



**T.C.  
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**UZUN DÖNEM KURAKLIK TAHMİNİNDE DALGACIK  
YÖNTEMİYLE YAPAY SİNİR AĞLARININ KULLANILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Berna ERENSON**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Mehmet Ali HİNİS**

**AKSARAY, 2018**

## AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

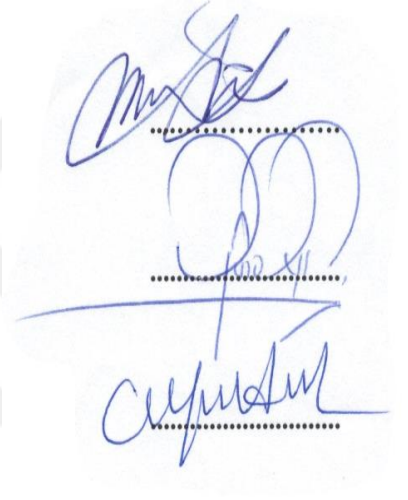
### ONAY BELGESİ

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 152303002 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, "Berna ERENSON", ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "Uzun Dönem Kuraklık Tahmininde Dalgacık Yöntemiyle Yapay Sinir Ağlarının Kullanılması" başlıklı tezini, aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

**Tez Danışmanı :** Doç. Dr. Mehmet Ali HINIS  
Aksaray Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** Prof. Dr. Gürol YILDIRIM  
Aksaray Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** Doç. Dr. Meral BÜYÜKYILDIZ  
Selçuk Üniversitesi



**Teslim Tarihi: 22/05/2018**

**Savunma Tarihi: 21/06/2018**

## DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışımında alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

**Berna ERENSON**



## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince desteklerini benden esirgemeyen, bu tezin hazırlanması esnasında bilgi ve deneyimiyle beni yönlendiren saygıdeğer hocam Doç. Dr. Mehmet Ali HINIS' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin hazırlanması aşamasında yardım eden Arş. Gör. Furkan AYDIN' a, arkadaşlarım Sümeyra KAHRAMANLAR ve Melike KAPLAN' a teşekkürü bir borç bilirim.

Akademik ve mesleki olarak kariyerime katkıda bulunan ve her daim yanımda olan sevgili eşim Arş. Gör. Can ERENSON' a ve bana her zaman destek olan kayınvalidem Fatma ERENSON ve kayınpederim Süleyman Erdener ERENSON' a çok teşekkür ederim.

Hayatımın her anında bana kol kanat geren, yol gösteren ve cesaretlendiren çok değerli annem Fatma KARAKUZU, babam Mehmet KARAKUZU ve kardeşim Tuğba KARAKUZU' ya da çok teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                                          |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ONAY BELGESİ.....                                                                        | i    |
| DOĞRULUK BEYANI.....                                                                     | ii   |
| TEŞEKKÜR.....                                                                            | iii  |
| İÇİNDEKİLER.....                                                                         | iv   |
| ÖZET.....                                                                                | v    |
| ABSTRACT .....                                                                           | vi   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                                     | vii  |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....                                                                  | xiii |
| SİMGELER DİZİNİ .....                                                                    | xxi  |
| KISALTMALAR DİZİNİ.....                                                                  | xxii |
| 1. GİRİŞ .....                                                                           | 1    |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ .....                                                                 | 6    |
| 3. MALZEME VE YÖNTEM.....                                                                | 14   |
| 3.1 İstasyonların Özellikleri .....                                                      | 14   |
| 3.2 Normalleştirilmiş Yağış İndeksi .....                                                | 14   |
| 3.3 Dalgacık Analizi.....                                                                | 15   |
| 3.3.1 Ayrık dalgacık dönüşümü (ADD) .....                                                | 16   |
| 3.4 Yapay Sinir Ağları .....                                                             | 18   |
| 3.4.1 Çok katmanlı yapay sinir ağlarının yapısı (ÇK-YSA).....                            | 18   |
| 3.4.1.1 ÇK-YSA' nın çalışma adımları.....                                                | 20   |
| 3.4.2 Tahminlerde kullanılan performans değerlendirme kriterleri .....                   | 21   |
| 4. BULGULAR.....                                                                         | 23   |
| 4.1 Karapınar İstasyonu İçin Oluşturulan NYI12 Kuraklık Modelleri .....                  | 38   |
| 4.1.1 Karapınar istasyonu için Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller.....       | 38   |
| 4.1.2 Karapınar istasyonu için Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller ..... | 50   |
| 4.1.3 Karapınar istasyonu için Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller .....     | 60   |
| 4.2 Manisa İstasyonu İçin Oluşturulan NYI12 Kuraklık Modelleri .....                     | 70   |
| 4.2.1 Manisa istasyonu için Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller .....         | 70   |
| 4.2.2 Manisa istasyonu için Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller .....    | 81   |
| 4.2.3 Manisa istasyonu için Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller.....         | 91   |
| 4.3 Rize İstasyonu İçin Oluşturulan NYI12 Kuraklık Modelleri .....                       | 101  |
| 4.3.1 Rize istasyonu için Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller .....           | 101  |
| 4.3.2 Rize istasyonu için Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller.....       | 111  |
| 4.3.3 Rize istasyonu için Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller .....          | 121  |
| 4.4 Tartışma .....                                                                       | 131  |
| 5. SONUÇLAR.....                                                                         | 148  |
| KAYNAKLAR.....                                                                           | 151  |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                           | 155  |

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

### UZUN DÖNEM KURAKLIK TAHMİNİNDE DALGACIK YÖNTEMİYLE YAPAY SİNİR AĞLARININ KULLANILMASI

Berna ERENSON

Aksaray Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mehmet Ali HINIS

#### ÖZET

Kuraklık, canlı hayatı için en büyük problemlerden biri olarak tanımlanmaktadır ve hayatın her aşamasını fiziksel, ekonomik, kalkınma, teknoloji, tarım, temiz su vb. bakımından etkilemektedir. Bu nedenle, su kaynakları planlamasında gerekli önlemlerin alınabilmesi için kuraklık çalışmaları oldukça önemli bir paya sahiptir. Bu çalışmada Karapınar, Manisa ve Rize istasyonlarının yağış verileriyle ileriye yönelik kuraklık tahmini gerçekleştirilmiştir. Öncelikle bu 3 istasyona ait verilerle farklı zamanlara ait Normalleştirilmiş yağış indisi (NYI) değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra 12 aylık yağış toplamı ile oluşturulan NYI12 değerleri için Yapay sinir ağı (YSA) ile modeller oluşturularak ileriye yönelik tahminler yapılmıştır. MATLAB programı kullanılarak NYI12 değerleri dalgacık metoduyla en çok kullanılan Db4, Bior 3.1 ve Haar yöntemleriyle frekanslarına ayrıştırılarak girdi verisi olarak kullanılmış ve ileriye yönelik kuraklık tahmini için modeller oluşturulmuştur. Kurulan modeller, Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇK-YSA) ile işlenmiş olup her ileriye yönelik zaman tahmini için en iyi model belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak, en iyi sonuçları veren modeller ile gerçek kuraklık indisi değerleri karşılaştırılarak performans değerlendirmesi yapılmıştır. Ayrıca çalışmada, kurulan ağlarda farklı transfer fonksiyonları ve öğrenme kuralları denenmiştir ve aralarından en uygun olanları farklı performans kriterleri ile belirlenmiş, tablolar ve grafikler halinde sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Dalgacık yöntemi, Kuraklık tahmini, Normalleştirilmiş yağış indisi, Yapay sinir ağları.

**Haziran, 2018; 155 sayfa**

**M.Sc. THESIS**

**LONG TERM DROUGHT PREDICTION BY MEANS OF NEURAL  
NETWORKS WITH WAVELET METHOD**

**Berna ERENSON**

**Aksaray University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Civil Engineering**

**Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmet Ali HINIS**

**ABSTRACT**

Drought is defined as one of the biggest problems for living and it influences every aspect of life in terms of physical, economical, development, technology, agriculture, cleanwater, etc. Therefore, drought studies and preparedness works have an important place in order to take necessary precautions in water resources planning. In this study, long term drought prediction was carried out using various methods with monthly precipitation data of Karapınar, Manisa and Rize stations. Primarily, the standardized precipitation index (SPI) values of these three stations were calculated and the models were determined by using artificial neural Networks method in accordance with SPI values for twelve month period. In the modelling, frequencies of SPI12 values were separated by using the most commonly wavelet method of Db4, Bior 3.1 and Haar via the Matlab program and models were created for long term drought predictions. Afterwards, created models were processed with Multilayer Artificial Neural Networks and it was aimed to determine the best model for each long term prediction. Consequently, best fit models were compared with the real drought index values and results were evaluated. In addition, different transfer functions and learning rules have been tried in network models, the best ones of these have been determined with various performance criteria and presented in tables and graphics.

**Keywords:** Artificial neural networks, Drought prediction, Standardized precipitation index, Wavelet method.

**June, 2018; 155 pages**

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 3.1: NYI yaklaşımının uygulama adımları.....                                                                                                                                                          | 15 |
| Şekil 3.2: Bazı dalgacık modelleri .....                                                                                                                                                                    | 16 |
| Şekil 3.3: Dalgacık ayrışımı.....                                                                                                                                                                           | 17 |
| Şekil 3.4: ÇK-YSA yapısı .....                                                                                                                                                                              | 19 |
| Şekil 4.1: Karapınar, Manisa ve Rize gözlem istasyonları .....                                                                                                                                              | 23 |
| Şekil 4.2: Karapınar istasyonuna ait yağış ve çoklu zaman dilimlerine ait kuraklık indisleri.....                                                                                                           | 25 |
| Şekil 4.3: Manisa istasyonuna ait yağış ve çoklu zaman dilimlerine ait kuraklık indisleri.....                                                                                                              | 26 |
| Şekil 4.4: Rize istasyonuna ait yağış ve çoklu zaman dilimlerine ait kuraklık indisleri.....                                                                                                                | 27 |
| Şekil 4.5: Karapınar NYI12 verisinin Db4 ayrışımı.....                                                                                                                                                      | 28 |
| Şekil 4.6: Manisa NYI12 verisinin Db4 ayrışımı.....                                                                                                                                                         | 29 |
| Şekil 4.7: Rize NYI12 verisinin Db4 ayrışımı.....                                                                                                                                                           | 30 |
| Şekil 4.8: Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 ayrışımı.....                                                                                                                                                 | 31 |
| Şekil 4.9: Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 ayrışımı.....                                                                                                                                                    | 32 |
| Şekil 4.10: Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 ayrışımı.....                                                                                                                                                     | 33 |
| Şekil 4.11: Karapınar NYI12 verisinin Haar ayrışımı.....                                                                                                                                                    | 34 |
| Şekil 4.12: Manisa NYI12 verisinin Haar ayrışımı.....                                                                                                                                                       | 35 |
| Şekil 4.13: Rize NYI12 verisinin Haar ayrışımı.....                                                                                                                                                         | 36 |
| Şekil 4.14: Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 39 |
| Şekil 4.15: Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 41 |
| Şekil 4.16: Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 42 |
| Şekil 4.17: Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 43 |
| Şekil 4.18: Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....   | 45 |
| Şekil 4.19: Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....   | 46 |
| Şekil 4.20: Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması ..... | 48 |

|                                                                                                                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.21:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 49 |
| <b>Şekil 4.22:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 51 |
| <b>Şekil 4.23:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 52 |
| <b>Şekil 4.24:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 53 |
| <b>Şekil 4.25:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 54 |
| <b>Şekil 4.26:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....   | 56 |
| <b>Şekil 4.27:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....   | 57 |
| <b>Şekil 4.28:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması ..... | 58 |
| <b>Şekil 4.29:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması ..... | 59 |
| <b>Şekil 4.30:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 61 |
| <b>Şekil 4.31:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 62 |
| <b>Şekil 4.32:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 63 |
| <b>Şekil 4.33:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 64 |
| <b>Şekil 4.34:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....       | 66 |
| <b>Şekil 4.35:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....       | 67 |
| <b>Şekil 4.36:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....     | 68 |

