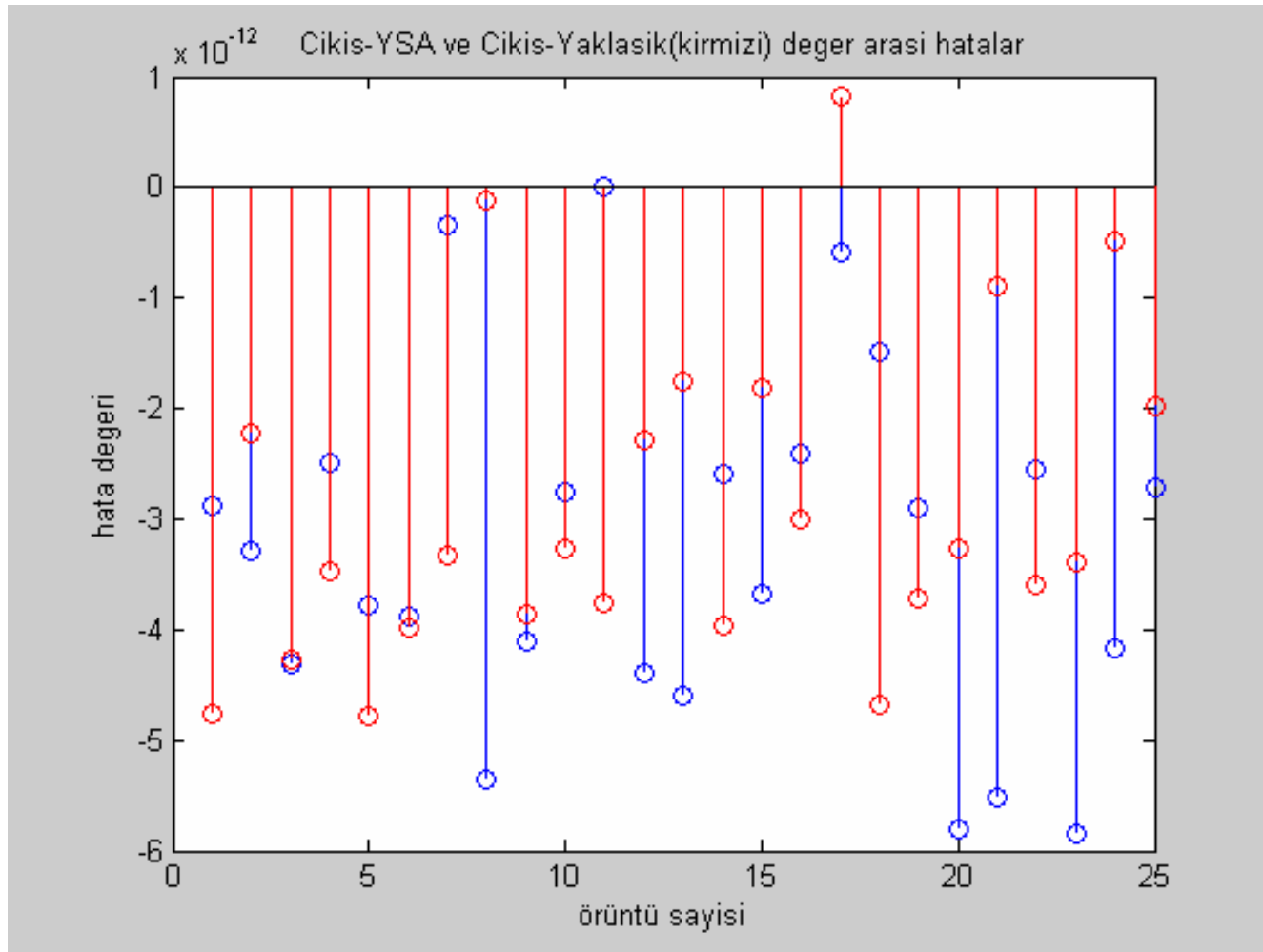
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.003	439	96.2340	0.00401934366774	0.00156891743145

UYGULAMALAR



Şekil 6.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR



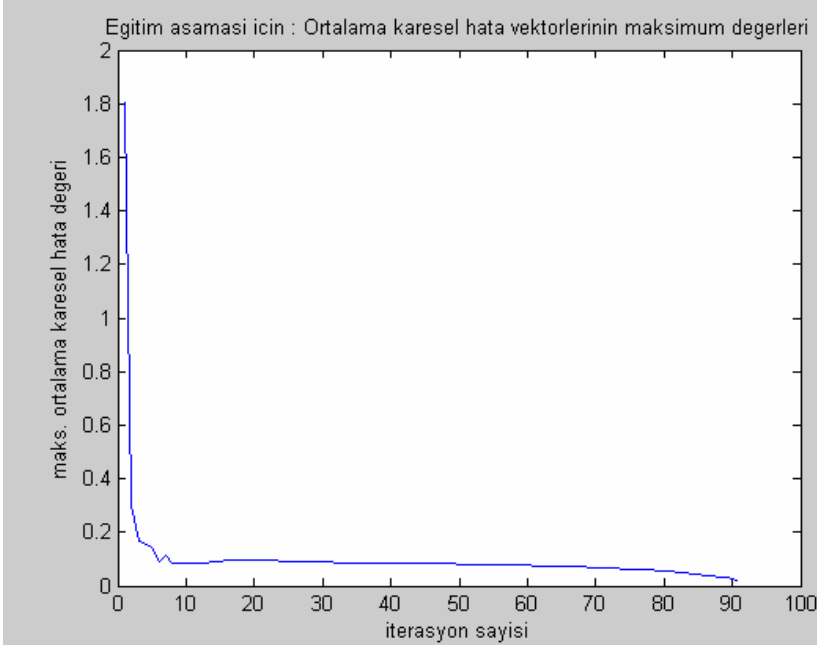
Şekil 6.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

UYGULAMALAR

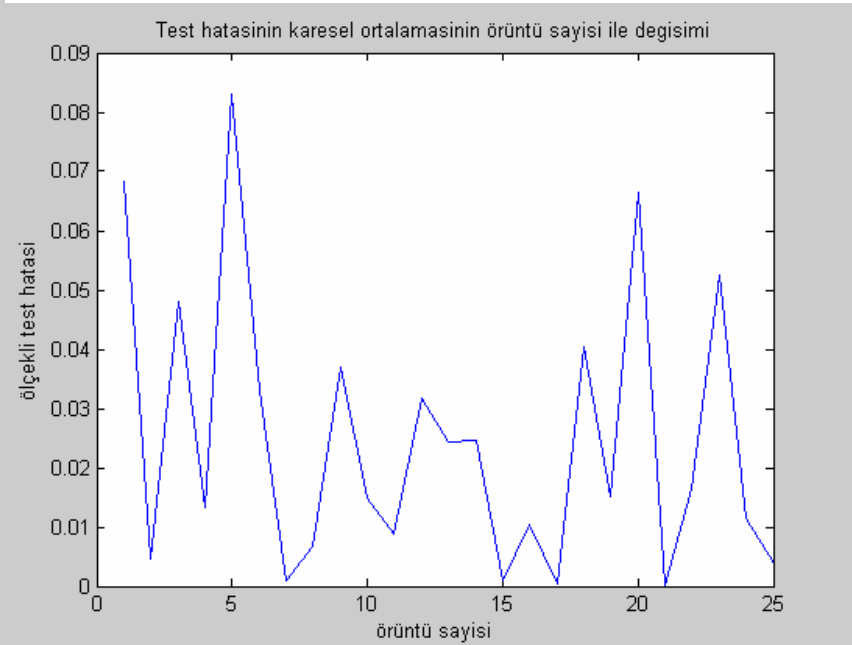
7. Source Difference Metodunun Radyal Tabanlı YSA ya uygulanması:

$N = 50$, $t_L = 0.04$, $w_L = 0.04$, $c_L = 0.04$ $t_M = 0.05$ $w_M = 0.05$ $c_M = 0.05$

Hata değeri 0.03 'ün altına indiğinde; $t_L = 0.03$, $w_L = 0.03$, $c_L = 0.03$ $t_M = 0.04$ $w_M = 0.04$ $c_M = 0.05$ olarak değiştirilmiştir.



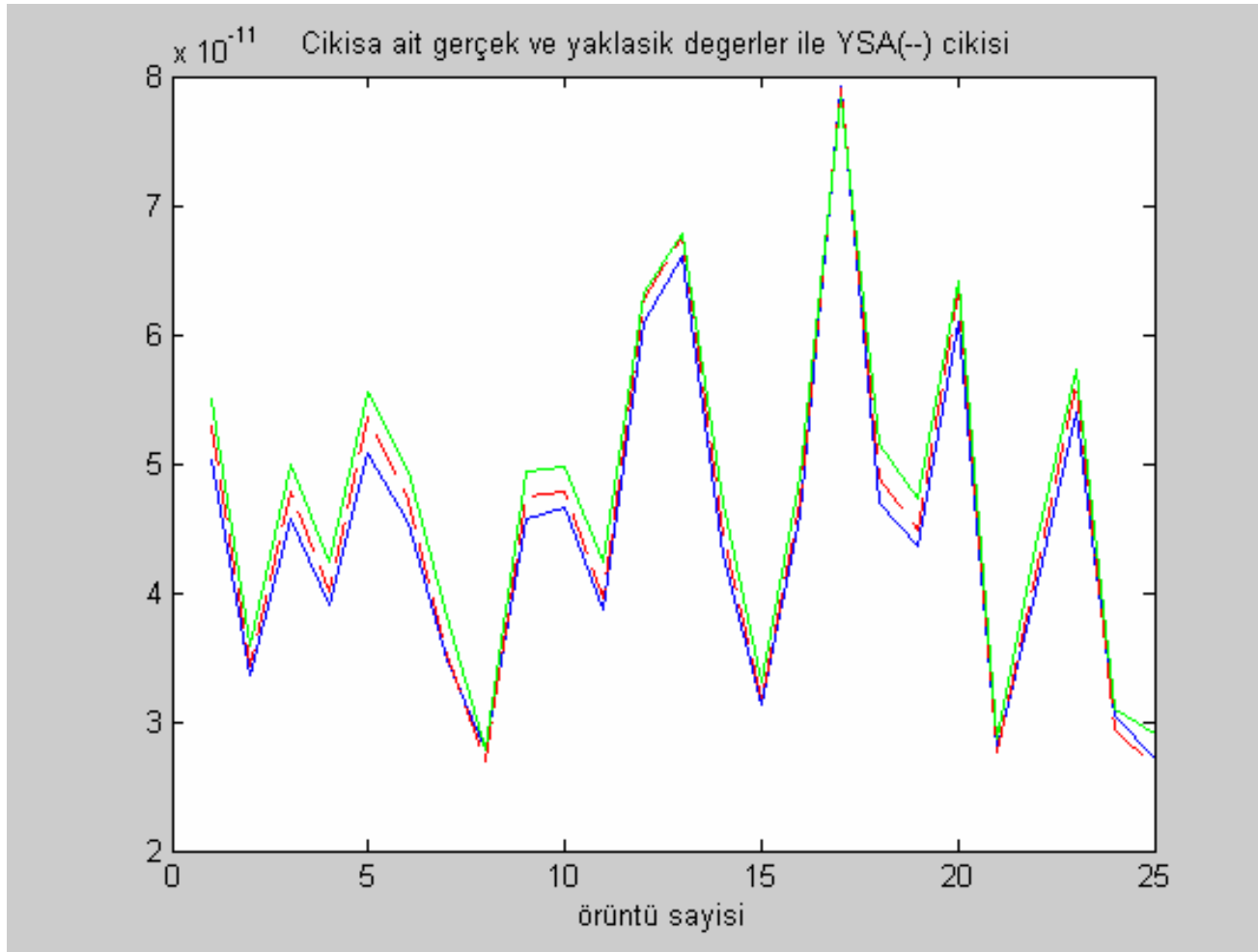
Şekil 7.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 7.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

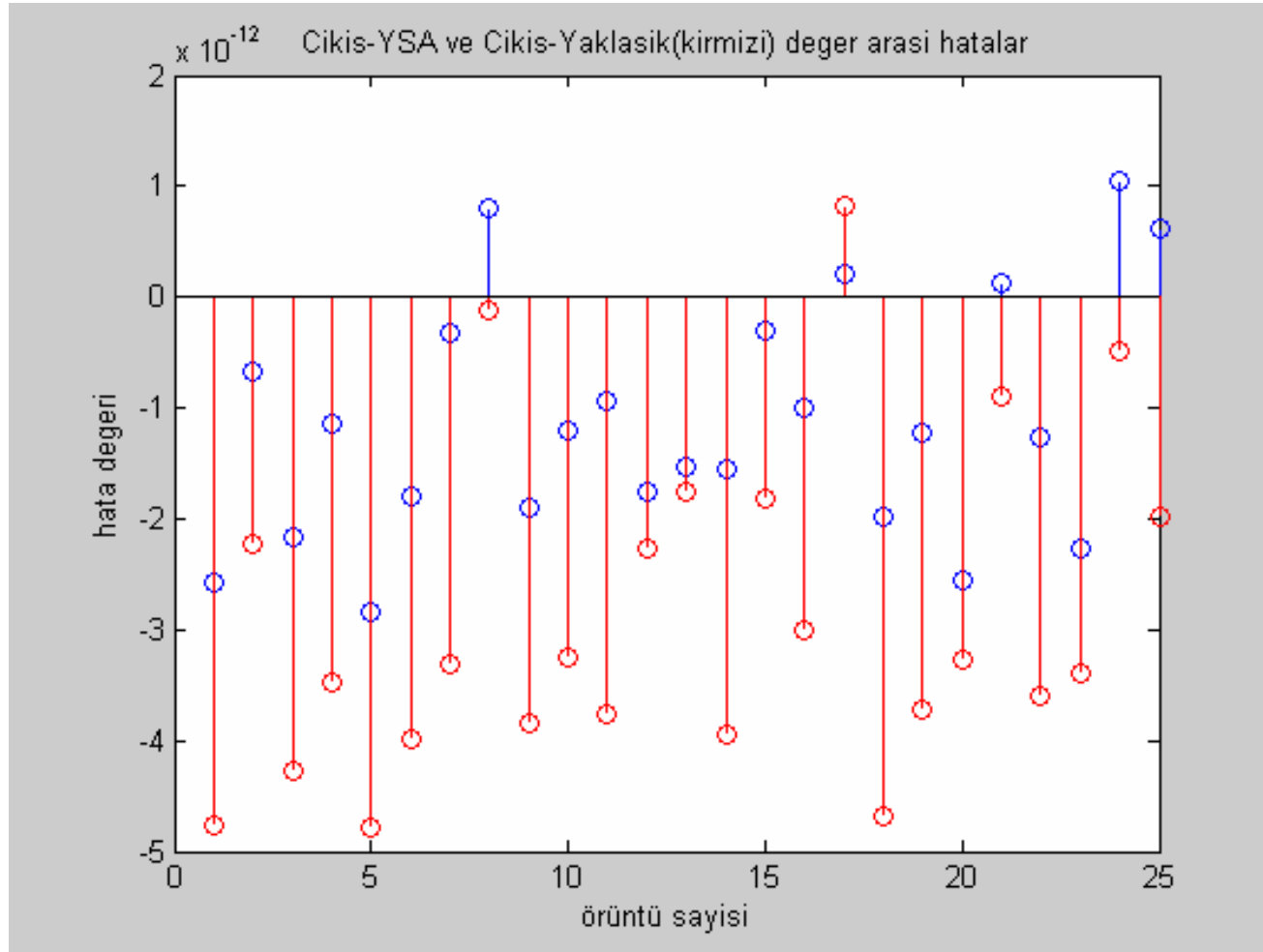
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.02	91	19.7500	0.08289909861371	.02466993361161

UYGULAMALAR



Şekil 7.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR

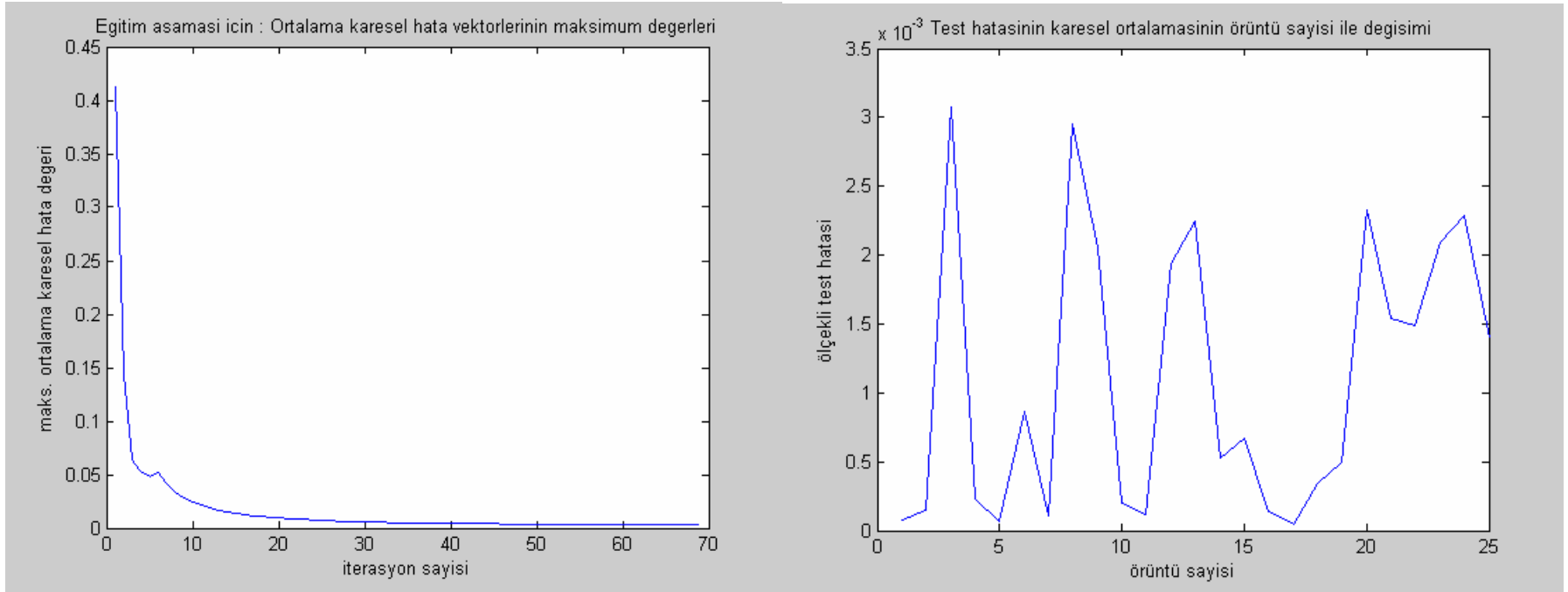


Şekil 7.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

UYGULAMALAR

8. PKI Metodunun Radyal Tabanlı YSA ya uygulanması:

$N = 50$, $t_L = 0.04$, $w_L = 0.04$, $c_L = 0.04$ $t_M = 0.05$ $w_M = 0.05$ $c_M = 0.05$