|                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 4.37:</b> Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 69 |
| <b>Şekil 4.38:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....       | 71 |
| <b>Şekil 4.39:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....       | 72 |
| <b>Şekil 4.40:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....       | 74 |
| <b>Şekil 4.41:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....       | 75 |
| <b>Şekil 4.42:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....        | 76 |
| <b>Şekil 4.43:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....        | 78 |
| <b>Şekil 4.44:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 79 |
| <b>Şekil 4.45:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 80 |
| <b>Şekil 4.46:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 82 |
| <b>Şekil 4.47:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 83 |
| <b>Şekil 4.48:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 84 |
| <b>Şekil 4.49:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 85 |
| <b>Şekil 4.50:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....   | 87 |
| <b>Şekil 4.51:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....   | 88 |
| <b>Şekil 4.52:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması ..... | 89 |

|                                                                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.53:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması ..... | 90  |
| <b>Şekil 4.54:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 92  |
| <b>Şekil 4.55:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 93  |
| <b>Şekil 4.56:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 94  |
| <b>Şekil 4.57:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 95  |
| <b>Şekil 4.58:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....       | 97  |
| <b>Şekil 4.59:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....       | 98  |
| <b>Şekil 4.60:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....     | 99  |
| <b>Şekil 4.61:</b> Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....     | 100 |
| <b>Şekil 4.62:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....         | 102 |
| <b>Şekil 4.63:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....         | 103 |
| <b>Şekil 4.64:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....         | 104 |
| <b>Şekil 4.65:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....         | 105 |
| <b>Şekil 4.66:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....          | 107 |
| <b>Şekil 4.67:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....          | 108 |
| <b>Şekil 4.68:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....        | 109 |

|                                                                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.69:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 110 |
| <b>Şekil 4.70:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 112 |
| <b>Şekil 4.71:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 113 |
| <b>Şekil 4.72:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 114 |
| <b>Şekil 4.73:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....  | 116 |
| <b>Şekil 4.74:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....   | 117 |
| <b>Şekil 4.75:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....   | 118 |
| <b>Şekil 4.76:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması ..... | 120 |
| <b>Şekil 4.77:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması ..... | 121 |
| <b>Şekil 4.78:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 122 |
| <b>Şekil 4.79:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 123 |
| <b>Şekil 4.80:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 125 |
| <b>Şekil 4.81:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....      | 126 |
| <b>Şekil 4.82:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....       | 127 |
| <b>Şekil 4.83:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....       | 128 |
| <b>Şekil 4.84:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması .....     | 130 |

|                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Şekil 4.85:</b> Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması ..... | 131 |
| <b>Şekil 4.86:</b> Karapınar istasyonuna ait Db4 ayrıştırmasıyla oluşturulan en iyi modellerin R, OKH, OKHK ve N-S ile karşılaştırılması.....                                                                  | 145 |
| <b>Şekil 4.87:</b> Manisa istasyonuna ait Db4 ayrıştırmasıyla oluşturulan en iyi modellerin R, OKH, OKHK ve N-S ile karşılaştırılması.....                                                                     | 146 |
| <b>Şekil 4.88:</b> Rize istasyonuna ait Db4 ayrıştırmasıyla oluşturulan en iyi modellerin R, OKH, OKHK ve N-S ile karşılaştırılması .....                                                                      | 147 |



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 3.1:</b> İstasyonların özellikleri .....                                                                                                                                                                | 14 |
| <b>Çizelge 3.2:</b> NYI sınıflandırması.....                                                                                                                                                                       | 15 |
| <b>Çizelge 4.1:</b> Çalışmada kullanılan istasyonların aylık ve yıllık yağış toplamalarının temel istatistik verileri.....                                                                                         | 23 |
| <b>Çizelge 4.2:</b> Oluşturulan YSA modelleri için girdi ve çıktı verileri.....                                                                                                                                    | 38 |
| <b>Çizelge 4.3:</b> Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç1) .....                              | 39 |
| <b>Çizelge 4.4:</b> Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç5) .....                              | 40 |
| <b>Çizelge 4.5:</b> Karapınar istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....    | 41 |
| <b>Çizelge 4.6:</b> Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç1) .....                              | 42 |
| <b>Çizelge 4.7:</b> Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç5) .....                              | 43 |
| <b>Çizelge 4.8:</b> Karapınar istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....    | 44 |
| <b>Çizelge 4.9:</b> Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç1) .....                               | 44 |
| <b>Çizelge 4.10:</b> Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç5) .....                              | 46 |
| <b>Çizelge 4.11:</b> Karapınar istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....    | 47 |
| <b>Çizelge 4.12:</b> Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç1) .....                            | 47 |
| <b>Çizelge 4.13:</b> Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç5) .....                            | 48 |
| <b>Çizelge 4.14:</b> Karapınar istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri ..... | 49 |

|                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.15:</b> Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç1) .....                        | 50 |
| <b>Çizelge 4.16:</b> Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç5) .....                        | 51 |
| <b>Çizelge 4.17:</b> Karapınar istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....  | 52 |
| <b>Çizelge 4.18:</b> Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç1) .....                        | 53 |
| <b>Çizelge 4.19:</b> Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç5) .....                        | 54 |
| <b>Çizelge 4.20:</b> Karapınar istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....  | 55 |
| <b>Çizelge 4.21:</b> Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç1) .....                         | 55 |
| <b>Çizelge 4.22:</b> Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç5) .....                         | 56 |
| <b>Çizelge 4.23:</b> Karapınar istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....   | 57 |
| <b>Çizelge 4.24:</b> Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç1) .....                       | 58 |
| <b>Çizelge 4.25:</b> Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç5) .....                       | 59 |
| <b>Çizelge 4.26:</b> Karapınar istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri ..... | 60 |
| <b>Çizelge 4.27:</b> Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç1) .....                            | 60 |
| <b>Çizelge 4.28:</b> Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç5) .....                            | 61 |
| <b>Çizelge 4.29:</b> Karapınar istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....  | 62 |
| <b>Çizelge 4.30:</b> Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç1) .....                            | 63 |

|                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.31:</b> Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç5) .....                            | 64 |
| <b>Çizelge 4.32:</b> Karapınar istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....  | 65 |
| <b>Çizelge 4.33:</b> Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç1) .....                             | 65 |
| <b>Çizelge 4.34:</b> Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç5) .....                             | 66 |
| <b>Çizelge 4.35:</b> Karapınar istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....   | 67 |
| <b>Çizelge 4.36:</b> Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç1) .....                           | 68 |
| <b>Çizelge 4.37:</b> Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç5) .....                           | 69 |
| <b>Çizelge 4.38:</b> Karapınar istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri ..... | 70 |
| <b>Çizelge 4.39:</b> Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç1) .....                                | 71 |
| <b>Çizelge 4.40:</b> Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç5) .....                                | 72 |
| <b>Çizelge 4.41:</b> Manisa istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....     | 73 |
| <b>Çizelge 4.42:</b> Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç1) .....                                | 73 |
| <b>Çizelge 4.43:</b> Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç5) .....                                | 74 |
| <b>Çizelge 4.44:</b> Manisa istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....     | 75 |
| <b>Çizelge 4.45:</b> Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç1) .....                                 | 76 |
| <b>Çizelge 4.46:</b> Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç5) .....                                 | 77 |

|                                                                                                                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Çizelge 4.47:</b> Manisa istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....   | 78 |
| <b>Çizelge 4.48:</b> Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç1) .....                            | 79 |
| <b>Çizelge 4.49:</b> Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç5) .....                            | 80 |
| <b>Çizelge 4.50:</b> Manisa istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri ..... | 81 |
| <b>Çizelge 4.51:</b> Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç1) .....                        | 81 |
| <b>Çizelge 4.52:</b> Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç5) .....                        | 82 |
| <b>Çizelge 4.53:</b> Manisa istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....   | 83 |
| <b>Çizelge 4.54:</b> Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç1) .....                        | 84 |
| <b>Çizelge 4.55:</b> Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç5) .....                        | 85 |
| <b>Çizelge 4.56:</b> Manisa istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....   | 86 |
| <b>Çizelge 4.57:</b> Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç1) .....                         | 86 |
| <b>Çizelge 4.58:</b> Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç5) .....                         | 87 |
| <b>Çizelge 4.59:</b> Manisa istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....    | 88 |
| <b>Çizelge 4.60:</b> Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç1) .....                       | 89 |
| <b>Çizelge 4.61:</b> Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç5) .....                       | 90 |
| <b>Çizelge 4.62:</b> Manisa istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....  | 91 |

|                                                                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Çizelge 4.63:</b> Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç1) .....                            | 91  |
| <b>Çizelge 4.64:</b> Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç5) .....                            | 92  |
| <b>Çizelge 4.65:</b> Manisa istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....   | 93  |
| <b>Çizelge 4.66:</b> Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç1) .....                            | 94  |
| <b>Çizelge 4.67:</b> Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç5) .....                            | 95  |
| <b>Çizelge 4.68:</b> Manisa istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....  | 96  |
| <b>Çizelge 4.69:</b> Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç1) .....                             | 96  |
| <b>Çizelge 4.70:</b> Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç5) .....                             | 97  |
| <b>Çizelge 4.71:</b> Manisa istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....   | 98  |
| <b>Çizelge 4.72:</b> Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç1) .....                           | 99  |
| <b>Çizelge 4.73:</b> Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç5) .....                           | 100 |
| <b>Çizelge 4.74:</b> Manisa istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri ..... | 101 |
| <b>Çizelge 4.75:</b> Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç1) .....                               | 102 |
| <b>Çizelge 4.76:</b> Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç5) .....                               | 102 |
| <b>Çizelge 4.77:</b> Rize istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....     | 103 |
| <b>Çizelge 4.78:</b> Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç1) .....                               | 104 |

|                                                                                                                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Çizelge 4.79:</b> Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç5) .....                             | 105 |
| <b>Çizelge 4.80:</b> Rize istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....  | 106 |
| <b>Çizelge 4.81:</b> Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç1) .....                              | 106 |
| <b>Çizelge 4.82:</b> Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç5) .....                              | 107 |
| <b>Çizelge 4.83:</b> Rize istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....   | 108 |
| <b>Çizelge 4.84:</b> Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç1) .....                            | 109 |
| <b>Çizelge 4.85:</b> Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç5) .....                            | 110 |
| <b>Çizelge 4.86:</b> Rize istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri ..... | 111 |
| <b>Çizelge 4.87:</b> Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç1) .....                        | 111 |
| <b>Çizelge 4.88:</b> Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç5) .....                        | 112 |
| <b>Çizelge 4.89:</b> Rize istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....   | 113 |
| <b>Çizelge 4.90:</b> Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç1) .....                        | 114 |
| <b>Çizelge 4.91:</b> Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç5) .....                        | 115 |
| <b>Çizelge 4.92:</b> Rize istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....   | 116 |
| <b>Çizelge 4.93:</b> Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç1) .....                         | 117 |
| <b>Çizelge 4.94:</b> Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç5) .....                         | 118 |

|                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Çizelge 4.95:</b> Rize istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.....     | 119 |
| <b>Çizelge 4.96:</b> Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç1) .....                        | 119 |
| <b>Çizelge 4.97:</b> Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç5) .....                        | 120 |
| <b>Çizelge 4.98:</b> Rize istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....  | 121 |
| <b>Çizelge 4.99:</b> Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç1) .....                             | 122 |
| <b>Çizelge 4.100:</b> Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1_Ç5) .....                            | 123 |
| <b>Çizelge 4.101:</b> Rize istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....  | 124 |
| <b>Çizelge 4.102:</b> Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç1) .....                            | 124 |
| <b>Çizelge 4.103:</b> Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2_Ç5) .....                            | 125 |
| <b>Çizelge 4.104:</b> Rize istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....  | 126 |
| <b>Çizelge 4.105:</b> Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç1) .....                             | 127 |
| <b>Çizelge 4.106:</b> Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3_Ç5) .....                             | 128 |
| <b>Çizelge 4.107:</b> Rize istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri .....   | 129 |
| <b>Çizelge 4.108:</b> Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç1) .....                           | 129 |
| <b>Çizelge 4.109:</b> Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4_Ç5) .....                           | 130 |
| <b>Çizelge 4.110:</b> Rize istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri ..... | 131 |

|                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Çizelge 4.111:</b> Karapınar istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi.....                                                                         | 132 |
| <b>Çizelge 4.112:</b> Karapınar istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin N-S ile değerlendirilmesi .....                                                                                           | 133 |
| <b>Çizelge 4.113:</b> Manisa istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi.....                                                                            | 134 |
| <b>Çizelge 4.114:</b> Manisa istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin N-S ile değerlendirilmesi .....                                                                                              | 135 |
| <b>Çizelge 4.115:</b> Rize istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi.....                                                                              | 136 |
| <b>Çizelge 4.116:</b> Rize istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin N-S ile değerlendirilmesi .....                                                                                                | 137 |
| <b>Çizelge 4.117:</b> Db4 dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin performanslarının düşük, orta ve yüksek varyansa sahip istasyonlara göre korelasyon katsayısı ile değerlendirmesi .....   | 138 |
| <b>Çizelge 4.118:</b> Db4 dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin performanslarının düşük, orta ve yüksek varyansa sahip istasyonlara göre N-S kriteri ile değerlendirmesi .....            | 139 |
| <b>Çizelge 4.119:</b> Bior 3.1. dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin varyansı yüksek ve düşük varyansa sahip veriler için korelasyon katsayısına göre performans değerlendirilmesi ..... | 141 |
| <b>Çizelge 4.120:</b> Bior 3.1. dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin varyansı yüksek ve düşük varyansa sahip veriler için N-S kriterine göre performans değerlendirilmesi .....          | 142 |
| <b>Çizelge 4.121:</b> Haar dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin varyansı yüksek ve düşük varyansa sahip veriler için korelasyon katsayısına göre performans değerlendirilmesi .....      | 143 |
| <b>Çizelge 4.122:</b> Haar dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin varyansı yüksek ve düşük varyansa sahip veriler için N-S kriterine göre performans değerlendirilmesi .....               | 144 |

## SİMGELER DİZİNİ

|                      |                                                   |
|----------------------|---------------------------------------------------|
| <b>A</b>             | Alçak frekans                                     |
| <b>c</b>             | Katsayılar                                        |
| <b>CG</b>            | Conjugate Gradient                                |
| <b>cv</b>            | Çarpıklık katsayısı                               |
| <b>D</b>             | Yüksek frekans                                    |
| <b>LM</b>            | Levenberg Marquart                                |
| <b>LM-CG</b>         | Levenberg Marquart- Conjugate Gradient            |
| <b>m</b>             | Dalgacığın ölçek parametresi                      |
| <b>n</b>             | Dalgacığın zaman eksenindeki ötelenme parametresi |
| <b>N-S</b>           | Nash Sutcliffe değeri                             |
| <b>R</b>             | Korelasyon katsayısı                              |
| <b>s<sub>0</sub></b> | Sabit bir ötelenme adımı                          |
| <b>sigm</b>          | Sigmoid Axon                                      |
| <b>st</b>            | Standart sapma                                    |
| <b>τ<sub>0</sub></b> | Zaman eksenindeki ötelenme aralığı değeri         |
| <b>thyp</b>          | Tanjant Hiperbolik Axon                           |
| <b>Xi</b>            | Girdi parametresi                                 |
| <b>Y</b>             | Çıkış parametresi                                 |

## KISALTMALAR DİZİNİ

|               |                                                   |
|---------------|---------------------------------------------------|
| <b>ADD</b>    | Ayrık dalgacık dönüşümü                           |
| <b>AGİ</b>    | Akım gözlem istasyonu                             |
| <b>ANFIS</b>  | Adaptive neuro fuzzy inference system             |
| <b>AR</b>     | Otoregresif                                       |
| <b>ARMA</b>   | Otoregresif hareketli ortalama                    |
| <b>BKI</b>    | Bütünleşik kuraklık indeksi                       |
| <b>BM</b>     | Bulanık mantık                                    |
| <b>Ç</b>      | Çıktı                                             |
| <b>ÇDR</b>    | Çoklu doğrusal regresyon                          |
| <b>ÇK</b>     | Çok katmanlı                                      |
| <b>ÇKYSA</b>  | Çok katmanlı yapay sinir ağları                   |
| <b>ÇTP</b>    | Çok tabakalı perseptron                           |
| <b>D-YSA</b>  | Dalgacık - yapay sinir ağı                        |
| <b>DSİ</b>    | Devlet Su İşleri                                  |
| <b>G</b>      | Girdi                                             |
| <b>GDK</b>    | Genelleştirilmiş delta kuralı                     |
| <b>GRSA</b>   | Genelleştirilmiş regresyon sinir ağı              |
| <b>GRYSA</b>  | Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları     |
| <b>İBGY</b>   | İleri beslemeli geriye salınım metodu             |
| <b>İBGYSA</b> | İleri beslemeli geriye yayılım yapay sinir ağları |
| <b>İSKİ</b>   | İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi               |
| <b>KOP</b>    | Konya Ovası Projesi                               |
| <b>LR</b>     | Lineer regresyon                                  |
| <b>M</b>      | Model                                             |
| <b>MLR</b>    | Çok değişkenli lineer regresyon                   |
| <b>NYİ</b>    | Normalleştirilmiş yağış indisi                    |
| <b>OKH</b>    | Ortalama karesel hata                             |
| <b>OKHK</b>   | Ortalama karesel hatanın karekökü                 |
| <b>R</b>      | Korelasyon katsayısı                              |
| <b>RTYSA</b>  | Radyal tabanlı yapay sinir ağları                 |

|                 |                                                |
|-----------------|------------------------------------------------|
| <b>SYI, SPI</b> | Standart yağış indisi                          |
| <b>TBA-YSA</b>  | Temel bileşenler analizi ve yapay sinir ağları |
| <b>WAVELET</b>  | Dalgacık dönüşümü                              |
| <b>YSA</b>      | Yapay sinir ağları                             |
| <b>ZGÖ-YSA</b>  | Zaman geciktirmeli özyineli yapay sinir ağları |



## 1. GİRİŞ

Kuraklık, yağışın uzun dönemde ortalama değerlerden daha az miktarlarda gerçekleşmesi ile ortaya çıkan doğal bir iklimsel olaydır. Geçmişten günümüze, karşı karşıya kaldığımız en büyük sorunlardan birisi olan kuraklık felaketi gerek fiziksel ve doğal çevre açısından gerek ise kent yaşamı, kalkınma ve ekonomi, teknoloji, tarım ve gıda, temiz su ve sağlık sektörleri olmak üzere hayatın her aşamasını doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir (Kapluhan, 2013). Kuraklık, canlı hayatı ve ülke ekonomisi bakımından büyük etkiye sahip, telafisi mümkün olmayan zararlara uğratabilen ayrıca başlangıcı ve sonu kolay tespit edilemeyen bir felakettir. Kuraklık, değişken meteorolojik ve çevresel koşullar doğrultusunda oluşan en önemli afetlerin başında gelmektedir (Sırdaş ve Şen, 2010). Bu nedenle, su kaynakları planlamasında gerekli önlemlerin alınabilmesi için kuraklık çalışmaları oldukça önemli bir paya sahiptir.

Kuraklık genel olarak dört farklı sınıfta incelenmektedir; meteorolojik, tarımsal, hidrolojik ve sosyoekonomik kuraklık. Bu kapsamda, farklı kavramlara ilişkin olarak kuraklığın belli başlı bir nedene bağlı tek bir tanımı bulunmamak ile birlikte farklı parametrelere bağlı olarak izah edilebilmektedir (Fuchs, 2012).

Meteorolojik kuraklık: Uzun zaman içerisinde yağışın belirgin şekilde normal değerlerin altına düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Nem derecesinin azlığı ve uzunluğu meteorolojik kuraklığı belirlemekte olup bölgeden bölgeye gelişiminde farklılıklar göstermektedir.

Tarımsal kuraklık: Toprakta bitkinin ihtiyacını karşılayacak kadar su bulunmaması olarak tanımlanır. Nem kaybı ve su kaynaklarında azalmayla meydana gelir. Ürün miktarında azalmaya, gelişimlerinde değişime ve hayvanlar için tehlikeye neden olur.

Hidrolojik kuraklık: Hidrolojik kuraklık yeraltı su kaynakları, yüzey suları veya yağış periyotlarının etkisi ile ilişkilidir. Meteorolojik kuraklığın uzaması halinde hidrolojik kuraklıktan bahsedilir. Uzun süreli yağış azlığının kaynak seviyeleri, yüzey akışı ve toprak nemi gibi hidrolojik sistemde kendisini göstermesidir. Yeraltı suları, nehirler ve göllerin seviyesinde ani bir düşüşe sebep olur. Canlı hayatı için büyük bir tehlike yaratır.

Sosyo-ekonomik kuraklık: Kuraklığın sosyo-ekonomik tanımı meteorolojik, hidrolojik ve tarımsal kuraklıkla bağlantılı bazı ekonomik ürünlerin arz ve talepleriyle ilişkilidir. Su, gıda, balık temini ile hidroelektrik santrallerden enerji

retimi gibi bir çok ekonomik faaliyet alanı hava koşullarına bağlıdır. İklimin doğal değişkenliği sebebiyle bazı yıllar su kaynakları yeterli olsa da sonraki yıllarda bu su kaynakları gerek insanların ve gerekse çevrenin ihtiyaçlarını karşılayamamaktadır. Sosyo-ekonomik kuraklık yağışlardaki azalmanın sonucu olarak gelişen ve üretimin ihtiyaı karşılayamadığı durumlarda ortaya çıkar (URL-1).

Kuraklık tahminlerine yönelik hesaplamaları gerçekleştirmek için ilgili bölgenin uzun vadede yağış, sıcaklık değerleri, buharlaşma vb. meteorolojik gözlem ve kayıtlara dayanan aynı zamanda ay veya yıl bazlı sulak ya da kurak dönemlerini tanımlayan ve tüm bu verileri sınıflandıran sayısal parametreler tanımlanmış ve buna kuraklık indisi adı verilmiştir. Bir başka yönden de, yağış kayıp miktarlarını belirlemek için, farklı zaman ölçeğinde zamana bağlı kuraklık değerlendirmeleri yapabilmek için farklı kuraklık indisleri kullanılmaktadır. Bu indisler ışığında tahminler değerlendirilmektedir. Bu tez çalışmasında Normalleştirilmiş Yağış İndisi (NYI) kullanılarak kuraklık analizleri yapılmış ve ilgili sonuçlar değerlendirilerek yorumlanmıştır. Söz konusu tüm bu hesaplamalar ve değerlendirmeler kapsamında da afet senaryoları ve bu bağlamda uygulamaya konulacak aktiviteler belirlenebilmektedir.