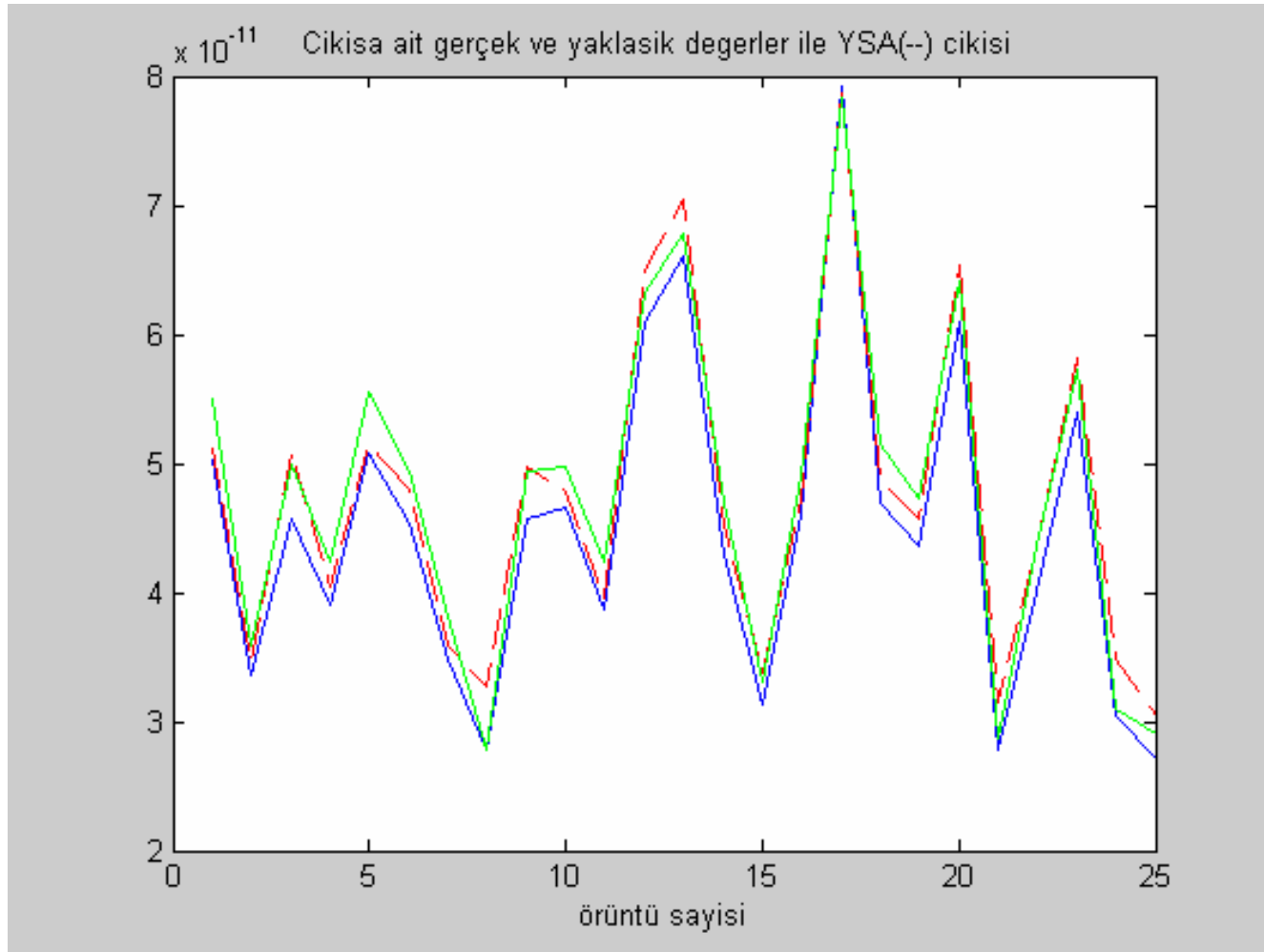


Şekil 8.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri

Şekil 8.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

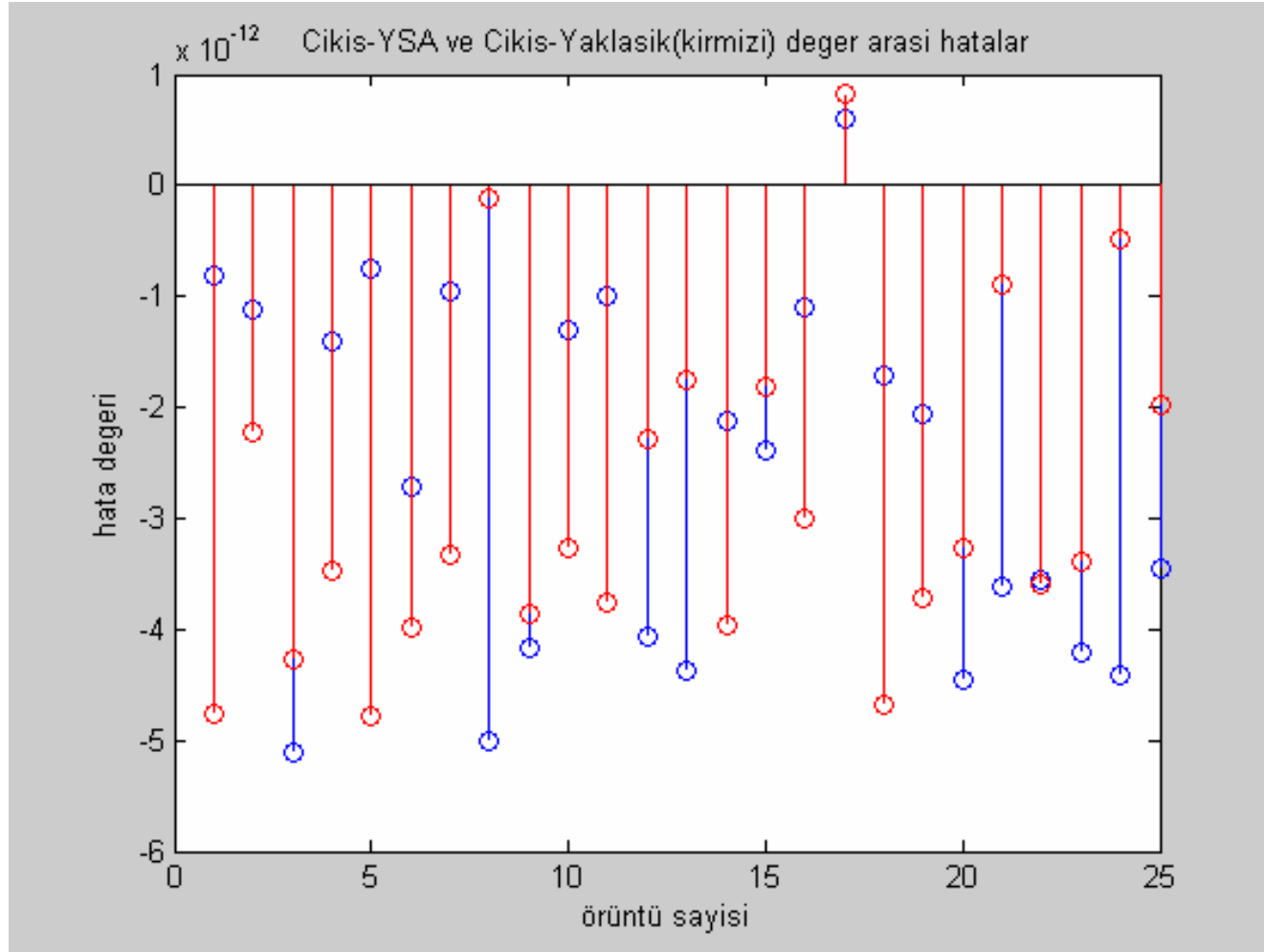
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.003	69	15.3280	0.00307127399069	0.00109616561805

UYGULAMALAR



Şekil 8.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

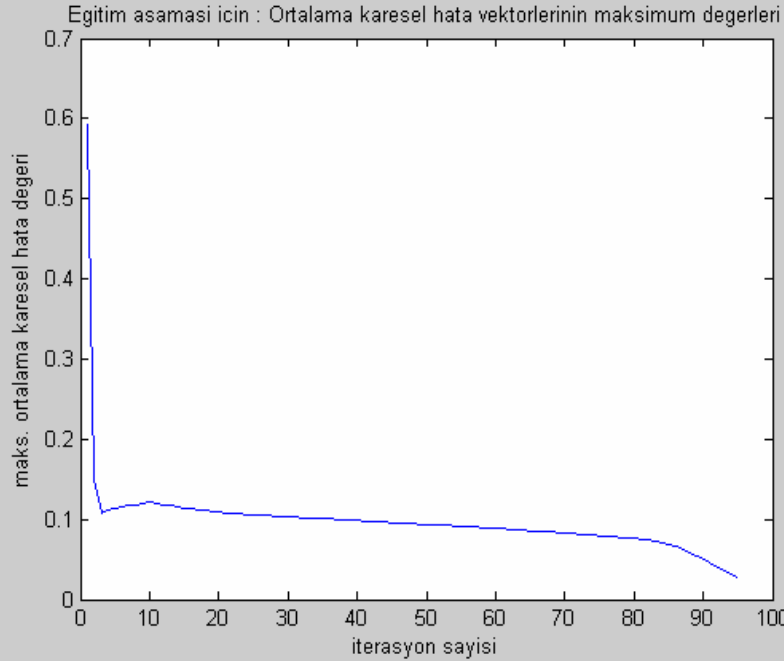
UYGULAMALAR



Şekil 8.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

UYGULAMALAR

9. Source Difference ve PKI metodlarının birleştirilmiş halinin Radyal Tabanlı YSA ya uygulanması: $N = 50$, $t_L = 0.05$, $w_L = 0.05$, $c_L = 0.05$ $t_M = 0.06$ $w_M = 0.06$ $c_M = 0.06$

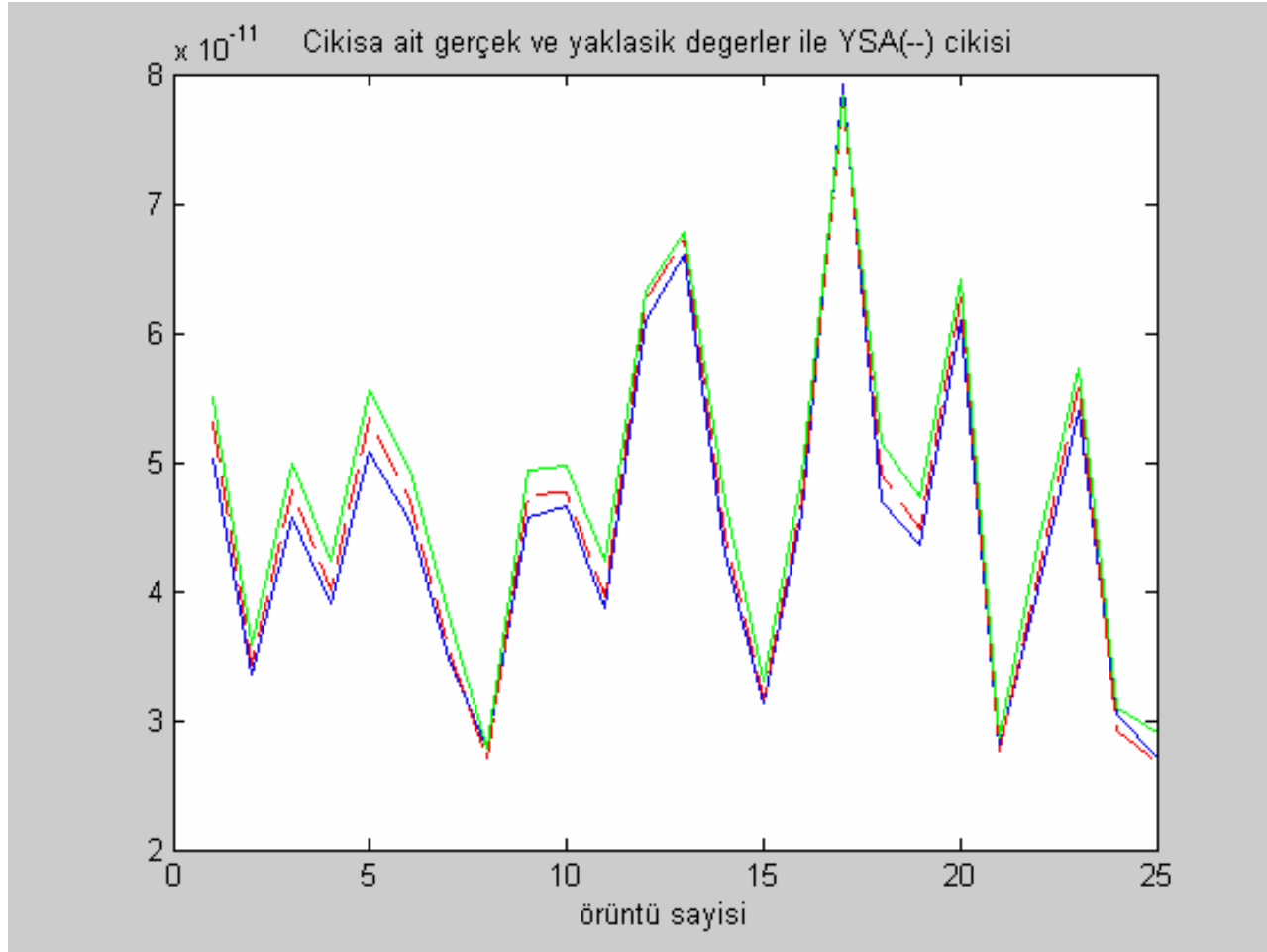


Şekil 9.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri

Şekil 9.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

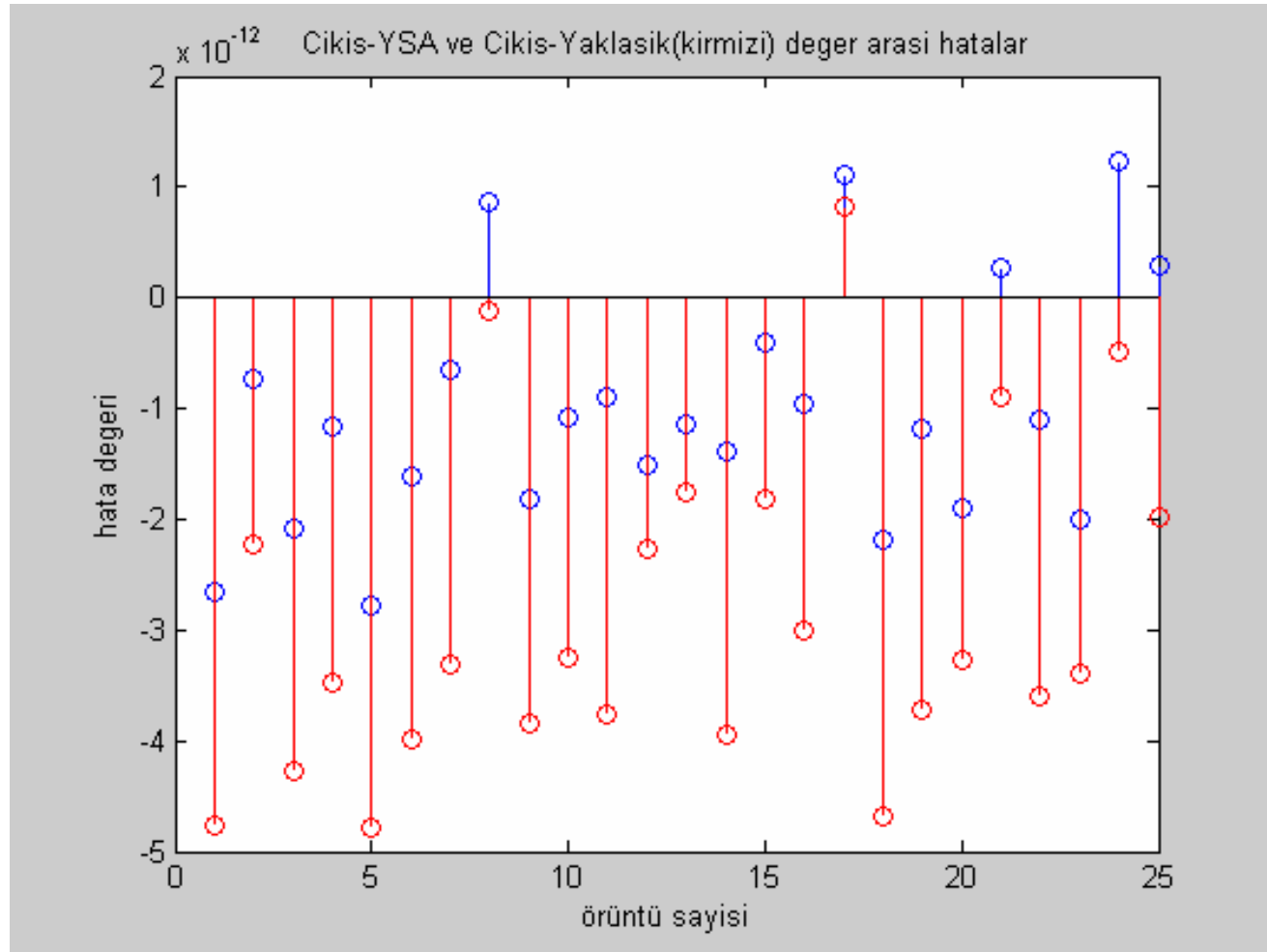
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.03	95	20.5470	0.07943243700238	0.02236388205722