Kuraklık felaketinin önlenmesi veya etkilerinin azaltılması için risk yönetiminin dikkatli bir biçimde yürütülmesi gerekmektedir. Kuraklıkta risk yönetimi, zarar azaltma ve su kaynakları çalışmaları için oldukça önemlidir. Kuraklık yönetimi kapsamında kriz yönetimi ve risk (proaktif) yönetimi olmak üzere iki ana etki bulunmaktadır. Kriz yönetiminde, kuraklık olgusu ortaya çıktığında harekete geçilerek, zararın hafifletilebilmesine yönelik kuraklık yönetim strateji çalışmaları ön plana çıkarılmaktadır. (Kadıoğlu ve zdamar, 2008). Risk (proaktif) yönetiminde ise genellikle yavaş gelişen bir süreç gözlenir ve kuraklık gerçekleşmeden uygulanan etkinlikleri içermektedir (Mengü vd., 2011). Kuraklık denildiği zaman büyük çoğunlukla, kuraklık felaketine hazırlıklı olmak, kuraklığı önlemek veya kuraklığın zararlarını azaltmak yerine daha çok kuraklık meydana geldikten sonra kriz yönetimi yaklaşımlarının ne çıkarılması anlaşılmaktadır. Kuraklığa karşı kriz yönetiminde alınan tedbirler ise pek etkili olmayıp geç kalınmış olmaktadır. Bu sebeple dünyadaki ve ülkemizdeki kuraklık yönünden olumsuz iklim değişimleri ve artan su talepleri, kuraklık riskini göz önünde bulunduracak şekilde risk yönetimini gerekli kılmaktadır.

Kuraklık risk yönetiminin içerdği tedbirler aşağıda sıralanmaktadır (İpek, 2008):

- Kuraklığın oluşumunu hızlandıran nedenlerin saptanması,
- Erken uyarı sisteminin oluşturulması,
- Yeni kaynakların su kalitesinin ve miktarının değerlendirilmesi,
- Yer altı suyunun değerlendirilmesi ve ilgili yönetmeliklerin oluşturulması,
- Yeni veri toplama ağlarının oluşturulması,
- Dönemsel yüzey akış ve su temini tahminlerindeki hesaplamaların daha hassas bir biçimde yapılması,
- Su kalite sorunları çözümleri araştırılması,
- Kuraklık etkilerinin farklı kitlelerde etki araştırmalarının yapılması,
- Kuraklık riski içeren kısımlarda doğal kaynakların envanterinin çıkartılması,
- Verimsiz kırsal bölgelerin değerlendirilmesi,
- Kaynakların muhafa edilmesini sağlayacak kanunların çıkarılması,
- Atık suların kullanımını sağlayacak çalışmalarda bulunulması,
- Su muhafazasına yönelik yatırımlar için ekonomik teşviğe önem verilmesi,
- Kullanıcılara yer altı suyu kullanımının azaltılması yönünde taleplerde bulunulması,
- Su tüketimi ve taşıma kapasitelerinin geliştirilmesi,
- Su programlarının geliştirilmesi,
- Su tüketimi ve dağıtım biçimini değiştirerek kullanıcıların tasarrufa teşvik edilmesi ve ölçme sistemlerinin geliştirilmesi,
- Sistemdeki kayıpların minimuma indirilmesi,
- Su dağıtımına yönelik pompaj ve iletim düzeninin geliştirilmesi,
- Rezervuar işletim planlarının dökümünün oluşturulması, incelenmesi ve rehabilitasyon programının düzenlenmesi,
- Taşkın suyu depolanması ile ilgili olanakların araştırılması,
- Atık veya kullanılmış suyu dağıtmak ve depolamak için yer altı su stoğunun kullanılması,
- Küçük göletlerin tesis edilmesi ve tarım arazisinden başka kullanım alanlarına su iletimi olanaklarının incelenmesi,
- Kuraklık bilgi merkezi ve halk danışma komitesi oluşturulması (İpek, 2008).
- Bölgenin iklimine uygun bitki desenlerine göre teşvik sistemi geliştirilerek sulama kaynakları kullanımının buna göre düzenlenmesi.

Kuraklığın göstereceği etkiler, çevresel, finansal ya da zirai bakımdan gelecek talepler doğrultusunda değerlendirilmektedir ve bundan dolayı önceki senelerde meydana gelmiş kuraklıkların etkilerini tahmin etmek zordur. Kuraklıkta kriz yönetiminde olay gerçekleştikten sonra bile etkileri hissedilmeye devam etmektedir. Gözlemsel kanıt ve deneyim ise kritik durumların mevcut olduğunu göstermektedir. İklimsel değişkenlik ve değişim, sosyo-ekonomik gelişim baskısının artmasıyla birlikte kurumsal deneyimlerin ötesinde olan kuraklık etkilerine sebep olmaktadır. Etkili bir su yönetimi için stratejiler geliştirmek, sürdürülebilir kalkınma, ekonomik ve çevresel faktörler açısından oldukça önemlidir (Kadıoğlu ve Özdamar, 2008).

Bunun yanında su kaynakları ve farklı meteorolojik olayların tanımlanıp sınıflandırılması ve tahmininde pek çok yöntem arasında son yıllarda yapay sinir ağları (YSA) yöntemi etkili bir biçimde kullanılmaktadır. Yapay sinir ağlarının tercih edilme sebeplerinden başlıcaları; verilerin ağın tamamında saklanabilir olması, eksik veri ile çalışabilme, yüksek hata toleransı gösterebilmesi, aynı anda birden fazla işlem yapabilmesi, öğretilen olayları baz alarak benzer olaylar hakkında yorum yapabilmesi, veri dağılımlarından etkilenmemesi, doğrusal olmayan problemlere etkin ve hassas çözümler üretebilmesidir (Partal, 2007). Ancak YSA, elde edilen başarılarla rağmen halen bazı belirsizliklere de sahiptir. En önemli eksikliği yöntemin incelediği olayı fiziksel açıdan değerlendirmeye almamasıdır. Yöntemin başarısını etkileyen diğer bir husus ise kullanıcının modelin girdilerini doğru belirlemesi gerekmektedir. Son yıllarda kullanılan dalgacık analizi, verilerin periyodik ve karakteristik yapısının belirlenmesinde kullanılan yeni bir yöntemdir. Dalgacık dönüşümünün YSA ile birlikte kullanılması tahmin başarısını artırmıştır. Dalgacık dönüşümü, verilerin periyodik yapısının ortaya çıkarılmasını sağlar. Böylece yapılan tahmin çalışmasına fiziksel bazı özellikler eklenmesini sağlar.

Bu tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, kuraklık kavramının tanımı ve önemi açıklanmıştır.

İkinci bölümde bu felakete karşı tedbir alabilmek için hem yurt içinde hem de yurt dışında yapılan bilimsel çalışmalardan bazılarına kısaca değinilmiştir.

Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan üç farklı istasyon verileriyle hesaplanan kuraklık değerleri kullanılarak dalgacık dönüşümü modelleriyle ayrıştırılmış ve bunlar YSA ile birlikte kullanarak ileriye yönelik kuraklık tahmini için oluşturulan modeller açıklanmıştır. Buradaki amaç en iyi modelin belirlenmesi olarak hedeflenmiştir.

Dördüncü bölümde, farklı varyanslara sahip istasyonların farklı dalgacık ayrıştırılmalarının sonuçlara olan etkisi incelenmiştir. Bulunan en iyi modellerin sonuçları birbirleri ile karşılaştırılarak çeşitli varyansa sahip verilerin arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur.

Son bölümde ise elde edilen sonuçlar hakkında değerlendirmeler yapılmıştır.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Uzun dönem yağış ortalaması ile karşılaştırıldığında yağışlarda meydana gelen azalmanın sonucu olarak ortaya çıkan kuraklık, hemen tüm iklim şartlarında oluşabilen ve yavaş gelişen bir felakettir. Doğal bir afet olan kuraklığın tahmininin en zor kısmı kuraklığın başlama zamanı, bitiş zamanı, şiddeti ve frekansıdır. Kuraklığın başlangıcının ve bitişinin belirlenmesi kuraklık yönetimi ve hazırlığı için önemlidir. Kuraklık analizi için literatürde pek çok indis ve yöntem teklif edilmiştir. Bu indis ve yöntemlerin geliştirilmesi ve geleceğe yönelik tahmini için çeşitli yöntemler geliştirilmektedir.

Yarar (2004), çalışmasında Konya Ovası Projesinin (KOP) YSA yöntemiyle Beyşehir Gölü' nün su seviyesi değişimleri belirlenmeye çalışılmıştır. 1962 ile 1990 yılları arasına ait giren akım - kayıp akım, yağış, buharlaşma, çekilen akım ve seviye ölçümleri kullanılarak YSA yöntemi ile elde edilen seviye değerlerine ait veriler DSİ tarafından gerçekleştirilen ölçümler ile karşılaştırılmıştır. Geleneksel yöntemlerle tespit edilen seviye ölçmelerinin değerlendirilmesinde meydana gelen zorluk ve sorunlar YSA ile ortadan kaldırılmıştır.

Yaşar (2004), çalışmasında yapay sinir ağları (YSA) yöntemiyle, yağış - akış ilişkisi elde etmeyi hedeflemiştir. Araştırmacı, Ziyaret Çayı' na ait 1985 - 1988 yılları arasındaki akım, sıcaklık ve yağış verilerini Adıyaman Meteoroloji İstasyonundan elde etmiş ve çalışmasında sıcaklık ve yağış verileri girdi, akış verileri çıktı olarak ele almıştır. Eğitim aşamasında, 1435 adet verinin 1312 si ile modelleme yapılırken ağın eğitilmesinden sonra, 123 adetlik veri takımları ile ağ teste tabi tutulduğunda, gerçek akım değerleriyle benzetim akım değerlerinin arasında % 90 oranında bir uyum gözlemlenmiştir. Sonuç olarak araştırmacı, geniş çapta bir veri setinin kullanılmasının kesin sonuçlar elde etmek için önemli olduğunu vurgulamıştır. Daha sonra, YSA ile eldeki datalarla ilişkili olarak Matlab programının sinir ağları sekmesinde bir kod oluşturularak bir önceki akış değerleri ile bir sonraki akış değerleri arasında bağıntılar kurarak yapay veri setleri ortaya koyulmuştur.

Alp ve Cıgızoğlu' nun (2004) çalışmalarında, su kaynakları uygulamalarında oldukça fazla kullanılan ileri beslemeli geriye yayılımı metodu (İBGY) ile son zamanlarda uygulanması sıklık kazanan genelleştirilmiş regresyon sinir ağı (GRSA) metodunu akım tahmininde kullanmıştır. GRSA metodu ile İBGY'nin yerel minimum sorunu çözülmekte ve tek simülasyonla değişmeyen bir sonuç alınmaktadır. İBGY ile ise her

farklı yapay sinir ağı mimarisi için en iyi performans gösteren sonucu alana kadar çokça sayıda simülasyon yapılmaktadır. En iyi İBGY simülasyonu gerek GRSA gerekse klasik istatistik ve stokastik model tahminlerinden daha iyi sonuçlar vermiştir. Bir diğer önemli sonuç ise YSA uygulamasından önce yapılan oto-korelasyon ve çapraz-korelasyon analizinin YSA mimarisindeki girdi sayısı hakkında önemli bir ipucu vermesi olarak karşımıza çıkmaktadır. YSA uygulaması öncesi yapılacak bir istatistik analiz farklı YSA mimarileri denenmesi için gerekli süreyi azaltmakla birlikte GRSA algoritmasının da hem akımdan hem de yağıştan akış tahmini çalışmalarında kolaylıkla kullanılabileceğini göstermiştir.

Pamuk vd. (2004) çalışmalarında, kuraklık analizinde ve kuraklığın izlenmesinde yeni bir yöntem olarak sunulan Standart Yağış İndisi (SPI) yöntemi ile Ege Bölgesinde seçilen uzun süreli yağış ölçümlerine sahip meteoroloji istasyonların verileri kullanılarak, söz konusu bölge için kuraklık oluşumları analiz edilmiştir.

Demirpençe (2005), klasik debi-anahtar eğrilerinin her zaman yeterli sonuç göstermediğini belirtmiş ve bu sebepten dolayı yapay sinir ağlarını (YSA) akarsudaki akımın tahmini için kullanmıştır. Günlük akım değerlerinin çeşitli kombinasyonları girdi olarak kullanılarak 6 model oluşturmuştur. İleri beslemeli geriye yayımlı yapay sinir ağları metodu ile tahmin edilen Köprüçay akımları, lineer regresyon (LR) modeli sonuçlarıyla kıyaslanmış ve daha iyi sonuçlar verdiği saptanmıştır.

Şahin (2008), araştırmasında, yapay sinir ağları (YSA) yaklaşımından yararlanarak zemin iletme kapasitesi ve su biriktirme katsayısı gibi basınçlı akifer parametrelerinin saptanması konusunda çalışmalar yürütmüştür ve bununla birlikte sızdıran basınçlı akifer için yeni bir yaklaşımlı YSA modeli oluşturmuştur. YSA yaklaşımı ile bulunan sonuçlar akifer parametrelerinin ortaya çıkması için geliştirilen geleneksel eğri eşleştirme metotlarıyla da kıyaslanmıştır. Ayrıca, bölgeden elde edilen zemin iletme kapasitesinin bütün bir akifer içinde dağılımını bulmak amacıyla YSA modeli ile bir sayısal deney yapılmış olup modelin verimliliğin benzer amaç için geliştirilen matematiksel yöntemlerin sonuçları ile yorumlanmıştır.

Küçük ve Ağralıoğlu (2006), akım serilerinin tahmininde işaret işleme sahasında kullanılan dalgacık dönüşümü tekniği uygulamışlardır. Öncelikle sürekli dalgacık dönüşümü ve global spektrum yardımı ile ölçüm serileri analiz edilmiştir. Akarsu akım serilerini ayırık dalgacık dönüşümü ile bileşenlerine ayırmak üzere iki farklı ölçüm istasyonundan veri alınmıştır. Oluşturulan modelde akım serilerinin ayırık dalgacık dönüşümü bileşenleri kullanılmıştır. Bölgenin iklimsel davranışını en iyi

temsil eden bileşen veya bileşenler arasında oluşturulan modeller, bir istasyon ölçümleri kullanılarak diğer istasyondaki veriyi tahmin etmek için kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Kokkokoğlu (2006) çalışmasında, kuraklık yönünden yüksek risk içeren bir bölge olan İç Anadolu Bölgesine ait yirmi altı istasyon için 1953 - 2003 yılları arasında Standart Yağış İndisi (NYI) ile elde edilen kuraklık süreleri istatistiksel olarak analize tabi tutulmuştur. Parametrik ve nonparametrik yaklaşımlar kıyaslanarak, kuraklık süreleri histogramlarına uygun olup olmadığına bakılmıştır. Nonparametrik Kernel yaklaşımın iki tepeli histogramlar için uygunluğuna karar verildikten sonra örnek dönüş periyotlarının hesapları yapılmıştır.

Gülsever (2006) çalışmasında, Dicle Havzasının Thornthwaite kuraklık indeksleri ile kuraklık riskini değerlendirilmiştir. Geliştirilmiş Fournier Yağış İndisi ve Bagnouls - Gaussen Kuraklık İndisleri bulunarak bu iki indise ilişkin yağışların sebebiyet verdiği istasyonlara ait aşındırıcı güç indislerini hesaplamıştır. Oluşturulan modeller sonucunda, YSA yaklaşımının akifer parametrelerinin saptanmasında hassas sonuçlar ortaya koyduğu belirtilmiştir.

Öcal (2007), yapay sinir ağları (YSA) yöntemi ile akarsularda katı madde miktarının tahmin edilmesine yönelik araştırmalar yürütmüştür. Araştırmacı, çalışma alanı olarak Büyük Menderes Nehri üzerinde yer alan Yukarı Büyük Menderes Alt Havzası ve Banaz Çayı Alt Havzası' nı belirlemiştir ve yapay sinir ağları metodu ile bu havzalarda değişik giriş yapısına sahip katı madde tahmin modelleri oluşturmuştur. YSA metodu ile katı maddenin modellenmesinde ve tahmininde hassas sonuçlar vererek uygulanabilir olduğu sonucunu bulmuştur. Sonuç olarak, en doğru değeri elde etmek için en uygun YSA modelleri akım gözlem istasyonları (AGİ) için geliştirilen çok değişkenli lineer regresyon (MLR) modelleri ile karşılaştırılmıştır.

Turan (2007), önceki yıllara ait akım verileri ve memba akım ölçüm değerleri esas alınarak nehir akımlarının ileriye dönük tahmini ve ölçüm imkanı olmayan istasyonların ölçüm tahmini için yapay zeka teknikleri kullanmıştır. Çalışma içerisinde geçen yapay zekâ teknikleri arasında ileri beslemeli geri yayımlı YSA, genelleştirilmiş regresyon YSA ve bulanık mantık yöntemleri uygulanarak mukayese için çok değişkenli regresyon analizi kullanılmıştır. Sonuç olarak ele alınan iki konuda da yapay zeka tekniklerinin uygulanabilir olduğu görülmüştür.

Şahin (2007), ileri beslemeli geriye yayılım sinir ağı (İBGYSA), radyal tabanlı fonksiyonlara dayalı sinir ağı (RTYSA) ve genelleştirilmiş regresyon sinir ağı (GRSA) olmak üzere üç farklı yapay sinir ağı (YSA) yöntemi ile Çok Değişkenli Regresyon (ÇDR) metodunu kullanarak yağış, sıcaklık, geçmiş akım verilerini ele alarak akım tahminleri yapmıştır. Ekstrapolasyon yapılmasına ihtiyaç duyulduğunda İBGYSA ve RTYSA yöntemlerinin iyi sonuç verdiğini belirtmiştir. Ancak, bahsi geçen iki uygulama birtakım şartlarda düşük akım değerleri için negatif tahminler ortaya koyabilmekte ve GRYSA kullanıldığında ise böyle bir olumsuz sonuçla karşılaşmamaktadır.

Aslan (2008), Genelleştirilmiş Yapay Sinir Ağları, Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağı ve İleri Beslemeli Geriye Yayılım Sinir Ağı metotları ile, geleceğe odaklı Türkiye’den ve yurtdışından toplamda dört havzadan olmak üzere günlük sürekli akım, kurak devreli günlük akım, aylık akım, yeraltı su seviyesi verisi tahminine yönelik modellemeler üzerinde çalışmıştır. YSA model tahminleri kıyaslamalı olarak zaman serilerini karşılaştırılarak uygulanmıştır. Genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağlarının (GRYSA) gösterdiği eğilim-tanımlama becerisi ile aylık akımlar ve özellikle yeraltı su seviyesi veri takımlarında uzun zaman aralıkları sonunda daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Afşar (2008) çalışmasında, buharlaşmanın tahmini için YSA ve bulanık mantık (BM) modelleri geliştirilmiştir. Kayseri, Kırşehir, Nevşehir ve Yozgat illerindeki dört istasyondan alınan günlük ortalama sıcaklık, minimum sıcaklık, maksimum sıcaklık, ortalama nem ve buharlaşma verileri kullanılmıştır. Matlab programı yardımıyla hazırlanan kodlar ile çok katmanlı yapay sinir ağları (ÇKYSA), radyal tabanlı yapay sinir ağları (RTYSA), genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA), adaptif ağ yapısına dayalı bulanık çıkarım kuralı (ANFIS) ve çoklu doğrusal regresyona (ÇDR) değişik giriş kombinasyonları uygulanarak buharlaşma tahminleri yapılmış ve her bir değişkenin buharlaşmaya olan etkisi incelenmiştir. Yürütülen bu çalışmada, çok katmanlı yapay sinir ağları (ÇKYSA), radyal tabanlı yapay sinir ağları (RTYSA), genelleştirilmiş regresyon yapay sinir ağları (GRYSA), adaptif ağ yapısına dayalı bulanık çıkarım kuralı (ANFIS) ve çoklu doğrusal regresyon (ÇDR) yöntemlerinin buharlaşmanın tahminindeki performansları araştırılmıştır ve her bir yöntem için en iyi girdi kombinasyonları seçilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Partal vd. (2008), YSA ve dalgacık dönüşümü yöntemleri ile günlük yağış tahmini yapmıştır. YSA yönteminin literatürde en çok kullanılan algoritmalarından, İleri

Beslemeli Geriye Yayılmalı Yapay Sinir Ağları (İBGYSA) ve Radyal Tabanlı Yapay Sinir Ağları (RTYSA) yöntemleri yağış tahmini amacıyla kullanılmıştır. Farklı girdi kombinasyonları denenerek her istasyon için en ideal model bulunmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak, ileri beslemeli geriye yayılmalı YSA algoritmasının kullanıldığı yöntem en iyi performansı göstermiştir. Dalgacık dönüşümü - YSA yönteminin tahmin sonuçları çoklu lineer regresyon yönteminin sonuçları ile mukayese edilmiş ve performans kriterlerine göre daha hassas olduğu kanısına varılmıştır.

Türktemiz (2008) baraj haznelerinde toplanacak akarsu akımlarının ileriye yönelik tahmini için Yapay Sinir Ağları (YSA) metoduyla bir model türetmiştir. Baraj inşası planlanan akım rasatı olmayan veya zayıf olan bir akarsu kesiti için daha uzak bir bölgedeki kesitte yapılan ölçümler ve bu ölçümler ile rasyonel metottan elde edilen modelle kıyaslama yapmıştır. Sonuç olarak rasyonel modeldeki hata değeri diğer modele göre daha büyük çıkmıştır ve istasyonlar arası mesafe değişiminde farklı sonuçlar beklenmiştir. Ancak istasyonlar arası mesafenin uzun ve drenaj alanları oranını birden büyük olduğu durumda akım tahmininde YSA metodunun kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Küçükyaman (2010), Akdeniz Bölgesi'nde yer alan Kovada Gölünü meteorolojik ve hidrolojik kuraklık bakımından incelemiştir. Araştırma esnasında 3, 6, 9, 12 ve 48 aylık yağış verileri alınıp standart yağış indisi (NYI) metodu ile yağış verileri kullanılarak zaman serileri yardımıyla kuraklık indisleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda, Yapay Sinir Ağları (YSA) ve Adaptif Sinir Ağına Dayalı Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) çözümlemeleri dahilinde kuraklığı modellemek ve analizini yapmak için çalışmalarda bulunulmuştur. Hidrolojik açıdan belirlenen değerlere ve parametrelere göre Kovada Gölü' nün içinde bulunduğu durum yorumlanmıştır. Sonuç olarak yağış ve göl seviyesinin azaldığı ve dolayısıyla kuraklığın ortaya çıktığı görülmüştür. Bu doğrultuda, alınabilecek önlemler ve iklim ile ilgili meydana gelebilecek her türlü değişikliğe karşı yapılabilecek çalışmalar önerilmiştir.

Sattari vd. (2011) çalışmasında, Yapay Sinir Ağları (YSA) ile Standartlaştırılmış Yağış İndeksinin (SYI) modellenmesi ve ileri dönük kuraklık tahminleri yapmayı hedeflemişlerdir. Karaman meteoroloji istasyonunda 1975 - 2009 yılları arasında ölçülen aylık yağışlar kullanılarak 3, 6, 9 ve 12 aylık zaman dilimleri için SYI değerleri elde etmiştir. Modellemede İleri Beslemeli Geri Yayılmalı Yapay Sinir Ağları (FFBPANN) yöntemi kullanılmıştır. YSA modeli kurulumu esnasında girdi

verisi olarak SYI değerinin belirlenmesinde dikkate alınan yağış verileri ve SYI değerleri kullanılmıştır. Modelin kurulumu sonrasında ileri dönük tahmin yapabilmek için değişik zaman aralıklarına ait yağış ve SYI kombinasyonları girdi verisi alınarak ileriye yönelik kuraklık tahminleri (SYI) yapılmıştır. YSA yöntemi ile tahmin edilen SPI değerleri ve bulunan SPI değerleri 1999 - 2009 dönemi için denenmiştir ve en iyi FFBPANN modeli seçilmiştir.