UYGULAMALAR



Şekil 9.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR



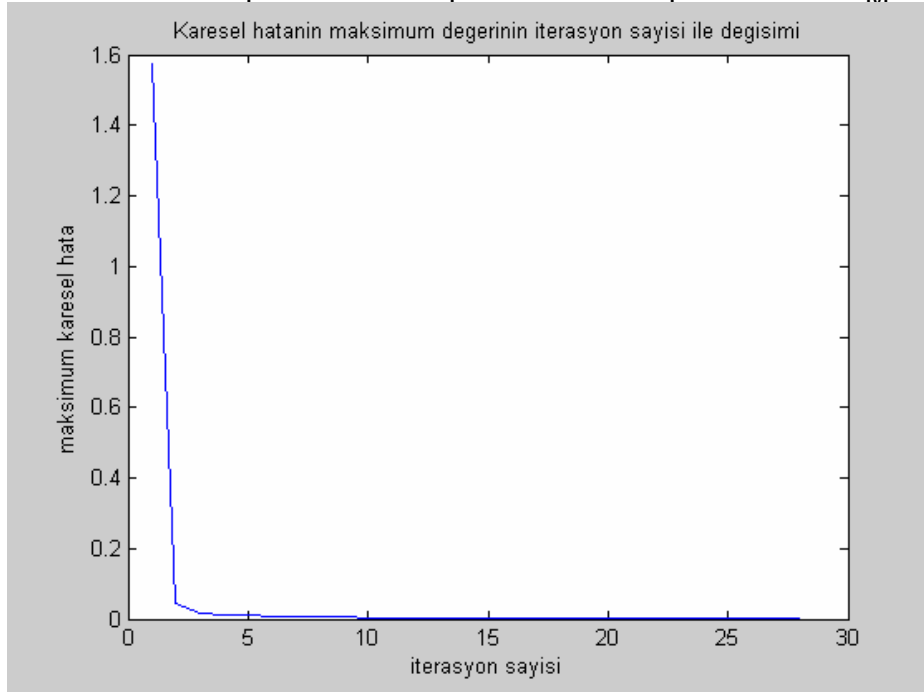
Şekil 9.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

UYGULAMALAR

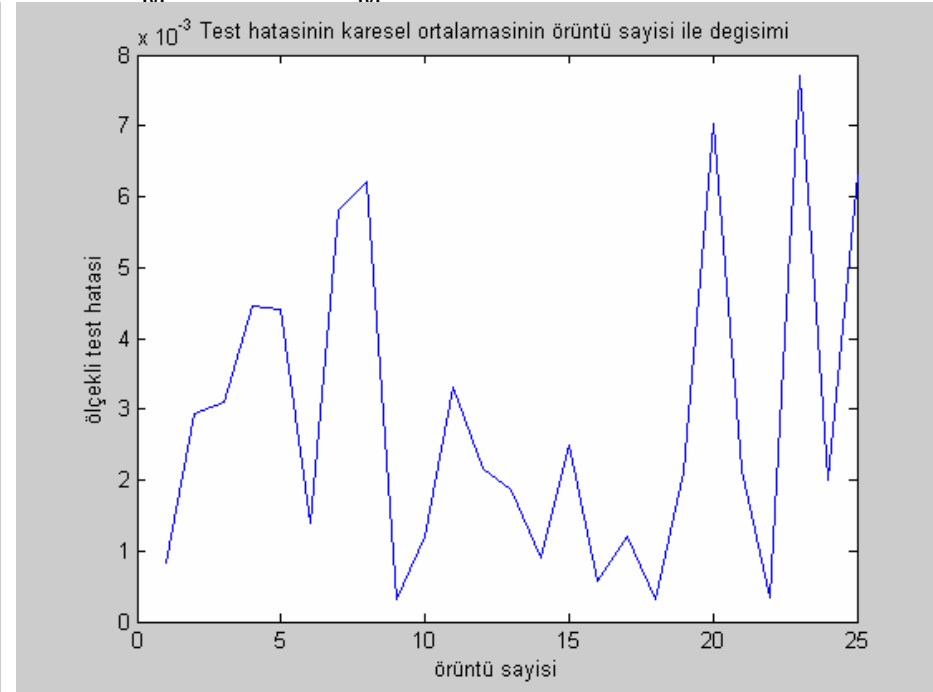
Bölüm IV - PKI ve Source Difference Metodlarının Dalgacık yapılı (Wavelet) YSA üzerine uygulanmaları

10. PKI ve Source Difference Metodlarının kullanılmadan, verilerin doğrudan Wavelet yapısına uygulanması:

$N = 50$, $t_i = 0.06$, $w_i = 0.06$, $a_i = 0.06$ $t_M = 0.07$ $w_M = 0.07$ $a_M = 0.07$



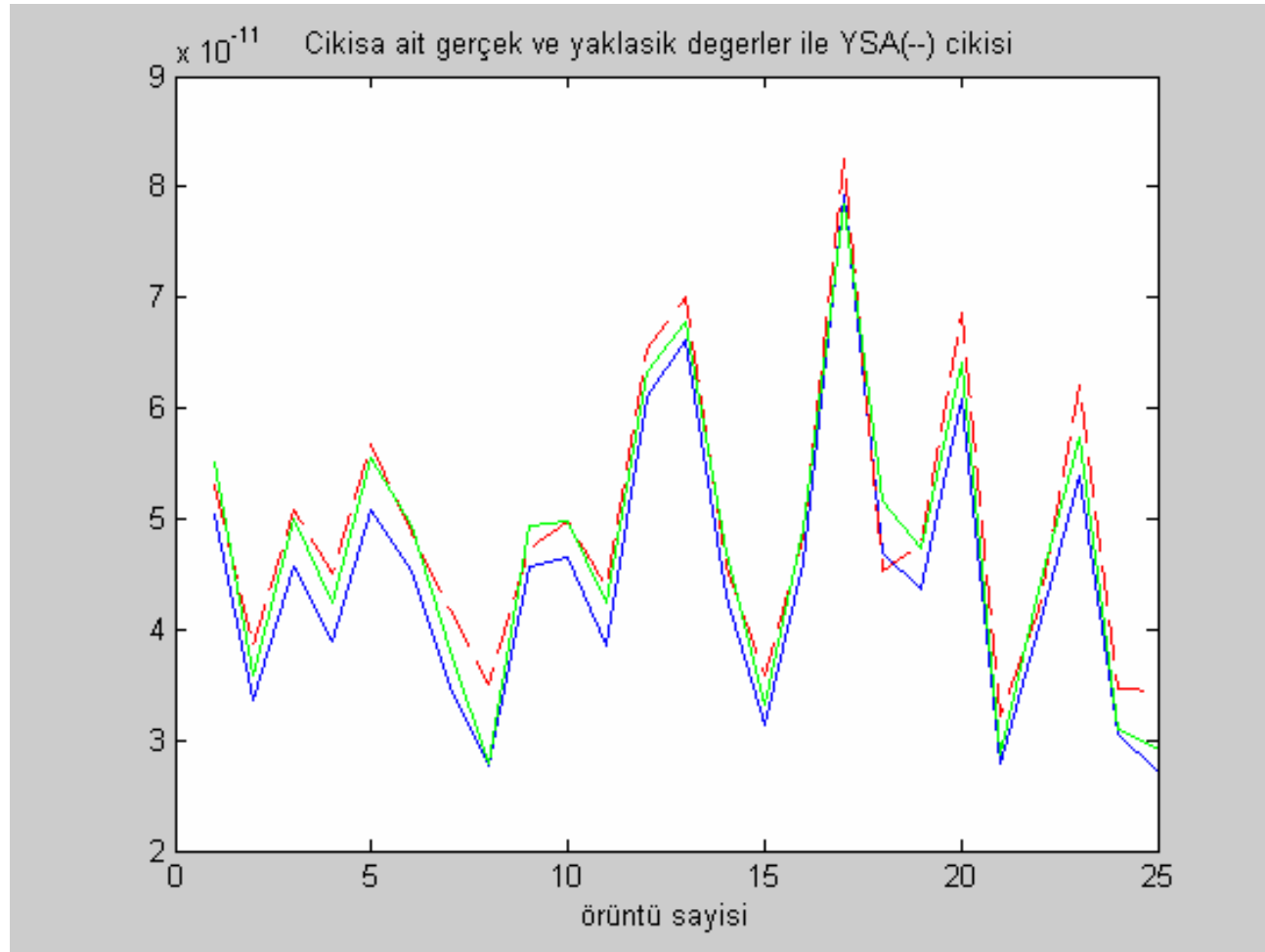
Şekil 10.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 10.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

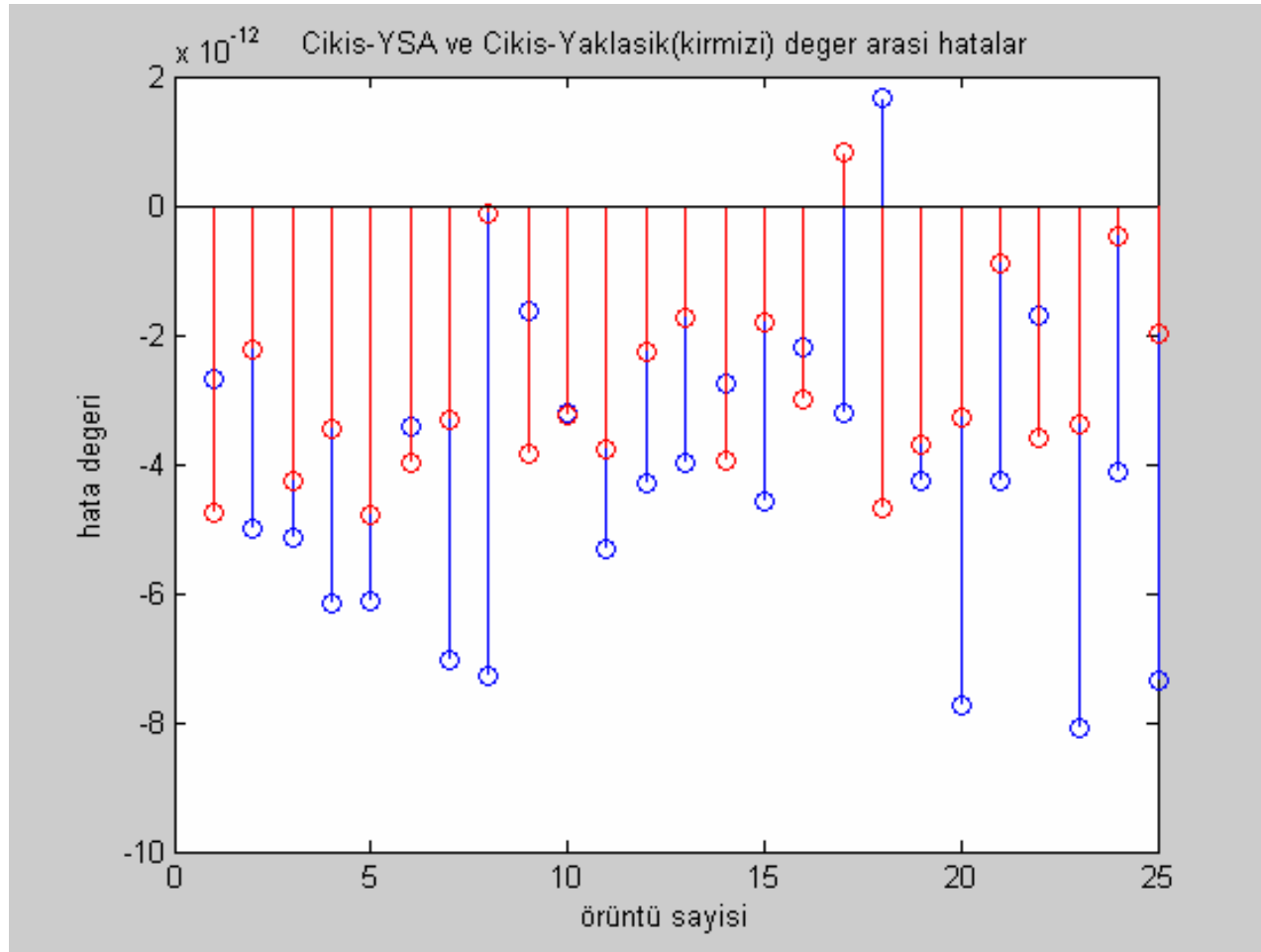
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.003	28	10.1560	0.00770705617070	0.00284659822141

UYGULAMALAR



Şekil 10.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR

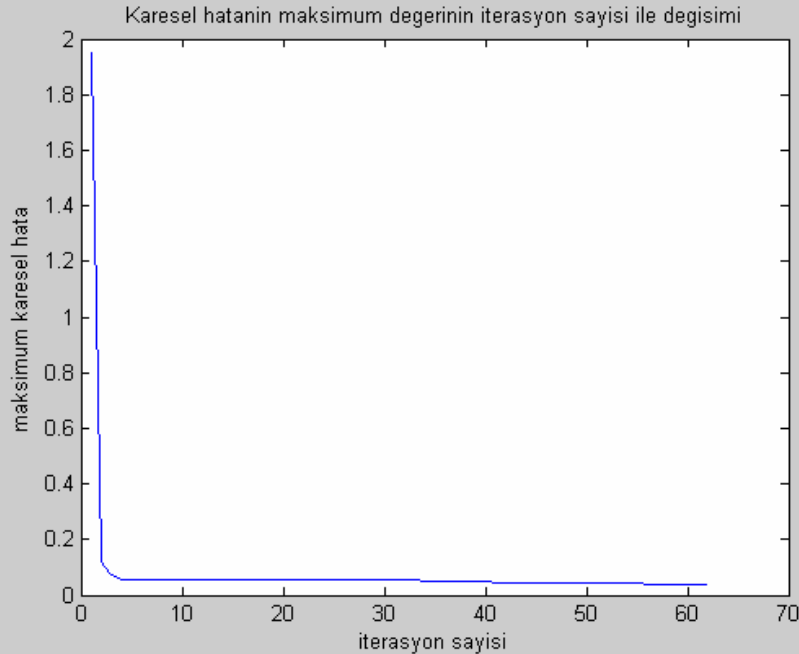


Şekil 10.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

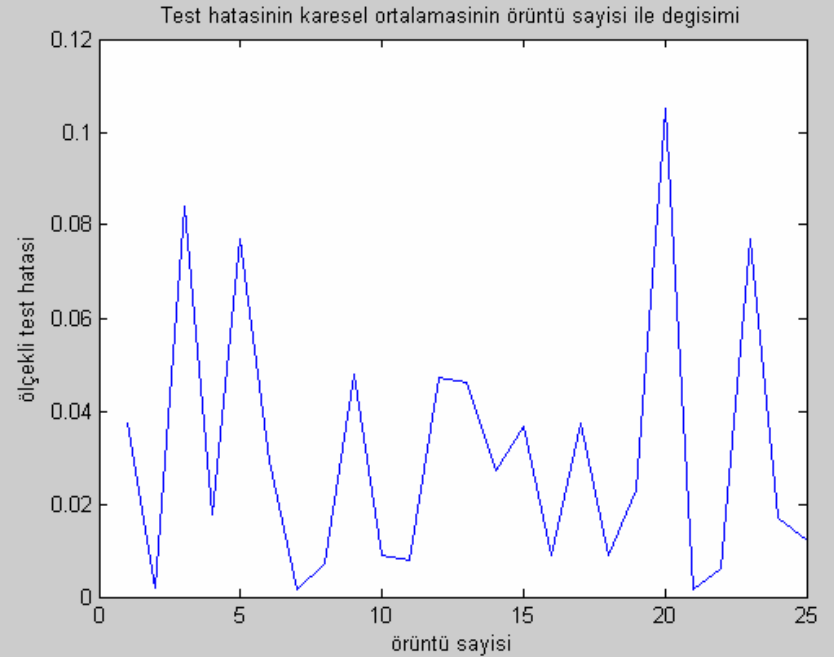
UYGULAMALAR

11. Source Difference Metodunun Wavelet yapıllı YSAya uygulanması:

$N = 50$, $t_L = 0.05$, $w_L = 0.05$, $a_L = 0.05$ $t_M = 0.06$ $w_M = 0.06$ $a_M = 0.06$