Can (2012), su yapılarının mühendislik yönünden işlevsel, emniyetli ve ekonomik planlamada gereken belirli bir zaman sürecindeki akım değerlerini temin etmek için YSA yöntemini kullanmıştır. Oluşturulan YSA, halen devlet kurumları tarafından kullanılan lineer regresyon ile akademik ve ihtisas kurumları tarafından kullanılan çoklu regresyon modelleri ile karşılaştırılmıştır. YSA' nın bu alanda rahatlıkla kullanılabileceğini ve hata oranlarının mühendislik toleransları içinde olduğunu göstermiştir.

Hınıs (2013), çalışmasında Aksaray ili için yeni bir kuraklık indeksi olarak gösterilerin “Bütünleşik Kuraklık İndeksi” (BKI) ile en çok kabul gören “Normalleştirilmiş Yağış İndeksi” (NYI) metodu karşılaştırması yapmıştır. Sadece aylık yağış verileri ile hesaplanabilen ve yorumlama kolaylığı açısından yaygın olarak kullanılan NYI metodu ile BKI metodu arasındaki farklılıklar ortaya konulmuştur. BKI sonuçlarında sulak ve kurak dönemler arası geçişlerin daha sık hesaplandığı ve daha şiddetli sulak dönemler bulunduğu görülmüştür.

Türkoğlu (2013), çalışmasında Terkos Gölüne ait aylık verileri İSKİ Genel Müdürlüğü’nden elde ederek otoregresif (AR), otoregresif hareketli ortalama (ARMA), yapay sinir ağları (YSA) ve Dalgacık Dönüşümü (wavelet) yöntemleri kullanılarak aylık bazda sentetik diziler türetilmiş ve sonuçlar kıyaslamıştır. Çalışılan mevcut yöntemleri destekleyici olarak geliştirilen debi tahmin modellerinin, diğer modellere göre hassas performans göstermelerinden dolayı debi tahmini hesaplarında kullanılabilişliği görülmüştür. Geliştirilen modeller incelendiğinde, Dalgacık - YSA modellerinin diğerlerine göre daha iyi performans gösterdikleri sonucu bulunmuştur. Benzer bir model, debi tahmini gerektiren hidrolojik çalışmalarda eksik verilerin tamamlanması ve ileriye yönelik debi tahmininde kullanılabilmektedir.

Kabataş (2014), askıda sediment taşınımı hakkında çeşitli modellemeler ve tahmine yönelik araştırmalar yapmıştır. Türkiye’de sediment taşınımının hesabı ve hesap adımları ele alınarak sediment anahtar eğrisi, dalgacık analizi ve bulanık mantık yöntemleri ile incelenmiştir. Sediment anahtar eğrisi yöntemiyle askıda sediment

yükü ve debi ilişkilendirilerek bağıntı oluşturulmuştur ve buna göre tahminde bulunulmuştur. Aynı zamanda, bulanık mantık modeli ve önerilen dalgacık analizi kullanılarak bulanık mantık kombinasyon modelinde iki önceki sediment yükü verisi kullanarak bir sonraki sediment yükü tahmininde bulunulmuştur. Bulanık mantık ve dalgacık analizi kombinasyon modelinin diğer yöntemlere göre daha kesin sonuçlar verdiği bulunmuştur. Bunun yanında önerilen model, pik noktaları yakalamakta oldukça başarılı olmuştur. Literatürde dalgacık analizi ve bulanık mantık kombinasyon modelinin birçok örneği yer almaktadır. Bunlar, arasında otomotiv sektörü, su mühendisliği, insan bilimi, trafik sistemleri ve elektronik sistemler sayılabilir.

Nacar (2014), su kaynaklarının planlanmasında ve su yapılarının yönetiminde ileri dönük tahminde bulunan bir metodun kullanılmasının çok önemli olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmada, su kaynakları ve su yapıları çalışmalarında en önemli parametre olan akım değerleri, ileriye yönelik akım değerleri tahmininde kullanılmıştır. Genellikle haftalık veya aylık akım verileri ile işlem yapmak bu verilerin varyansları az olduğundan dolayı daha yaygın bir biçimde kullanımı olsa da esas ihtiyaç duyulan daha kısa süreli (günlük veri gibi) verilerin modellenmesidir. Bu amaçla Doğu Karadeniz Havzası'nda yer alan Haldizen Deresi'nin 1998-2009 yılları arasında günlük olarak ölçülmüş olan akım verileri kullanılarak modelleme yapılmış ve günlük verilerle kısa vadedeki planlamalara yol göstermeye çalışılmıştır. Modelleme aşamalarında; İleri Beslemeli Geriye Yayımlı Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇK-YSA), Temel Bileşenler Analizi Yapay Sinir Ağları (TBA-YSA), Zaman Gecikmeli Öz Yıneli Yapay Sinir Ağları (ZGÖ-YSA) yöntemleri kullanılmış ve ileriye dönük akım tahminlerinde bulunulmuştur. Sonuç olarak, bu yöntemler arasında en uygun olanı belirlenmiştir.

Terzi ve Barak (2015), akarsu akım değerlerinin tahmini üzerine öngörülerde bulunmak için dalgacık dönüşüm tekniği ve yapay sinir ağları (YSA) metodu kullanılmıştır. Kızılırmak Nehri üzerinde yer alan Söğütlühan akım istasyonuna ait akım tahmin modellerini iyileştirmek için Sivas meteoroloji istasyonuna ait yağış verileri kullanılmıştır. Öncelikle ölçülmüş yağış serileri kullanılarak YSA modelleri oluşturulmuştur. Akabinde bu yağış serileri kullanılarak dalgacık dönüşümü tekniği ile alt serilere ayrılmıştır. Yağış alt serileri ile dalgacık - yapay sinir ağı (D-YSA) modelleri geliştirilmiştir ve bahsi geçen modeller ölçülmüş değerlerle mukayese edildiğinde dalgacık dönüşümü uygulandıktan sonra elde edilen D-YSA

modellerinin, orijinal serilerle elde edilen YSA modellerinden daha hassas değerler ortaya koyduğunu ve daha iyi performans sergilediği görülmüştür.

Doğru (2015), çalışmasında gravite verilerinde dalgacık dönüşümü ile süreksizliklerin belirlenmesi, yapı sınırlarının saptanması, sığ ve derin yapılardan kaynaklanan etkilerin ayrımlanabilmesi hedeflenmişt r. Bu amaçla bir ve iki boyutlu veriler analiz için kullanılmıştır. Başlangıçta dalgacık dönüşümünün esasları, türleri anlatılmış ve Fourier dönüşümü ile kıyaslaması yapılmıştır. Sonrasında uygulamalar ile dalgacık dönüşümünün sonuçları irdelenmişt r.

Altunkaynak ve Nigussie (2016)  alışmasında, Ayrık Dalgacık Dönüşümünü (ADD) kullanarak günlük akım gözlem verilerini doğru ve uzun süreli tahmin edebilen bir model geliştirmiştir. ADD kullanılarak veriler alt bileşenlerine ayrılarak model kurulmuştur. Çalışmada on iki senelik günlük akım gözlem verileri kullanılmıştır. ADD yaklaşımı tarafından ayrıştırılan veriler, yedi güne kadar günlük akımları tahmin etmek için çok Tabakalı Perseptron ( TP) modeline girdi olarak kullanılmıştır. D- TP modellerinin  TP modelinden daha iyi tahmin sonuçları ürettiği gözlemlenmiştir.

Ayrıca çeşitli araştırmacılar, çalışmalarında kuraklık indisleri üzerine araştırmalar yapmış, ortam ve zaman koşullarına göre davranış farklılığı gösteren kuraklık türü ve karakteristiği hakkında ve kuraklık indislerinin kullanım alanlarına yönelik bilgiler ortaya koymuşlardır (Bhuiyan, 2004; Zargar vd., 2011; Hayes, 2006; Hayes vd., 2007; Hayes vd., 2011; Wells vd., 2004; Serrano ve Begueria 2016; Erhardt ve Czado 2018; Flint vd., 2018).

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1 İstasyonların Özellikleri

Türkiye'deki en fazla yağış alan en az yağış alan ve ortalama yağış alan üç istasyon (Rize, Karapınar ve Manisa istasyonları) ele alınmıştır. Bu istasyonların özellikleri Çizelge 3.1' de verilmiştir.

**Çizelge 3.1:** İstasyonların özellikleri (URL-2).

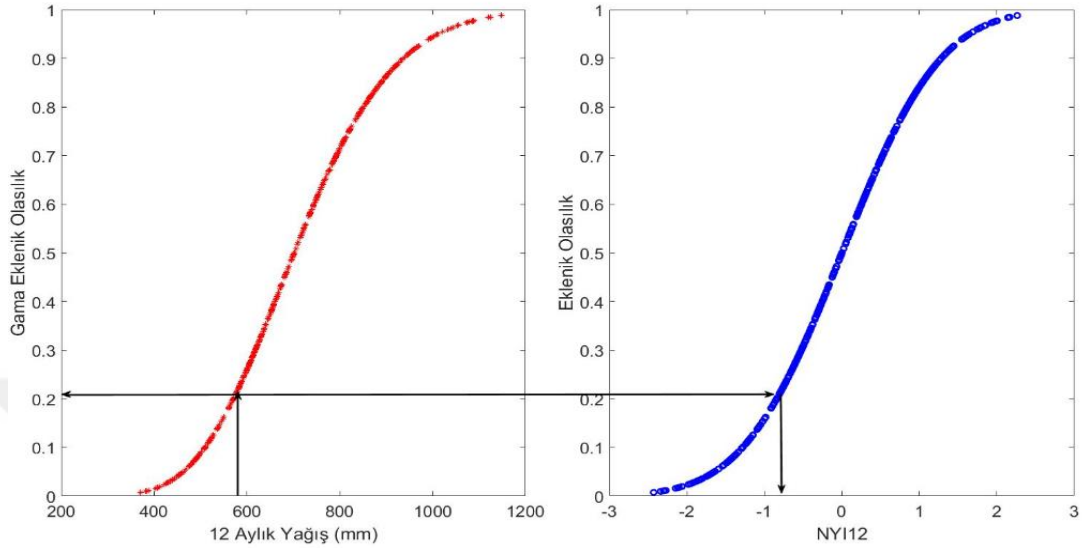
|                               | <b>MANİSA<br/>İSTASYONU</b> | <b>KARAPINAR<br/>İSTASYONU</b> | <b>RİZE<br/>İSTASYONU</b> |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| <b>İstasyon No</b>            | 17186                       | 17902                          | 17040                     |
| <b>Bağlı Olduğu<br/>Bölge</b> | 2. BÖLGE<br>(İZMİR)         | 8. BÖLGE<br>(KONYA)            | 11. BÖLGE<br>(TRABZON)    |
| <b>Yükseklik</b>              | 71 m                        | 996 m                          | 3 m                       |
| <b>Enlem</b>                  | 38,6153 K                   | 37,7143 K                      | 41,0400 K                 |
| <b>Boylam</b>                 | 27,4047 D                   | 33,5267 D                      | 40,5013 D                 |

#### 3.2 Normalleştirilmiş Yağış İndeksi

Normalleştirilmiş Yağış İndeksi (NYI) metodu çoklu zaman dilimlerinde hesaplanarak çeşitli su kaynaklarında meydana gelen yağış azlığına bağlı kuraklıkların tahmin edilmesinde kullanılmaktadır. Hesaplama sadece yağış verilerinin kullanılması ve yorumlanma aşamasındaki kolaylıklar sebebiyle dünyada en çok tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır. Yağışlardaki azalma kısa dönemde zemin neminde hissedilebilirken yeraltı suyu, yüzey suyu veya baraj ve gölet gibi su biriktirme tesislerinde daha uzun zamanda hissedilmektedir. Bunun için tarımsal faaliyetler açısından önemli olan kısa ve orta dönem yağış seyrinin takibi için 3 aylık NYI sonuçları, daha uzun dönem NYI değerleri (9-12 aylık NYI) ise yüzey suyu veya hazne seviye alçalmalarında gerçekleşen kuraklık tespitleri için tavsiye edilmektedir.

NYI hesaplamasının eksiksiz ve en az 30 yıllık aylık yağış verisi ile yapılması gerekir. NYI hesabı için istenilen zaman ölçeğindeki yağış toplamının frekans dağılımı, Gamma olasılık dağılımına uydurulur. Gamma dağılımı yaygın olarak çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılmakta ise de son yıllarda farklı dağılımlar da kullanılmaktadır. Gamma dağılımından elde edilen kümülatif olasılık değerleri, varyansı 1 ve ortalaması sıfır olan normal dağılım Z değişkenine dönüştürülmesi ile NYI değerleri elde edilir. Bu işlem şekil 3.1' de gösterilmiştir. Bulunan bu değerler, McKee vd. (1993) tarafından teklif edilmiş ve Çizelge 3.2'de verilen kuraklık sınıflandırılması ile değerlendirilerek incelenen bölgenin kuraklık analizi elde edilir.

Çizelge 3.2’de verilen NYI değerleri hem sulak hem de kurak değerleri içermektedir. Dolayısı ile NYI analizi ile incelenen bölgedeki hem kurak hem de sulak dönemlerin başlangıç dönemleri ve şiddetleri incelenebilmekte ve bunların göreceli olarak kıyaslanması yapılabilmektedir (Hıms, 2013).



**Şekil 3.1:** NYI yaklaşımının uygulama adımları.

**Çizelge 3.2:** NYI sınıflandırması.

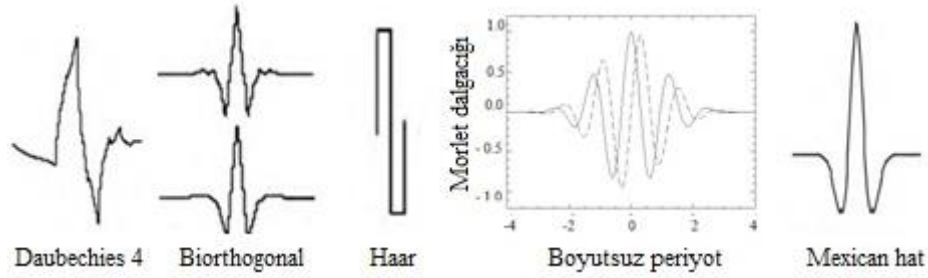
| NYI Değeri         | Sınıf               |
|--------------------|---------------------|
| 2,00’den fazla     | Aşırı sulak         |
| 1,50 – 1,99 arası  | Çok sulak           |
| 1,00 – 1,49 arası  | Orta derecede sulak |
| -0,99 – 0,99 arası | Normale yakın       |
| -1,49 -1,00 arası  | Orta derecede kurak |
| -1,99 -1,50 arası  | Çok kurak           |
| -2,00’den az       | Aşırı kurak         |

### 3.3 Dalgacık Analizi

Belirli zaman aralıkları ile ölçülmüş olan yağış, akış, sıcaklık gibi hidrolojik veriler, matematiksel açıdan hidrolojik zaman serisi olarak incelenebilirler. Bu zaman serilerinin periyodik ve karakteristik yapılarının belirlenmelerinde kullanılan yöntemler arasında dalgacık yöntemi son yıllarda sıklıkla kullanılmaktadır. Dalgacık yöntemi verilerin periyodik yapısının ortaya çıkarılmasında iyi sonuçlar vermekte böylece tahmin çalışmalarında oldukça olumlu katkı sağlamaktadır. Dalgacık, dalganın küçük bir parçası olarak tanımlanabildiğinden, süresi sınırlı bir titreşim işaretidir (Partal 2007, Daubechies 1996). Dalgacıklar veriyi frekans bileşenlerine ayıran ve sonra kendi ölçekleriyle eşleştirilmiş bir çözünürlüğe sahip bileşenler

üzerinde çalışan matematiksel fonksiyonlardır. Dalgacık algoritmaları, veriyi farklı ölçek veya çözünürlüklerde işlerler. Geniş bir pencereden bir işarete bakıldığında, büyük özellikleri fark edilirken, küçük bir pencereden bakılırsa, küçük özellikleri fark edilir.

Dalgacık analizinde en çok kullanılan ana dalgacıklar Morlet, Haar, Bior 3.1, Meksika şapka tipi, Daubechies (Şekil 3.2) dalgacıklarıdır.



**Şekil 3.2:** Bazı dalgacık modelleri.

**Haar Dalgacığı:** Haar dalgacığı veri serisindeki değişimin tespitinde yaygın olarak kullanılır. Dalgacık sınıfı içinde en eski ve basit dalgacık türüdür ve basamak fonksiyonuna benzemektedir. Süreksiz ve simetriktir. Analizi ortogonaldır. Ayırık ve sürekli dalgacık dönüşümünde kullanılabilir.

**Daubechies Dalgacıkları:** Haar dalgacığında olduğu gibi açık matematiksel ifadeleri yoktur. Analiz ortogonaldır ve bu dalgacıklar simetrik değildir. Hem sürekli hem ayırık dalgacık dönüşümü yapabilmektedir.

**Biortogonal Dalgacıklar:** Biortogonal dalgacıkların açık ifadeleri yoktur. Simetriklerdir. Hem ayırık hem sürekli dönüşümde kullanılabilirler (Doğru, 2015).

### 3.3.1 Ayırık dalgacık dönüşümü (ADD)

Bir fonksiyonun dalgacık dönüşümü sürekli dalgacık dönüşümü olarak adlandırılırken belirli zaman aralıklarında ölçülerek oluşturulan veri setlerinin dönüşümü ise ayırık dalgacık dönüşümü olarak adlandırılır.

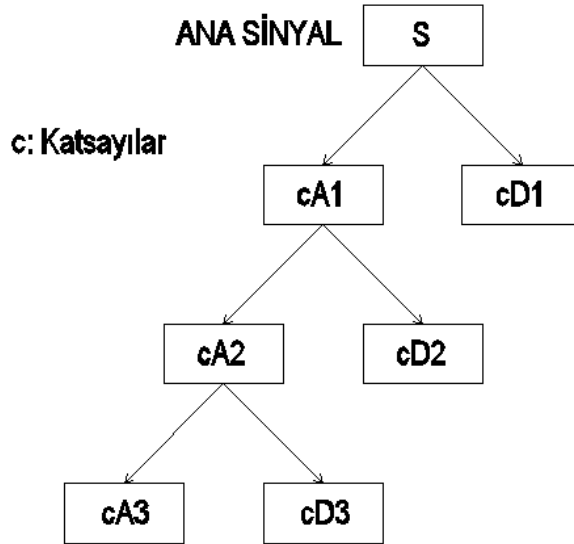
Dalgacık katsayılarının ölçek değerinde hesaplanması çok miktarda katsayının oluşmasına ve işlem yüküne neden olduğundan dolayı, katsayıların yalnızca seçilen ölçekler ve zaman diliminde hesaplanması birçok avantaj sağlar. Bu sayede daha az sayıda ancak yine de işaretin frekans-ölçek bilgisinin zaman boyunca değişimini veren katsayılar elde edilmiş olur. Bu katsayılar bir zaman serisi meydana getirirler ve bu zaman serileri çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Ayırık dalgacık dönüşümünde, ikilik ölçek ve zaman adımı kullanılır. Bu şekilde elde edilen her bir bileşen iki ve ikinin katları olacak şekilde ölçek değerlerine ait zaman serilerini ya da dalgacık

katsayılarını verirler (Terzi ve Barak, 2015). Ayrık dalgacık dönüşümü için kullanılan dalgacık fonksiyonu aşağıda verilmiştir.

$$\Psi_{m,n}\left(\frac{t-\tau}{s}\right) = s_0^{-\frac{m}{2}} \Psi\left(\frac{t-n\tau_0 s_0}{s_0^m}\right) \quad (3.1)$$

burada m ve n tamsayı olarak dalgacığın sırası ile ölçek ve zaman eksenindeki öteleme parametreleridir.  $s_0$  sabit bir öteleme adımını ifade eder ve bu çalışmada 2 olarak alınmıştır.  $\tau_0$  zaman eksenindeki öteleme aralığı değerini verir ve değeri 1 olarak alınmıştır. Bu değerler literatürde en çok kullanılan değerlerine göre alınmıştır. İkisinin katları kullanılarak oluşturulan dalgacık fonksiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanabilir (Partal vd. 2008).

$$\Psi_{m,n}(t) = 2^{-\frac{m}{2}} \Psi(2^{-m}t - n) \quad (3.2)$$



**Şekil 3.3:** Dalgacık ayrışımı.

Ayrık dalgacık dönüşümü ile veriler alçak frekans (A) bileşenlerine ve yüksek frekans (D) bileşenlerine ayrıştırılır (decomposition). Şekil 3.3' te verilen algoritma ardışık olarak işletildiğinde aşağıdaki diyagram elde edilir. Burada c katsayıları ifade etmektedir. Bu işlemler tek bir değere ulaşana kadar sürdürülmektedir. Pratikte Entropi olarak bilinen kıstas yardımıyla optimum çözümlemeye ulaşılır (Arı vd., 2008).

$$S = A1 + D1$$

$$S = A2 + D2 + D1$$

$$S = A3 + D3 + D2 + D1 \quad (3.3)$$

$$S \xrightarrow{H:1} (A1 \mid D1)$$

$$S \xrightarrow{H:1} (A2 \mid D2 \mid D1)$$

$$S \xrightarrow{H:1} (A3 \mid D3 \mid D2 \mid D1)$$

### 3.4 Yapay Sinir Ağları

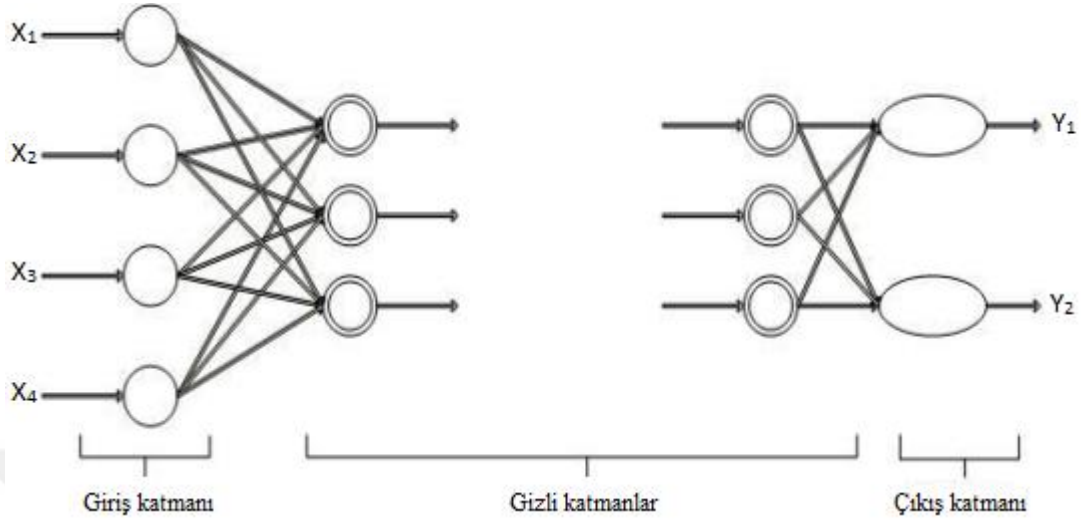
İnsan beyninin bilgi işleme tekniğinden örnek alınarak geliştirilmiş bir bilgi işlem teknolojisi olan Yapay sinir ağları (YSA), basit biyolojik sinir sisteminin çalışma şeklini taklit eder. Sinir sisteminde sinir hücreleri olan nöronlar birbirleri ile değişik biçimde bağlanarak ağlar oluştururlar. Bu ağlar öğrenme, hafızaya alma ve veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma yetisine sahiptirler. İnsanlarda öğrenme, nöronlar arasında sinaptik bağlantılarla gerçekleşir. Yani insanlar doğumlarından bu yana yaşayarak öğrenme sürecindedir. Yaşayarak tecrübe ederler ve böylece sinaptik bağlantılar oluşur ve hatta yeni bağlantılar oluşur. Nihayetinde öğrenme gerçekleşir. YSA'da benzer düşünce ile geliştirilmiştir. Öğrenme, eğitime yoluyla örnekler kullanarak ağlar oluşturulur. Bir başka deyişle, girdi ve çıktı verilerinin işlenmesiyle (eğitme algoritmasının bu verileri kullanarak bağlantı ağırlıklarını bir yakınsamaya ulaşana kadar, defaatle ayarlamasıyla) meydana gelmektedir.