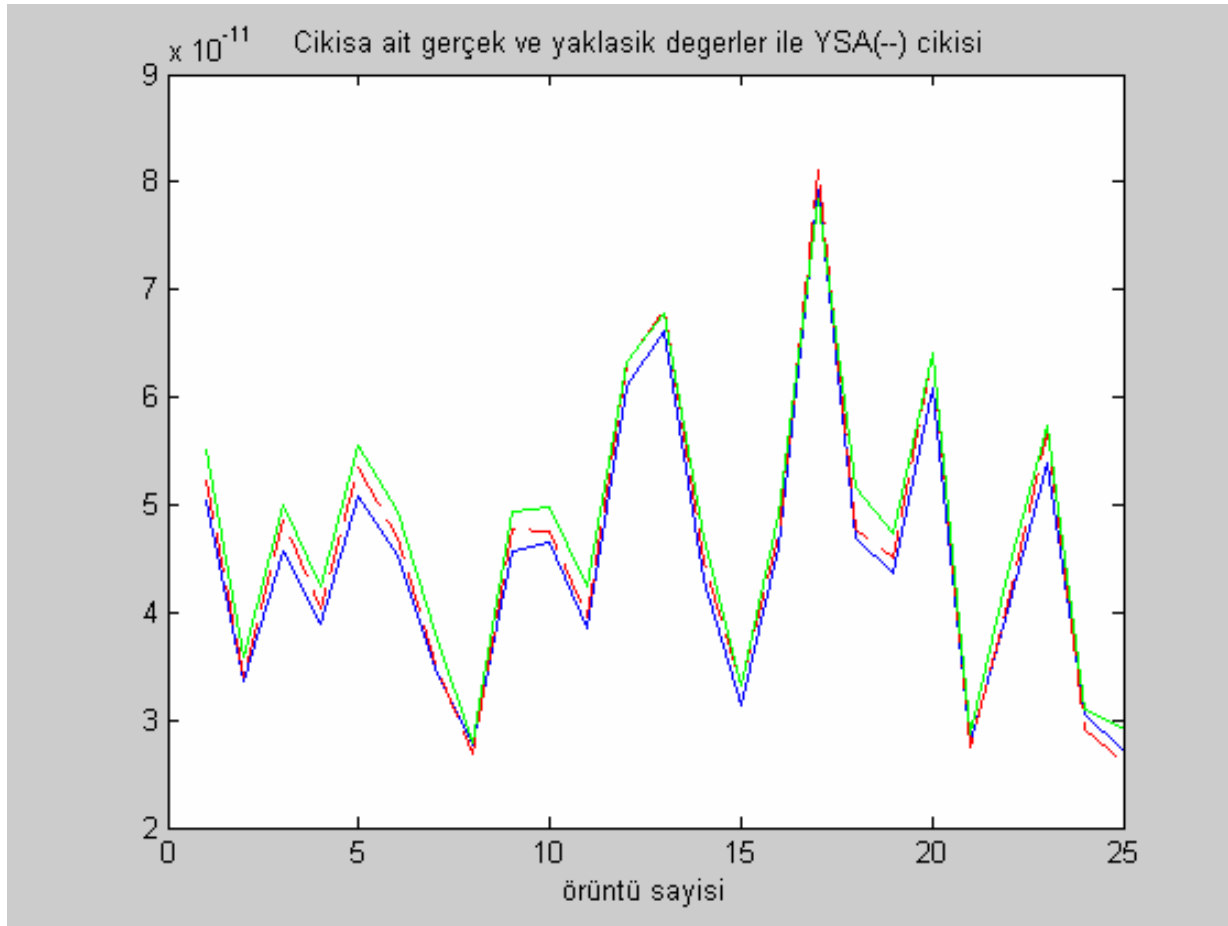
Şekil 11.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 11.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

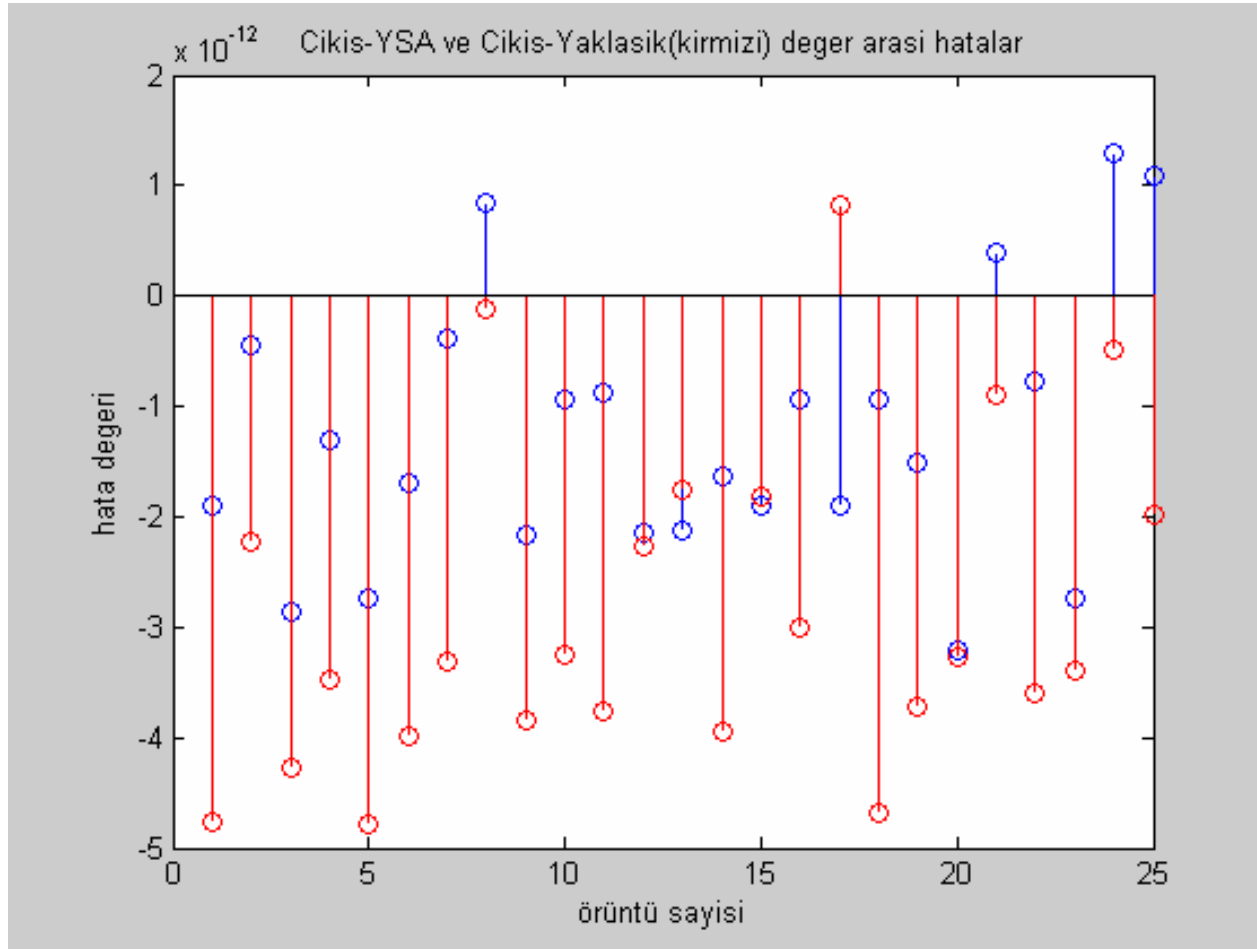
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.04	62	22.1400	0.10508224715573	0.03099871043068

UYGULAMALAR



Şekil 11.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR

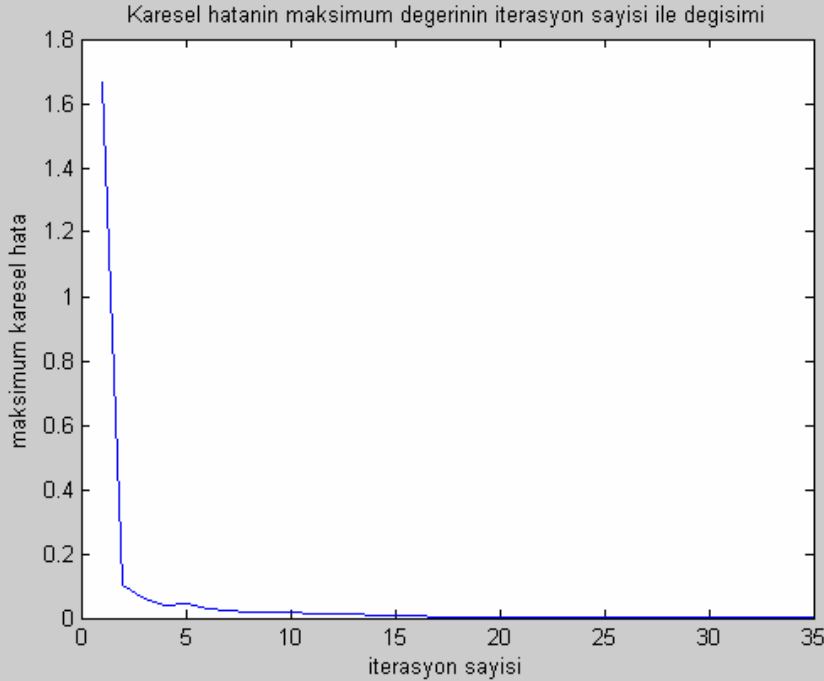


Şekil 11.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

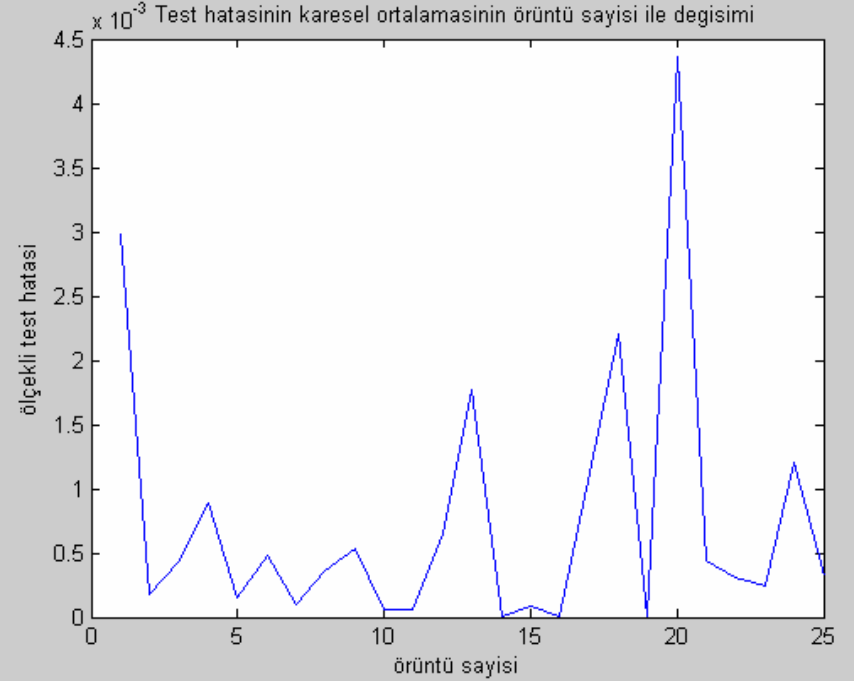
UYGULAMALAR

12. PKI Metodunun Wavelet yapılı YSA ya uygulanması:

$N = 50$, $t_L = 0.05$, $w_L = 0.05$, $a_L = 0.05$ $t_M = 0.06$ $w_M = 0.06$ $a_M = 0.06$



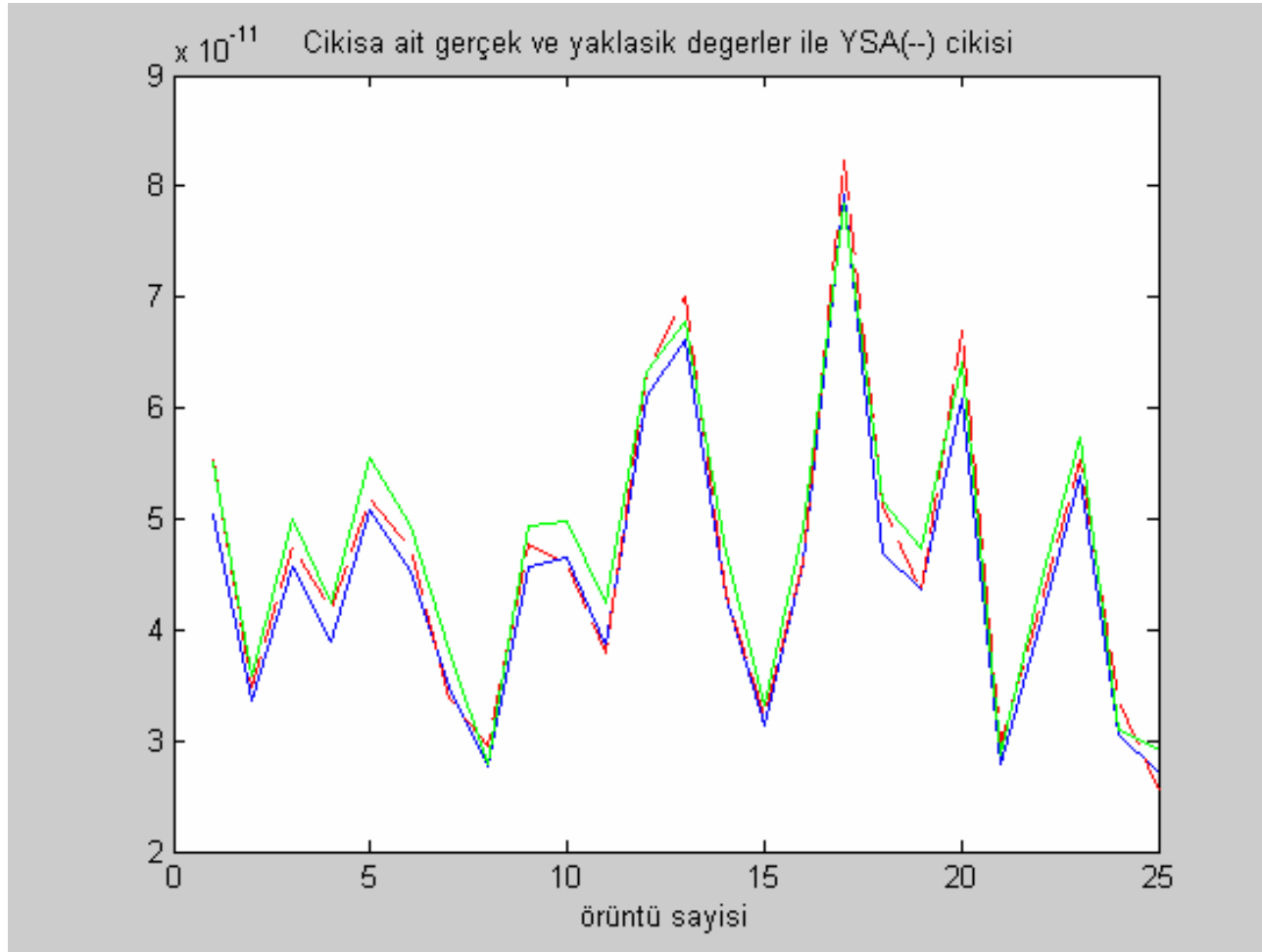
Şekil 12.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 12.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

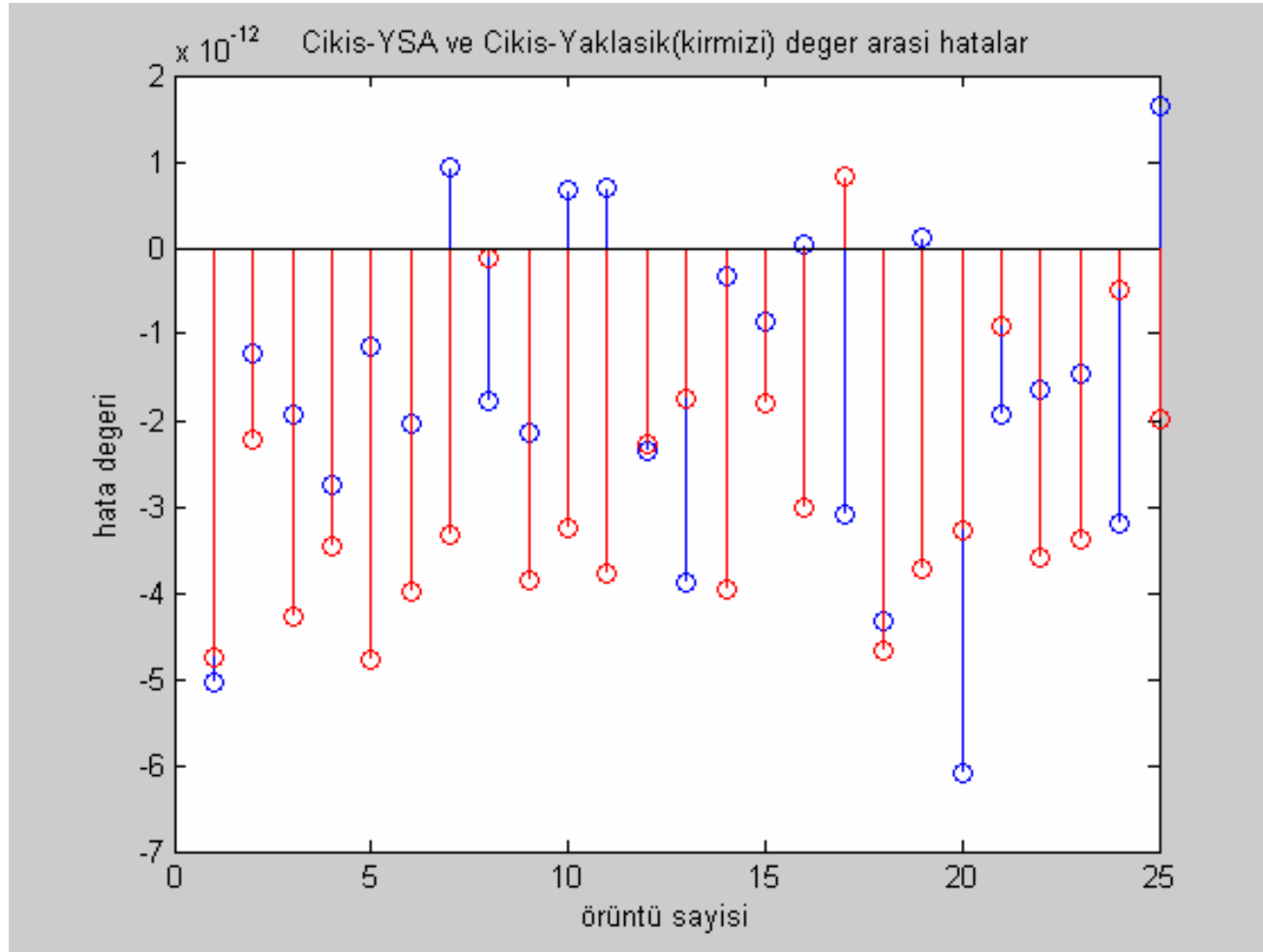
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.003	35	12.8280	0.00436111430368	7.587969801461026e-4

UYGULAMALAR



Şekil 12.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR

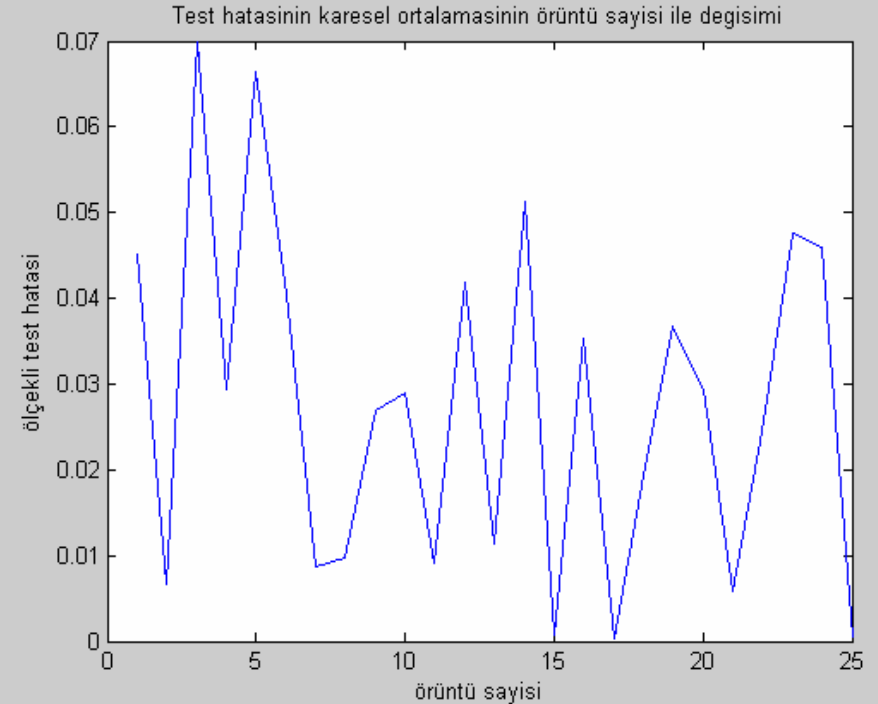
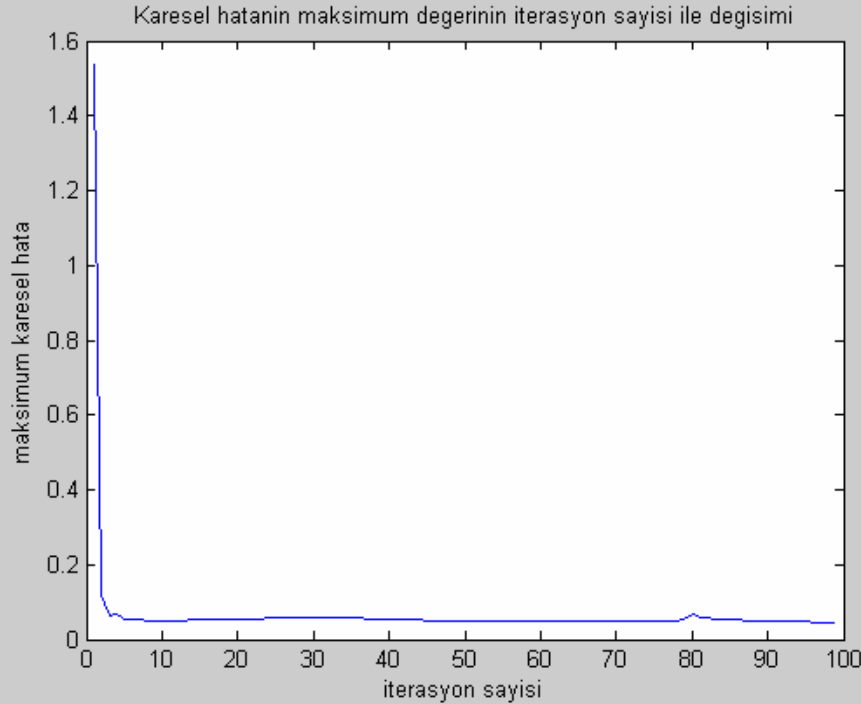


Şekil 12.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

UYGULAMALAR

13. Source Difference ve PKI Metodlarının Birleşiminin Wavelet yapılı YSA ya uygulaması:

$N = 50$, $t_L = 0.05$, $w_L = 0.05$, $a_L = 0.05$ $t_M = 0.06$ $w_M = 0.06$ $a_M = 0.06$

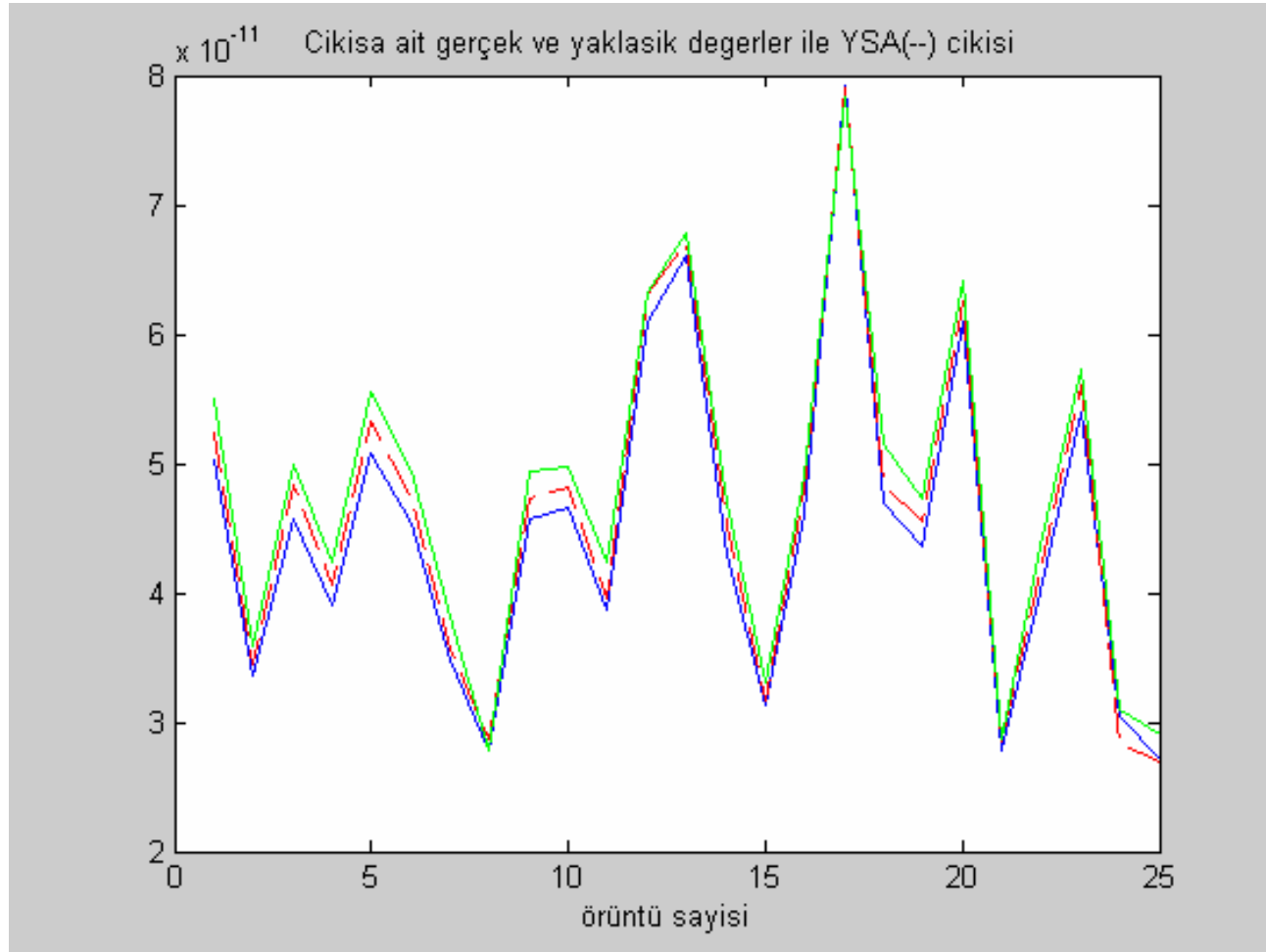


Şekil 13.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri

Şekil 13.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

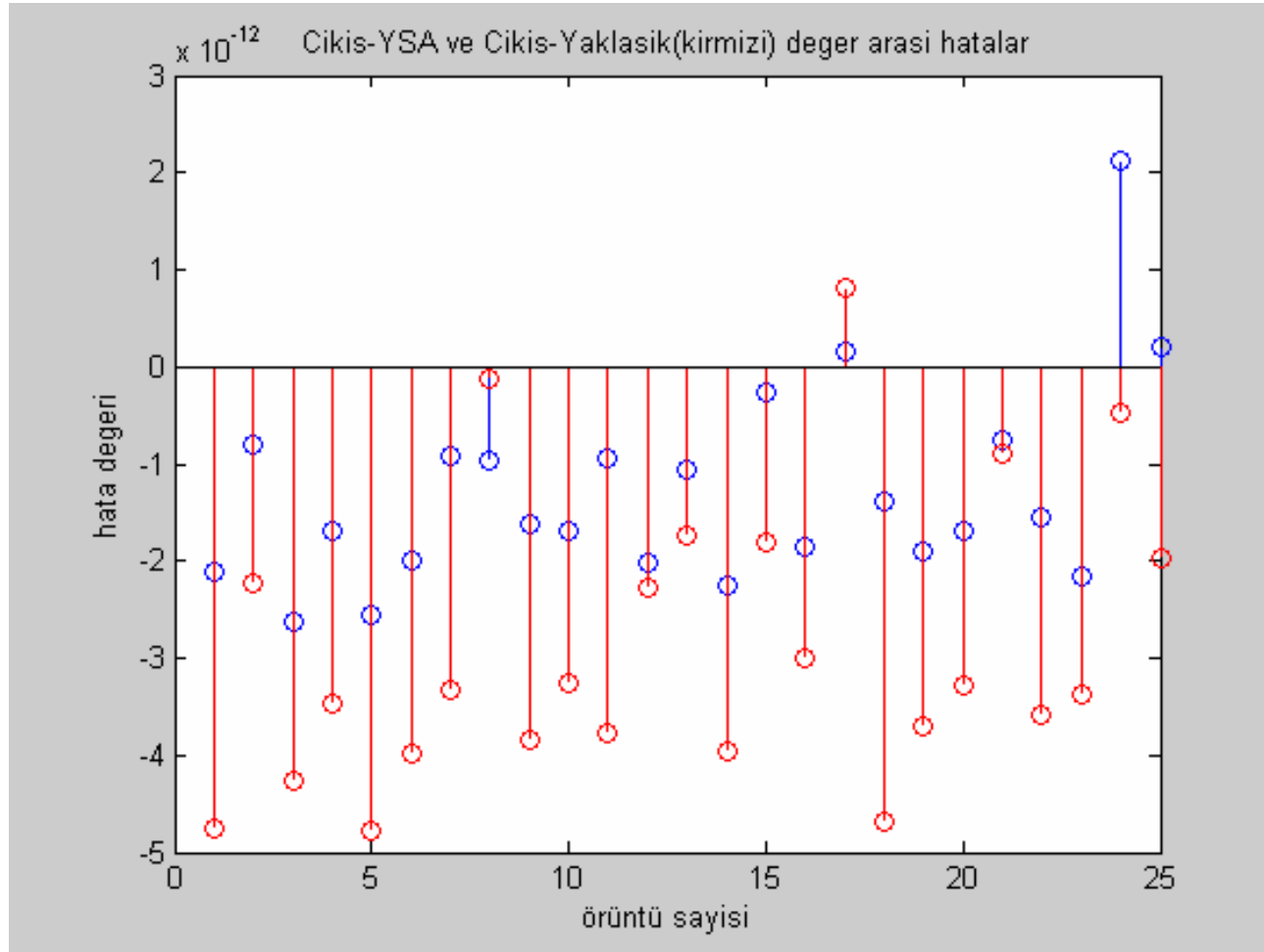
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.045	99	37.4070	0.06983552125860	0.02767425866590

UYGULAMALAR



Şekil 13.3: Çıkışın; gerçık, yaklaşıık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR



Şekil 13.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

KARŞILAŞTIRMALAR

Çok Katmanlı YSA Uygulamaları

	Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
Çok Katmanlı Ysa	0.001	354	37.3290	0.00762804428344	0.00302403735962
Source Difference	0.08	206	22.9380	0.29237223737103	0.05069084852850
PKI	0.003	540	52.0790	0.00459681910616	0.00194198441829
SD - PKI	0.06	187	19.1710	0.06761328751401	0.01860504509223

Radial Tabanlı YSA Uygulamaları

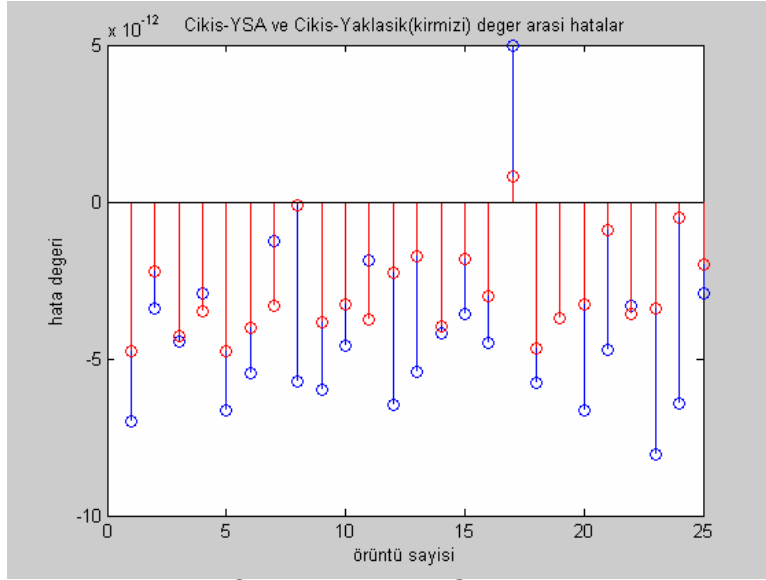
	Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
Radial Tabanlı Ysa	0.003	439	96.2340	0.00401934366774	0.00156891743145
Source Difference	0.02	91	19.7500	0.08289909861371	0.02466993361161
PKI	0.003	69	15.3280	0.00307127399069	0.00109616561805
SD - PKI	0.03	95	20.5470	0.07943243700238	0.02236388205722

Dalgacık Yapılı YSA Uygulamaları

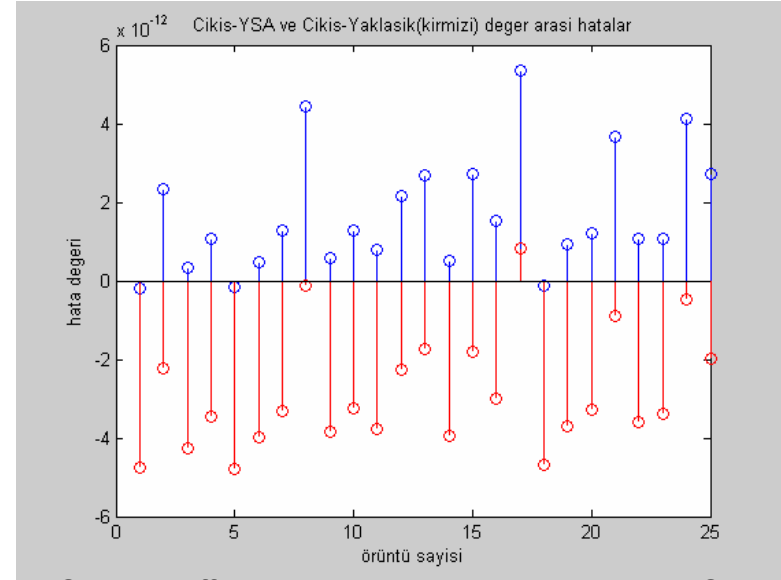
	Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
Çok Katmanlı Ysa	0.003	28	10.1560	0.00770705617070	0.00284659822141
Source Difference	0.04	62	22.1400	0.10508224715573	0.03099871043068
PKI	0.003	35	12.8280	0.00436111430368	7.5879698014e-04
SD - PKI	0.045	99	37.4070	0.06983552125860	0.02767425866590

KARŞILAŞTIRMALAR

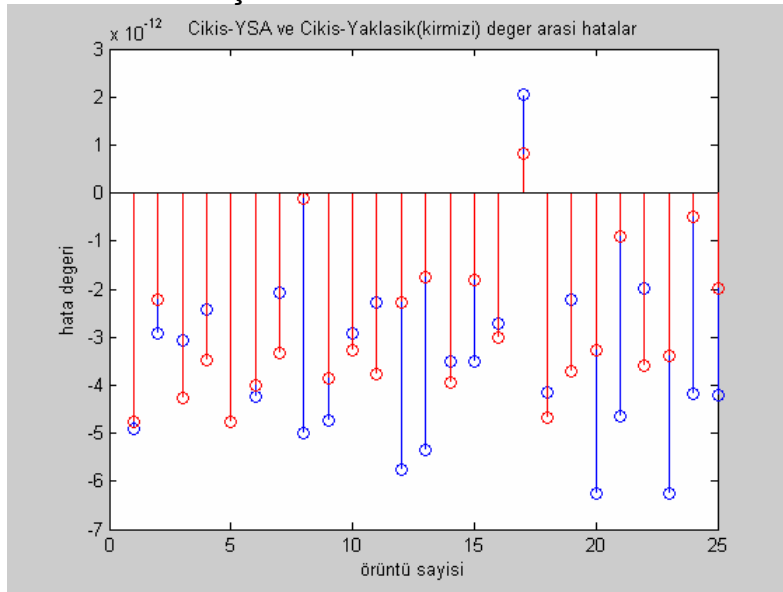
A) Çok Katmanlı YSA ve Source Difference/PKI Metod Uygulamaları:



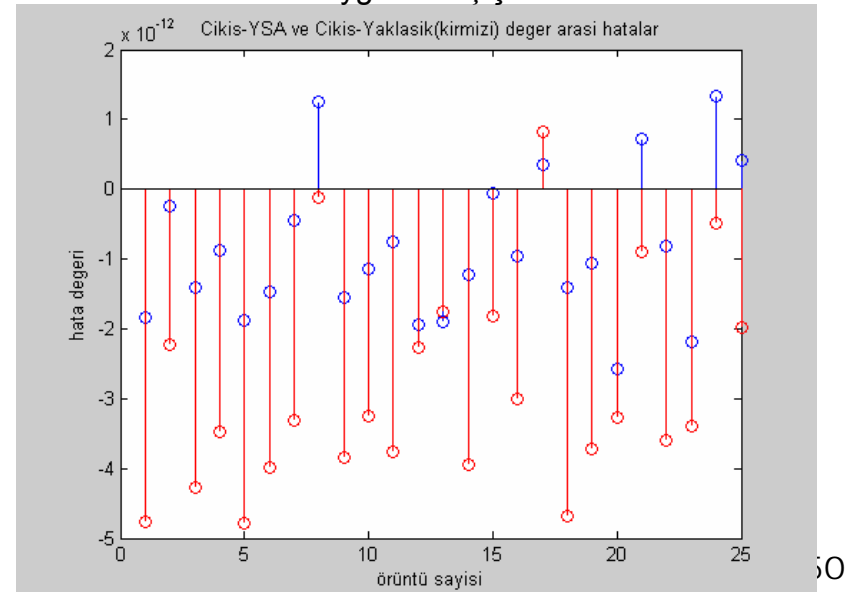
Çok Katmanlı YSA



Source Difference uygulanmış çok katmanlı YSA

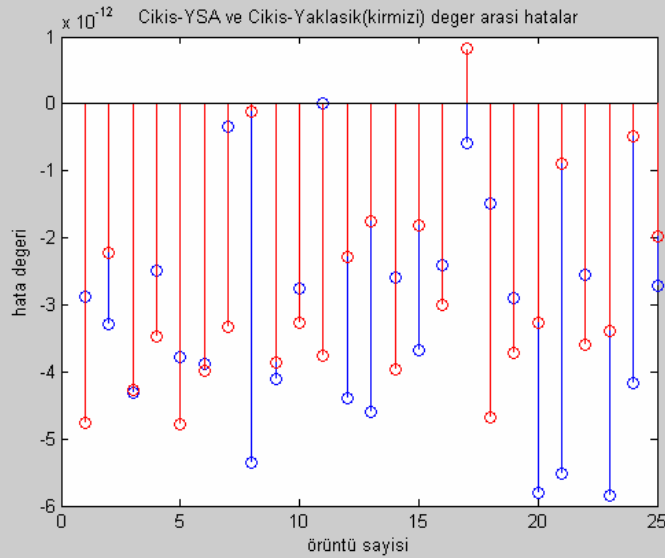


PKI uygulanmış çok katmanlı YSA

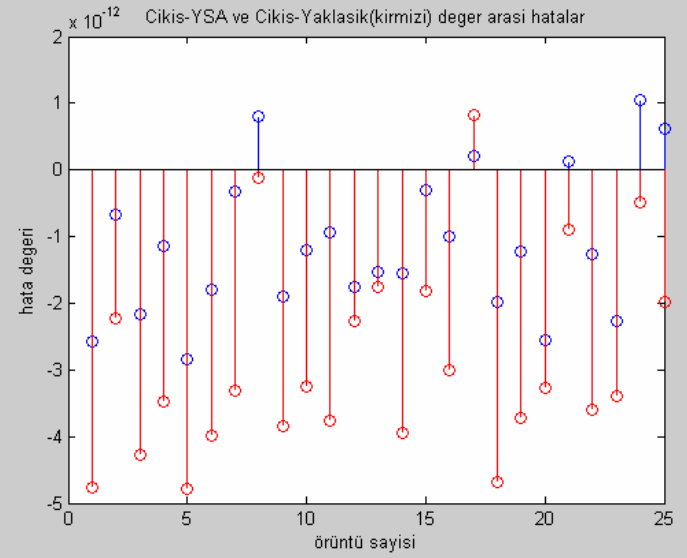


Source Difference & PKI uygulanmış çok katmanlı YSA

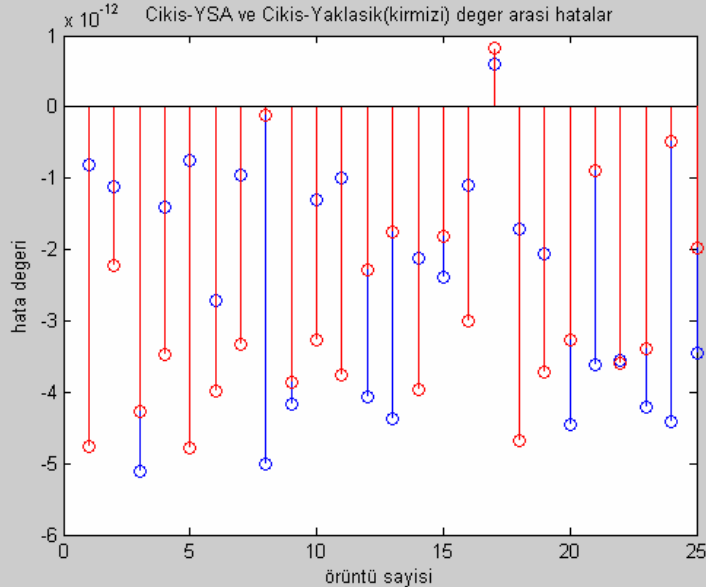
B) Radyal Tabanlı YSA ve Source Difference/PKI Metod Uygulamaları



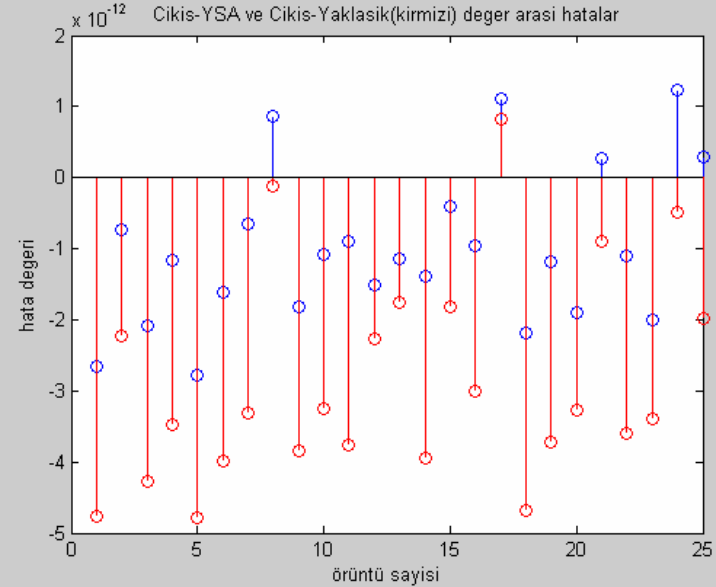
Radyal Tabanlı YSA



Source Difference uygulanmış Radyal Tabanlı YSA

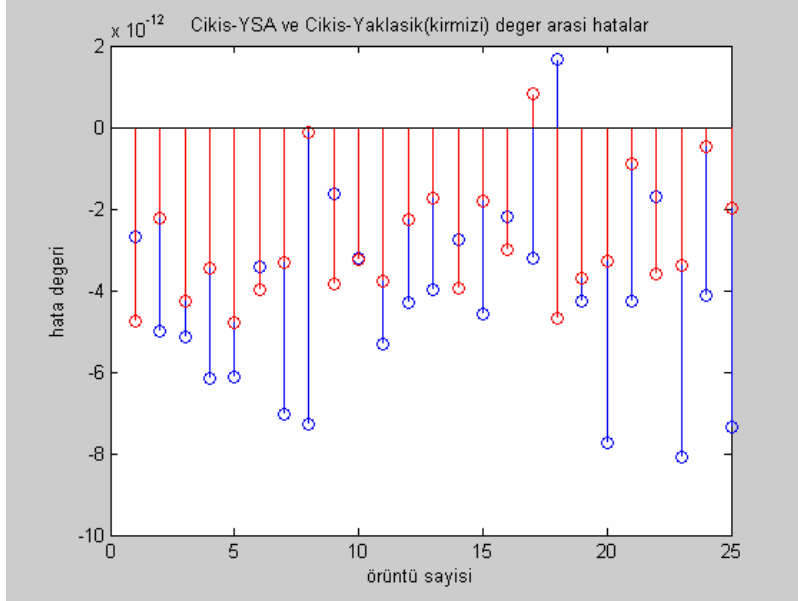


PKI uygulanmış Radyal Tabanlı YSA

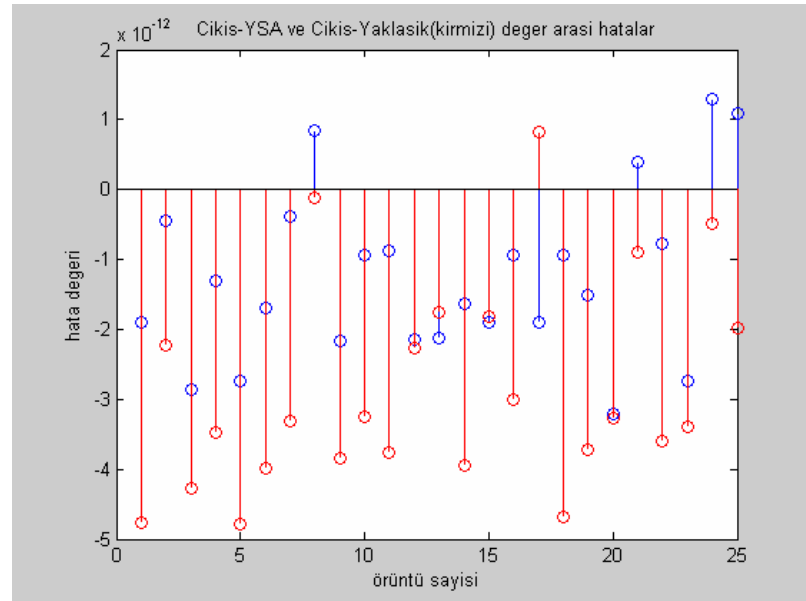


Source Difference & PKI uygulanmış Radyal Tabanlı YSA

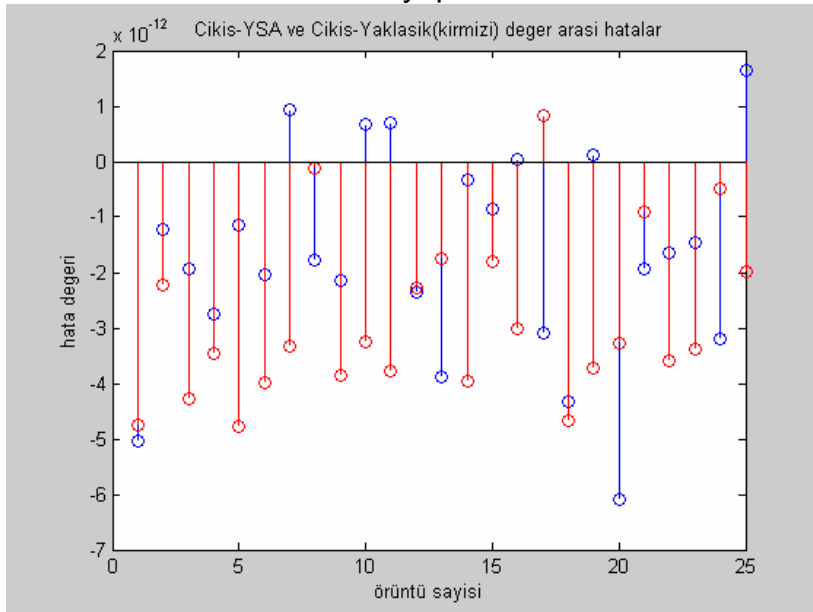
C) Wavelet yapılı YSA ve Source Difference/PKI Metod Uygulamaları:



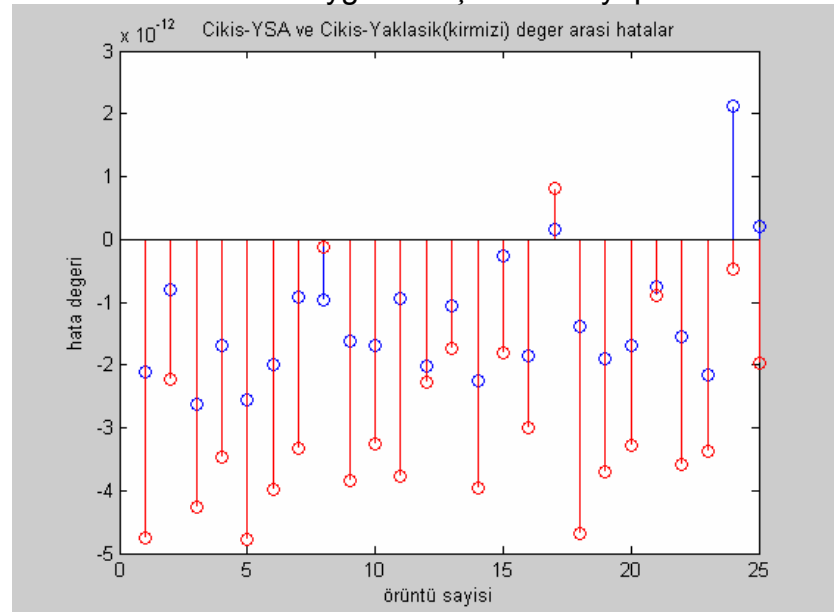
Wavelet yapılı YSA



Source Difference uygulanmış Wavelet yapılı YSA



PKI uygulanmış Wavelet yapılı YSA

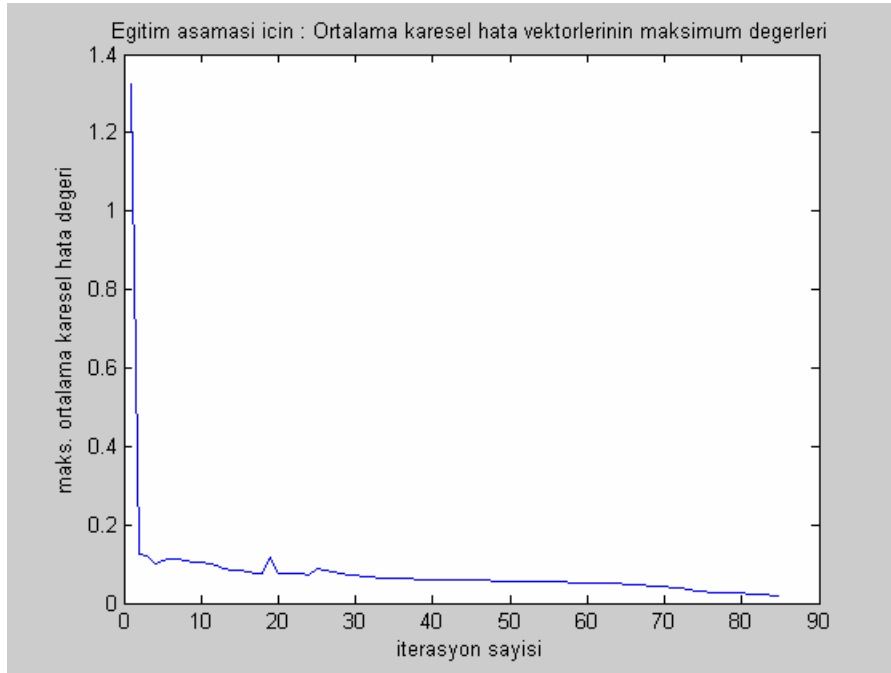


Source Difference & PKI uygulanmış Wavelet yapılı YSA

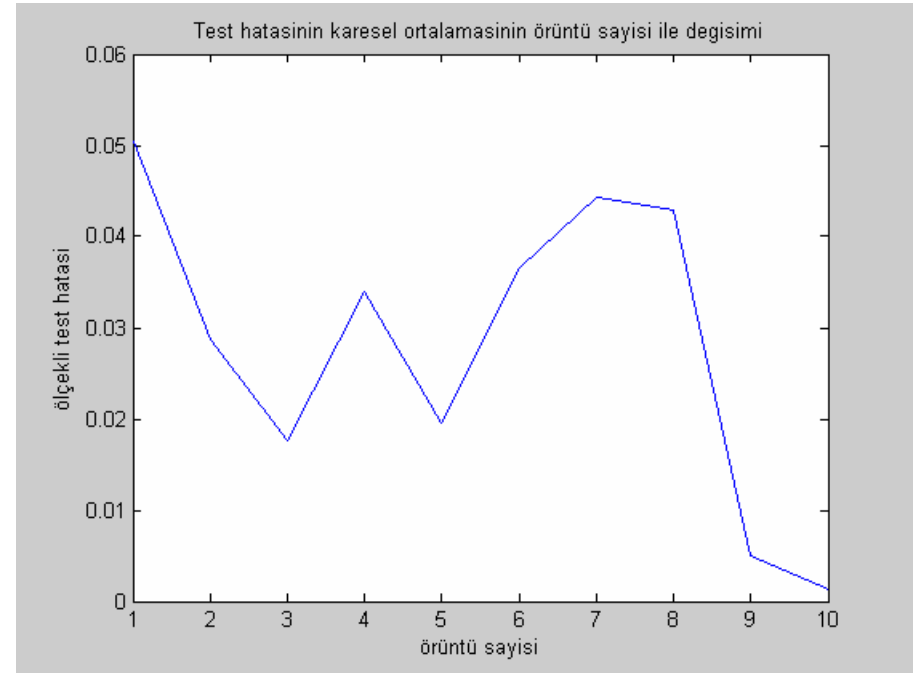
UYGULAMALAR

Bölüm V – Radyal Tabanlı YSAda Extrapolasyon Uygulaması:

14. Source Difference & Extrapolasyon



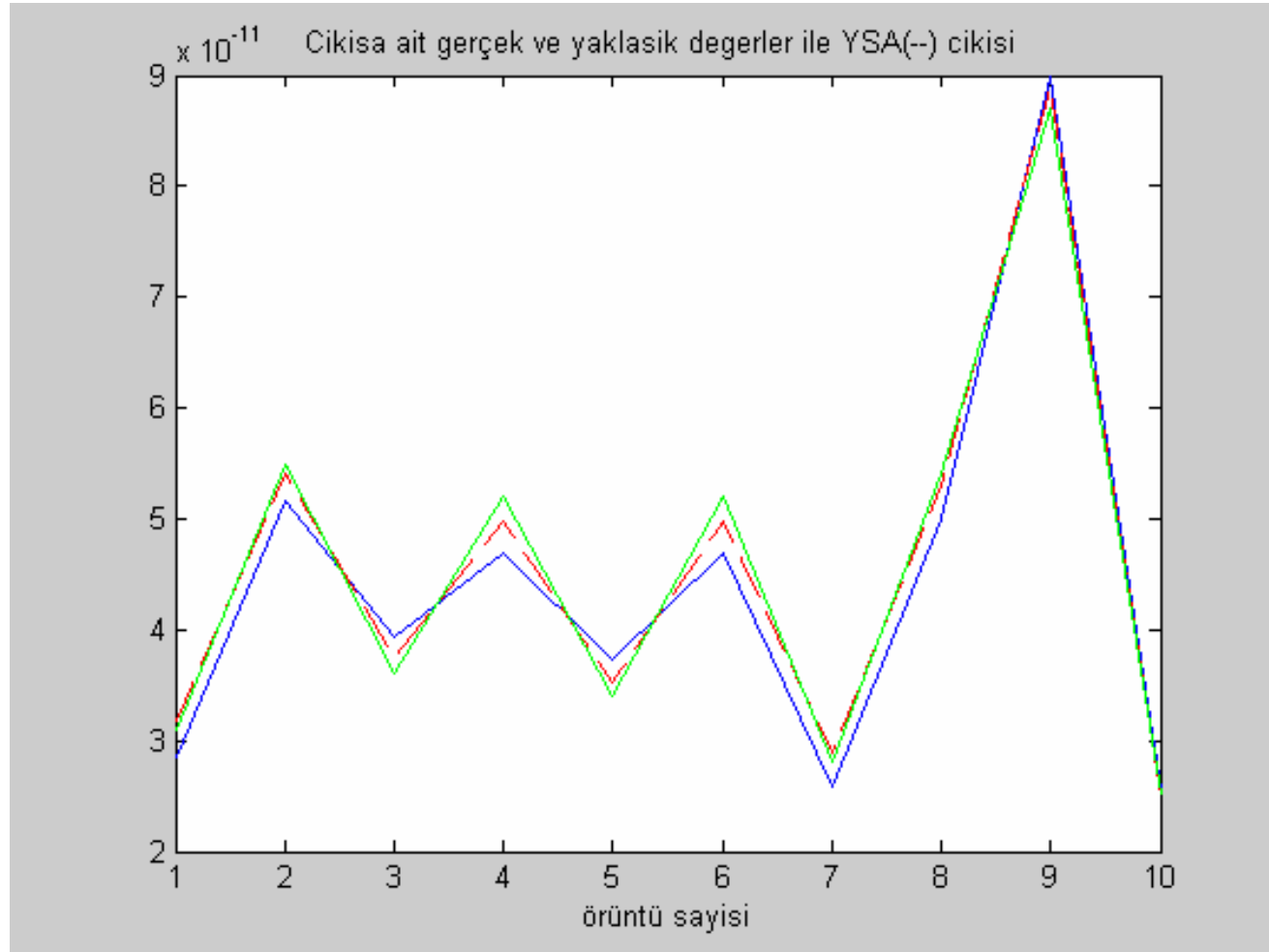
Şekil 14.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 14.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

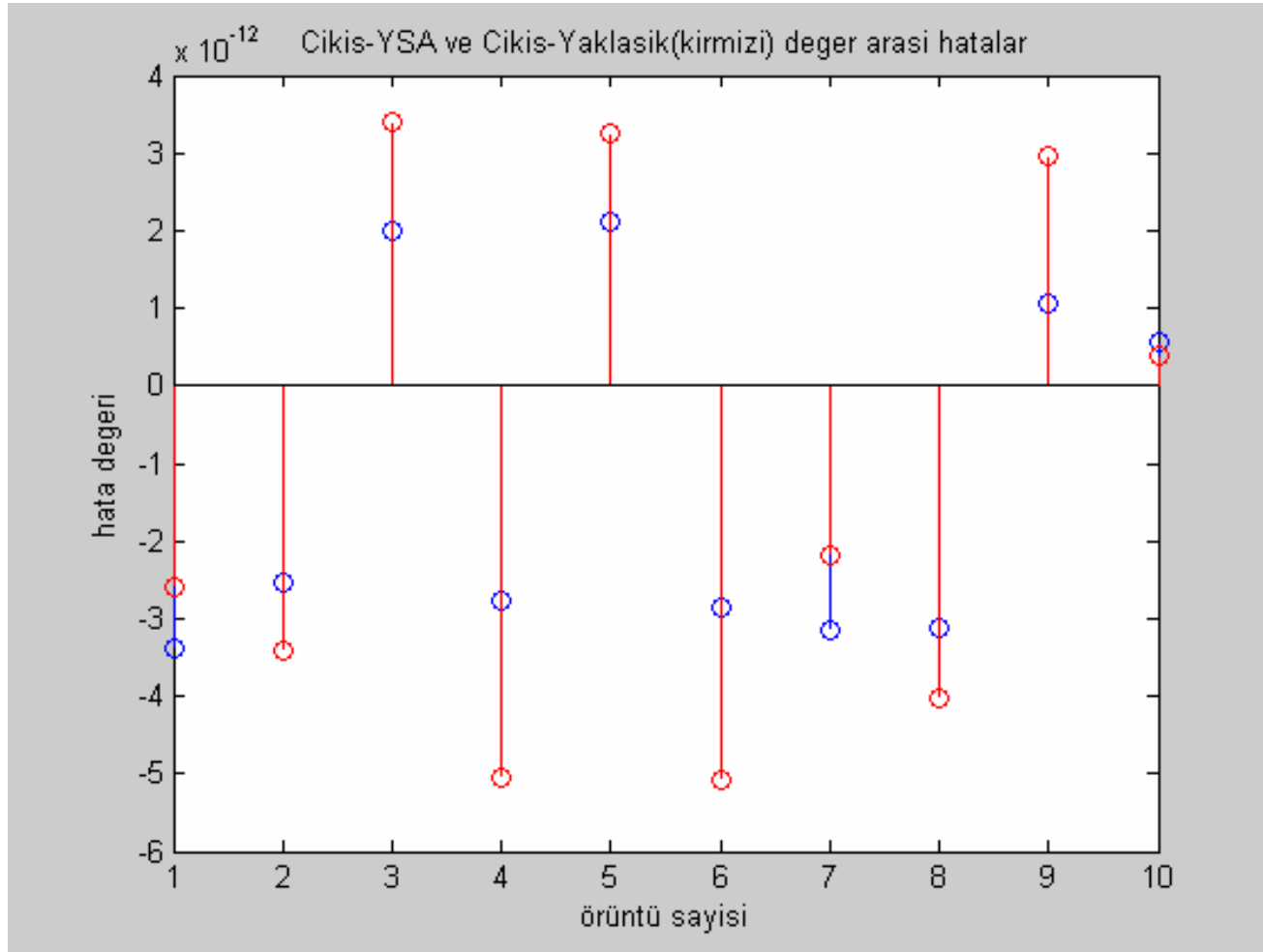
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.02	85	18.7030	0.05050613046785	0.02804500195047

UYGULAMALAR



Şekil 14.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

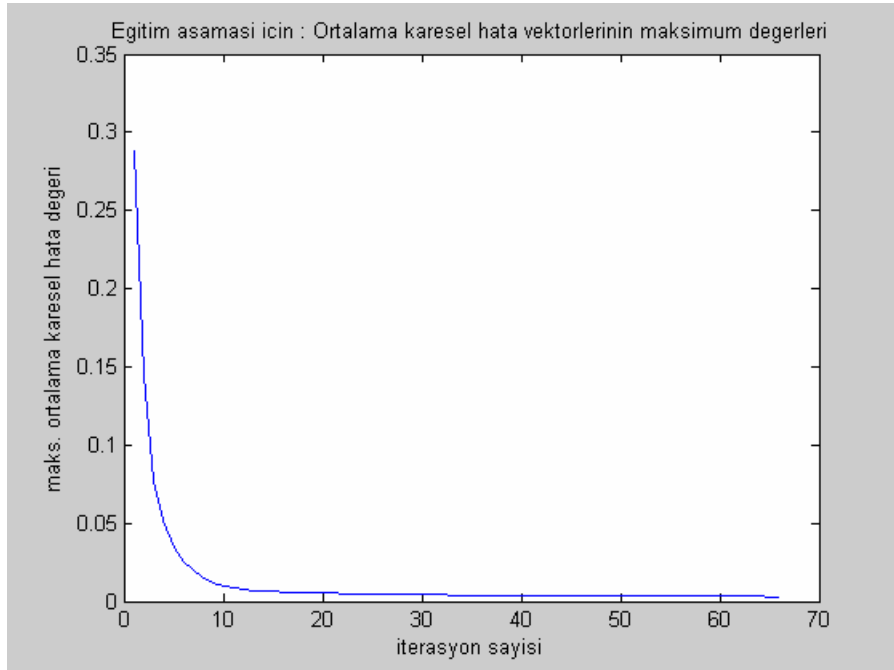
UYGULAMALAR



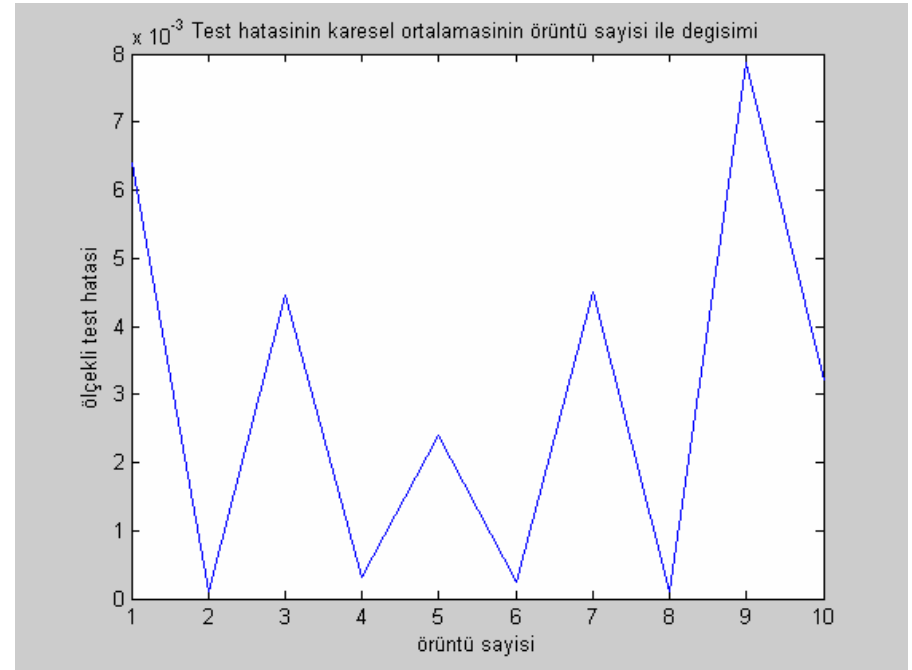
Şekil 14.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

UYGULAMALAR

15. PKI & Extrapolasyon



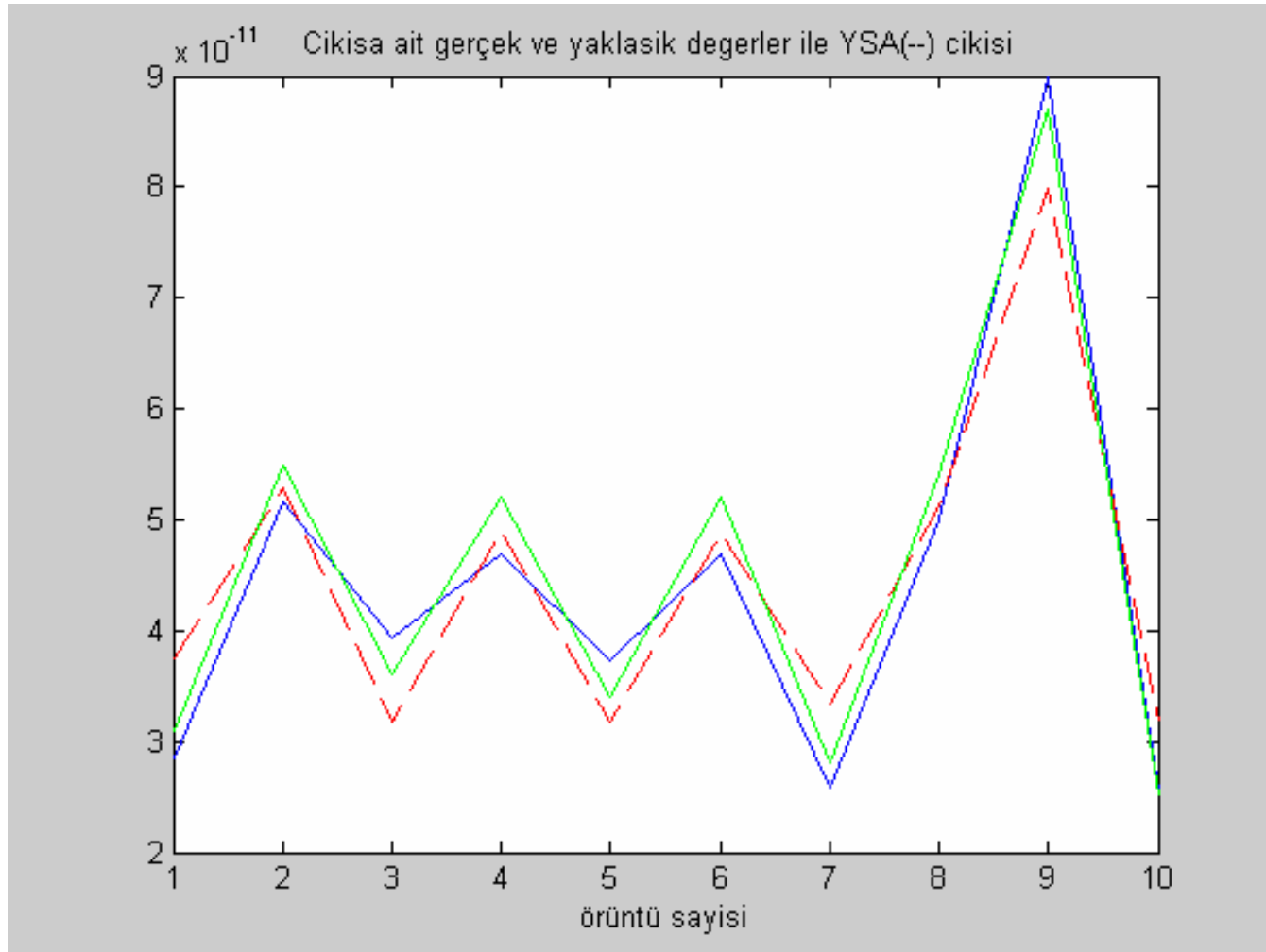
Şekil 15.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 15.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

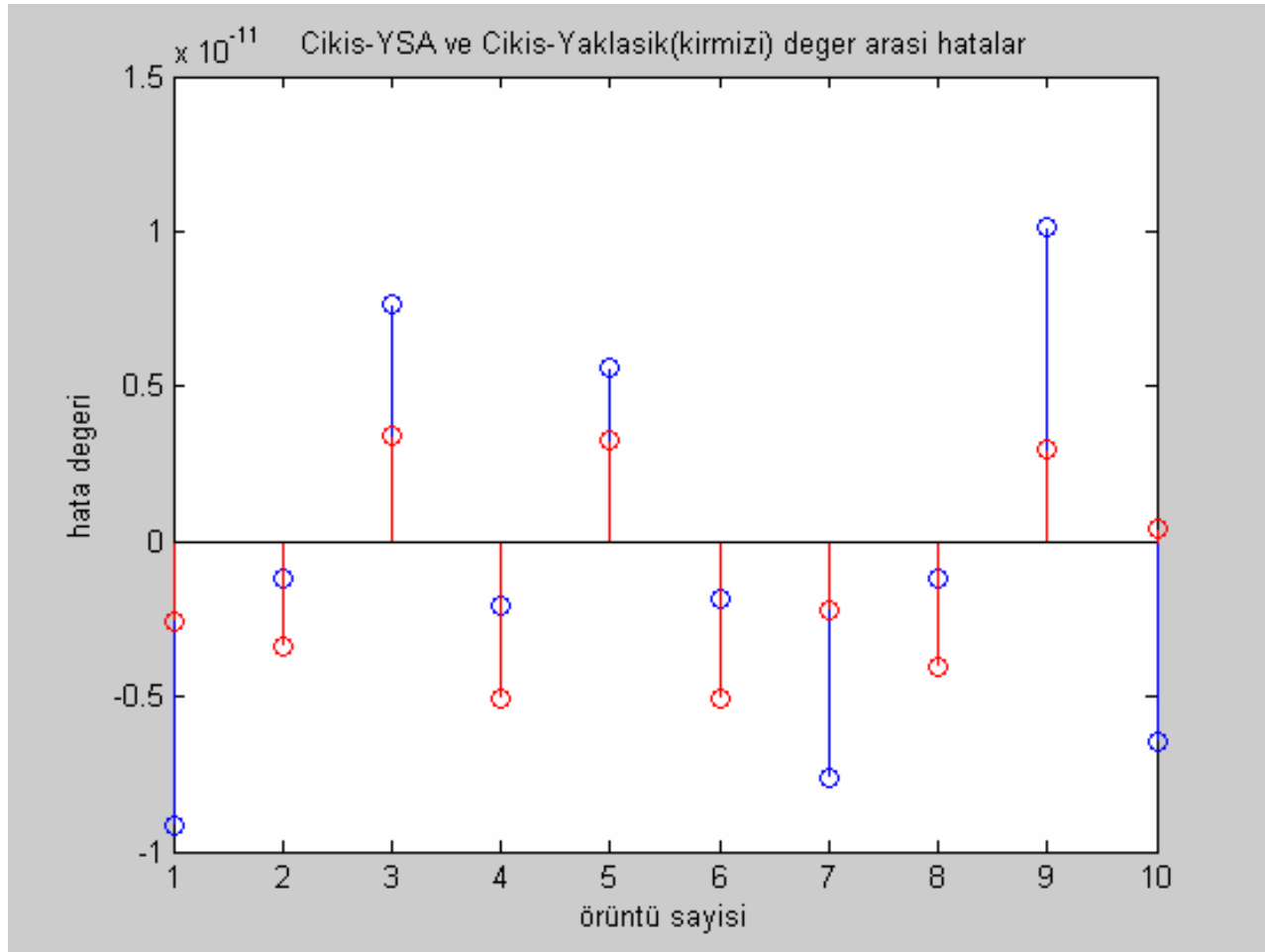
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.003	66	14.8750	0.00786556446689	0.00296180222903

UYGULAMALAR



Şekil 15.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

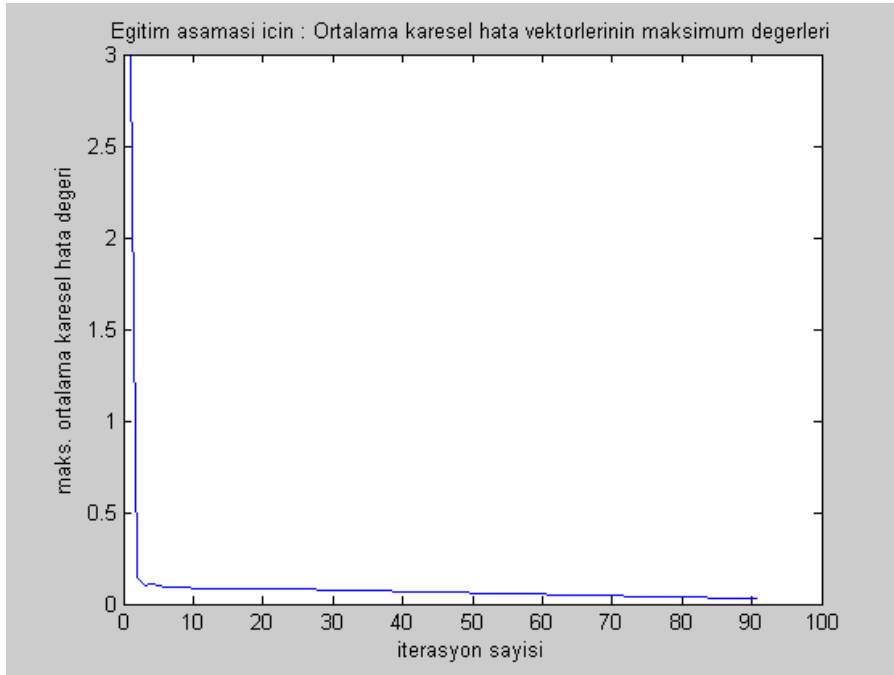
UYGULAMALAR



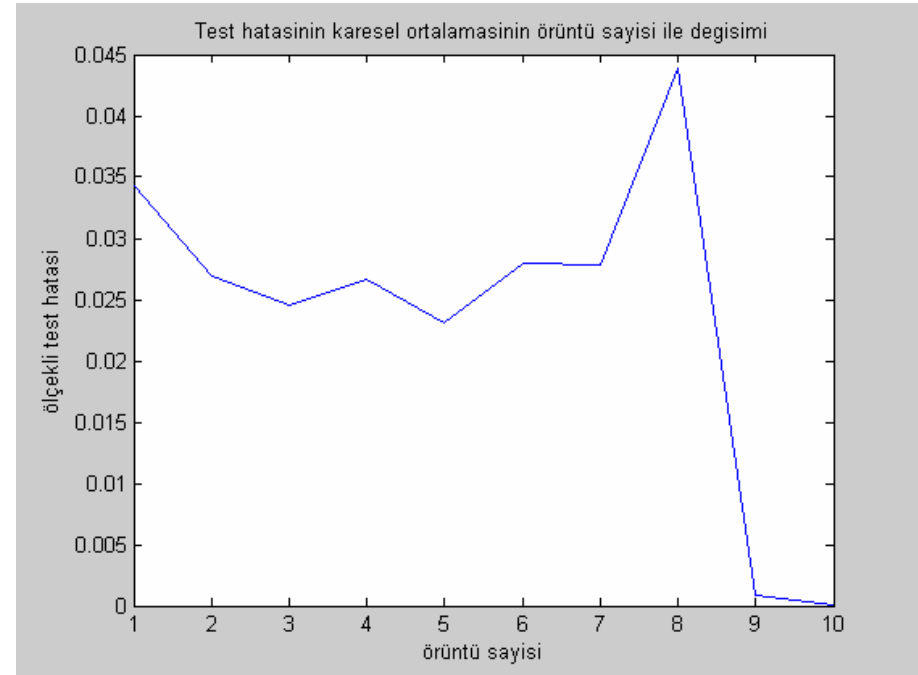
Şekil 15.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

UYGULAMALAR

16. SD - PKI & Extrapolasyon



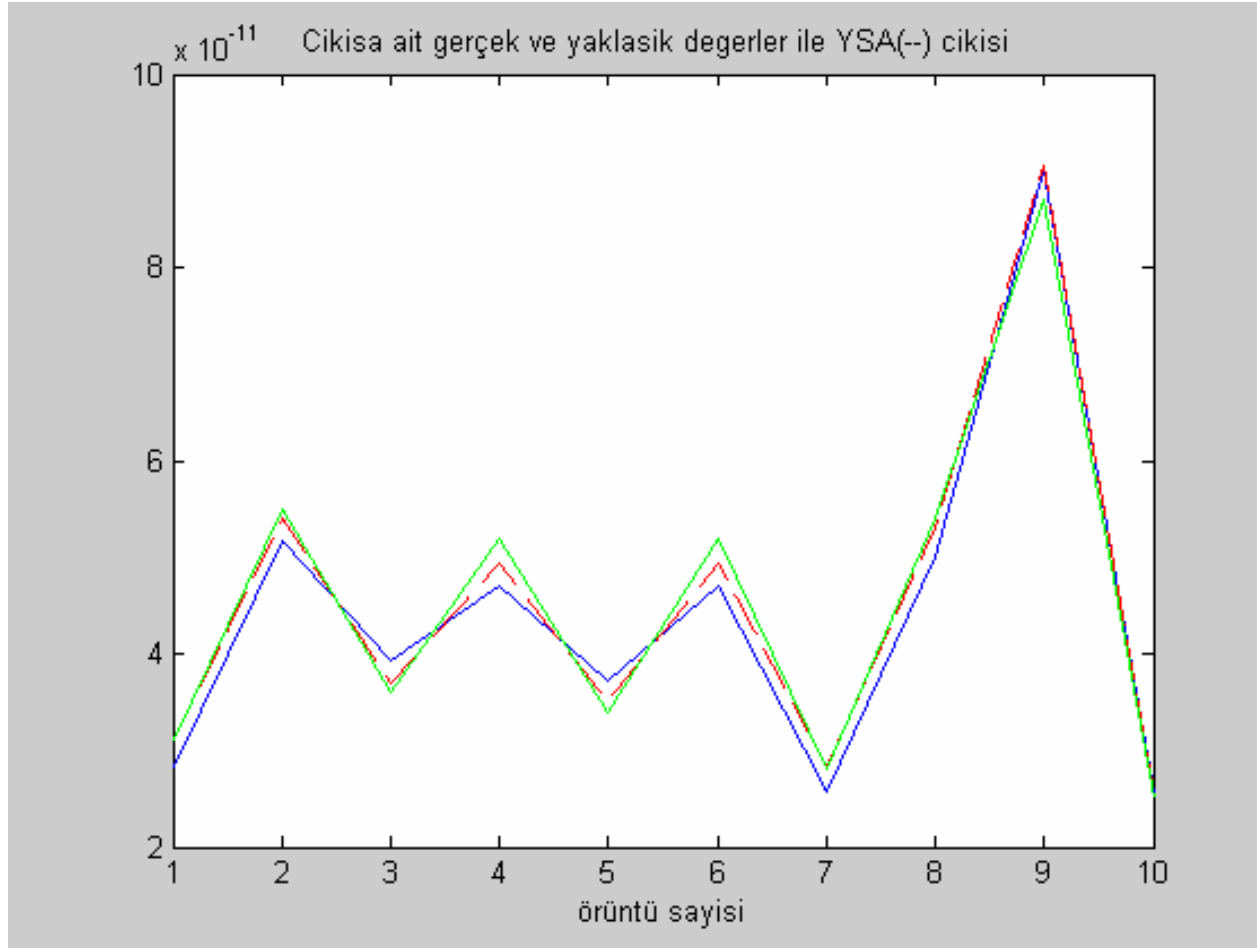
Şekil 16.1: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hataların maksimum değerleri



Şekil 16.2: Eğitim kümesine ait ortalama karesel hatalar

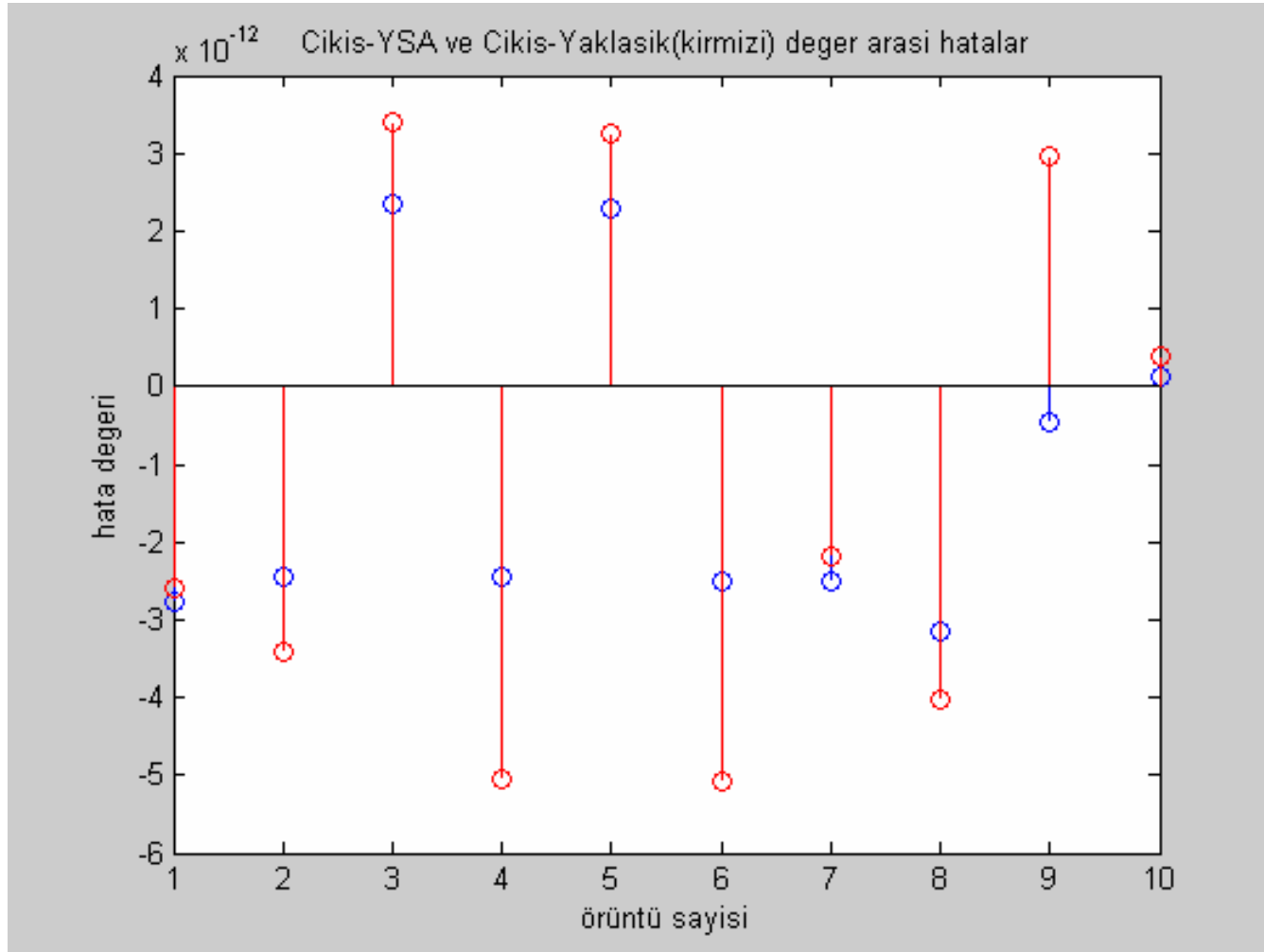
Eğitim İçin Maks. Hatanın Üst Sınırı	İterasyon Sayısı	Çalışma Zamanı (sn)	Çıkışta Elde Edilen Maksimum Hata	Çıkışta Elde Edilen Ortalama Hata
0.03	91	20.4680	0.04394623527087	0.02364124994480

UYGULAMALAR



Şekil 16.3: Çıkışın; gerçek, yaklaşık(yeşil) ve YSA(kırmızı)'dan elde edilen değerleri

UYGULAMALAR



Şekil 16.4: EM Çıkış-YSA ve EM Çıkış-Yaklaşık(kırmızı) arasındaki hata değerleri

SONUÇLAR

- EM simülatör çıkışı - Ampirik çıkış : Fark fazla değil, ancak ani değişimler var.
- Çok katmanlı ağ + Source Difference Metod : Hata yeterince düşürülemedi.
- Radyal tabanlı YSA + Source Difference Metod : Hata oldukça düşük.
- Wavelet yapılı YSA + Source Difference Metod : Yakınsama hızlı, hata ilk ikisinin ortasında bir seviyede.
- PKI metodu giriş sayısını arttırdığından, salt YSA ya nazaran EM simülatör çıkışına daha yakın sonuçlar vermiştir. Ancak, Source difference kadar başarılı değildir.
- Giriş PKI & Çıkış Source Difference birleşik metod: Radyal tabanlı ve Wavelet yapılı YSAda sonuçları iyileştirmiştir. En iyi hata sonucu Çok katmanlı YSA da elde edilmiştir.
- Hiçbir metod kullanılmadığı durumda eldeki verilerle en iyi sonucu Radyal Tabanlı YSA vermiştir.
- En hızlı yakınsayan yapı Wavelet YSAdır. Ancak Radyal Tabanlı YSA ya göre yüksek hata verir.
- Tasarım aşamasında hata değerlerini indirebilmek için ağırlıklar, merkezler ve diğer parametreler üzerinde farklı alternatifler denenerek en iyiye yakın sonucu veren parametreler tercih edilmiştir.
- Radyal tabanlı YSA ya extrapolasyon uygulandığında en iyi sonuç SD-PKI den elde edilmiştir.