YSA' lar, ağırlıklandırılmış şekilde birbirlerine bağlanmış çok sayıda işlem biriminden (nöronlar) oluşan matematiksel sistemlerdir. Bir işlem birimi, transfer fonksiyonu olarak bilinen bir denklem olmakla birlikte diğer nöronlardan sinyalleri alır, bahsi geçen sinyalleri birleştirir, dönüştürür ve sayısal bir sonuç ortaya koyar. Birçok YSA' da, hemen hemen benzer karakteristiğe sahip nöronlar katmanlar halinde yapılandırılırlar ve transfer fonksiyonları eş zamanlı bir şekilde çalıştırılırlar. YSA' da fonksiyonun ana yapısını ağırlıkların büyüklüğü ve işlem birimlerinin şekli belirler. YSA' ların davranışları, (girdi verisi ile çıktı verisi arası ilişkilendirilme) öncelikle nöronların transfer fonksiyonlarından, nasıl birbirlerine bağlandıklarından ve bu bağlantıların ağırlıklarından etkilenmektedir (URL-3).

#### 3.4.1 Çok katmanlı yapay sinir ağlarının yapısı (ÇK-YSA)

YSA' ların doğrusal olayları çözebilmelerinin yanında doğrusal olmayan olayların çözümü konusunda çok katmanlı algılayıcılar ortaya sürülmüştür.

ÇK-YSA yapay sinir hücrelerinin bir araya gelerek meydana getirirler. 3 katmandan oluşurlar. Bu katmanlar; girdi, ara, ve çıktı katmanları olarak adlandırılmaktadır. Şekil 3.4’ de ÇK-YSA ağı modeli gösterilmiştir.



**Şekil 3.4:** ÇK-YSA yapısı (Nacar, 2014).

Dışarıdan gelen bilgiler ağı giriş katmanında yer edinir. Giriş katmanında girilecek veri sayısı kadar nöron bulunması gerekmektedir. Bu katmanda gelen bilgiler değiştirilmeden bir sonraki katmana aktarılır. Girdi katmanında bulunan her nöron bir sonraki katmandaki her elemana bağlıdır. Girdi katmanından gizli katmana gelen veriler işlenerek bir sonraki katmana gönderilirler. Bu bölümde birden fazla katman olabilir ve bu katmanlardaki her eleman bir sonraki katmandaki elemanlara bağlıdır (Kankal, 2010).

Bir önceki katmandan gelen veriler işlenerek ağı ürettiği çıktıları ( $Y$ ), çıkış katmanında dış dünyaya iletilir. Ağlara eğitim sırasında hem girdilerin hem de o girdilere karşılık üretilmesi beklenen çıktıların ağı tanıtmaları bu ağı öğretmenli öğrenme modeliyle çalıştığını ifade etmektedir. ÇK ağı öğrenme kuralı en küçük kareler yöntemine dayanmaktadır ve Delta Öğrenme Kuralının genelleştirilmiş halidir. Bu sebepten dolayı öğrenme kuralı Genelleştirilmiş Delta Kuralı (GDK) olarak da adlandırılmaktadır. Ağı öğrenebilmesi için eğitim takımı olarak nitelendirilen ve aynı zamanda örneklerden meydana gelen bir veri takımına ihtiyaç duyulmaktadır. GDK iki aşamadan oluşmakla birlikte bunlardan birincisi ileri doğru hesaplama adı verilen ağı çıktısını hesaplama safhasıdır. İkinci safha da geriye doğru hesaplama olarak bilinen ağırlıkları değiştirme safhasıdır (Öztemel, 2006).

#### 3.4.1.1 K-YSA' nın çalışma adımları

Çok katmanlı (K) ağıların çalışma adımlarını aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Örneklerin toplanması
- Ağın topolojik yapısının belirlenmesi
- ğrenme parametrelerinin belirlenmesi
- Ağırlıkların başlangıç değerlerinin atanması
- ğrenme takımından örneklerin seçilmesi ve ağına gösterilmesi
- ğrenme sırasında ileri hesaplamaların yapılması
- Gerçekleşen çıktının beklenen çıktı ile karşılaştırılması
- Ağırlıkların değiştirilmesi

İlk olarak ağın eğitilmesi için daha önce gerçekleştirilmiş örneklerin bulunması kısmı gerçekleştirilir. Bu rnekler toplandığı gibi (eğitim takımı) ağın denenmesi için de örneklerin (deneme takımı) toplanması amaçlanır. Deneme takımı ağın eğitilmesi esnasında ağına gösterilmez. Eğitim takımında örnekler tek tek gösterilerek ağın olayı öğrenmesi sağlanır. Daha sonra, deneme takımındaki örnekler gösterilerek ağın başarısına bakılır. Hiç görmediği örnekler karşısındaki yetisi ağın iyi öğrenip öğrenmediğini açığa çıkarmaktadır.

Ağın topolojik yapısının belirlenmesi ise öğrenilmesi istenen olay için oluşturulacak olan ağın topolojik yapısının oluşturulduğu adımdır. Ne kadar girdi nitesi, ara katman, her ara katmanda ne kadar işlem elemanı ve çıktı elemanı olması gerektiği bu adımda belirlenmektedir.

ğrenme parametrelerinin belirlenmesi aşaması ağın öğrenme katsayısı, momentum katsayısı ve işlem fonksiyonlarının belirlendiği adımdır.

Ağırlıkların başlangıç değerlerinin atanması: Başlangıç olarak çoğunlukla rastgele değerler atanan ve işlem elemanlarını birbirlerine ilişkilendiren ağırlık değerlerinin ve eşik değer ağırlıklarının başlangıç değerlerinin atanmasının yapıldığı adımdır. Ağı ğrenme kısmında uygun değerleri kendisi belirler.

ğrenme takımından örneklerin seçilmesi ve ağına gösterilmesi: Ağın ğrenmeye başlaması ile birlikte öğrenme kuralı doğrultusunda uygun olarak ağırlıkları değiştirmesi için ağına örneklerin (girdi ve çıktı değerleri) düzenli bir şekilde gösterildiği aşamadır.

ğrenme sırasında ileri hesaplamaların yapılması: Sunulan girdiler için çıktıların saptandığı aşamadır.

Gerçekleşen çıktının beklenen çıktı ile karşılaştırılması: Ağın meydana getirdiği hata verilerinin hesaplamasının yapıldığı kısımdır.

Ağırlıkların değiştirilmesi: Geri hesaplama metodu ile oluşturulan hata düzeyinin azalması için ağırlıkların değiştirilmesinin bulunduğu adımdır.

Yukarıda belirtilen söz konusu aşamalar ağın öğrenmesi sonuçlanıncaya dek bir başka deyişle gerçekleşen çıktılar ile tahmin edilen çıktılar arasındaki hatalar istenen sınırlar içerisinde kalıncaya kadar sürdürülmektedir. Ayrıca, ağın öğrenmesi için bir durdurma ölçütü olması gerekmektedir. Sonuç olarak bu işlem adımı da büyük çoğunlukla oluşturulan hatanın belirli bir seviyenin altına düşmesi olarak alınmaktadır (Öztemel, 2006).

### 3.4.2 Tahminlerde kullanılan performans değerlendirme kriterleri

Modellerden elde edilen kuraklık sonuçları hesaplanan kuraklık indisleri ile karşılaştırılmış ve modellerin performansları çeşitli istatistiksel kriterler ile ölçülmüştür. Bu çalışmada kullanılan istatistiksel kriterler: Korelasyon katsayısı (R), ortalama karesel hata (OKH), ortalama karesel hata karekökü (OKHK) ve Nash-Sutcliffe (N-S)'tir.

Korelasyon katsayısı (R): Hesap değerleri ile model tahminleri arasında doğrusal bir ilişkinin derecesini gösteren bir katsayıdır. R değeri 0 ve 1 arasında değişmektedir ve 1'e yakınlık model tahminleri ile hesap değerleri arasında bağımlılığın kuvvetli olduğunu göstermektedir (Doğan vd., 2008). Korelasyon katsayısı, eşitlik 3.4' te verilmiştir.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_{i(hesap)} - Y_{0(hesap)}) * (Y_{i(tahmin)} - Y_{0(tahmin)})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Y_{i(hesap)} - Y_{0(hesap)})^2} * \sqrt{\sum_{i=1}^N (Y_{i(tahmin)} - Y_{0(tahmin)})^2}} \quad (3.4)$$

Ortalama karesel hata (OKH): Hesap değerleri ile model tahminleri arasındaki hata oranını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Ortalama karesel hatanın 0' a yakınlığı tahmin modellerinin yeterliliğini göstermektedir. Ortalama karesel hata, eşitlik 3.5' te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Partal, 2007).

$$OKH = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_{i(hesap)} - Y_{i(tahmin)})^2}{N} \quad (3.5)$$

Ortalama karesel hatanın karekökü (OKHK): Hesap değerleri ile model tahminleri arasındaki hata oranını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır ve 0' a yaklaşması tahmin kabiliyetinin arttığı anlamına gelmektedir. Ortalama karesel hatanın

karekökü, eşitlik 3.6' da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Singh vd., 2009; Gupta, 2009).

$$OKHK = \sqrt{\frac{1}{N} * (Y_{i(Hesap)} - Y_{i(tahmin)})^2} \quad (3.6)$$

Nash - Sutcliffe (N-S): Hidrolojik modellerin öngörü gücünün derecesini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır. Eşitlik sonucunun alacağı değer  $-\infty$  ile 1 arasında değişmektedir. Sonucun 1' e yaklaşması tahmin kabiliyetinin arttığı anlamına gelmektedir. Nash - Sutcliffe, eşitlik 3.7' de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır (Nacar, 2014).

$$N - S = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Y_{i(hesap)} - Y_{0(ortalama)})^2}{\sum_{i=1}^N (Y_{i(hesap)} - Y_{i(tahmin)})^2} \quad (3.7)$$

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada Türkiye'deki en fazla yağış alan en az yağış alan ve ortalama yağış alan üç istasyon (Rize, Karapınar ve Manisa istasyonları) ele alınmıştır. Bu istasyonlar Şekil 4.1' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1: Karapınar, Manisa ve Rize gözlem istasyonları (URL-4).

Çalışmamızda Karapınar için 01/1975 - 12/2013 yılları arasındaki aylık yağış toplamaları, Rize için 01/1975 - 01/2012 yılları arasında aylık yağış toplamaları ve Manisa ili için 01/1975 - 10/2015 yılları arasında aylık yağış toplamaları kullanılmıştır. Bu istasyonlara ait aylık ve yıllık yağış toplamalarının temel istatistik verileri Çizelge 4.1' de verilmiştir. Buna göre Manisa istasyonu en fazla çarpıklık katsayısı ve değişim katsayısına sahip iken, Rize istasyonu en az değişim katsayısı ve çarpıklığa sahip istasyondur.

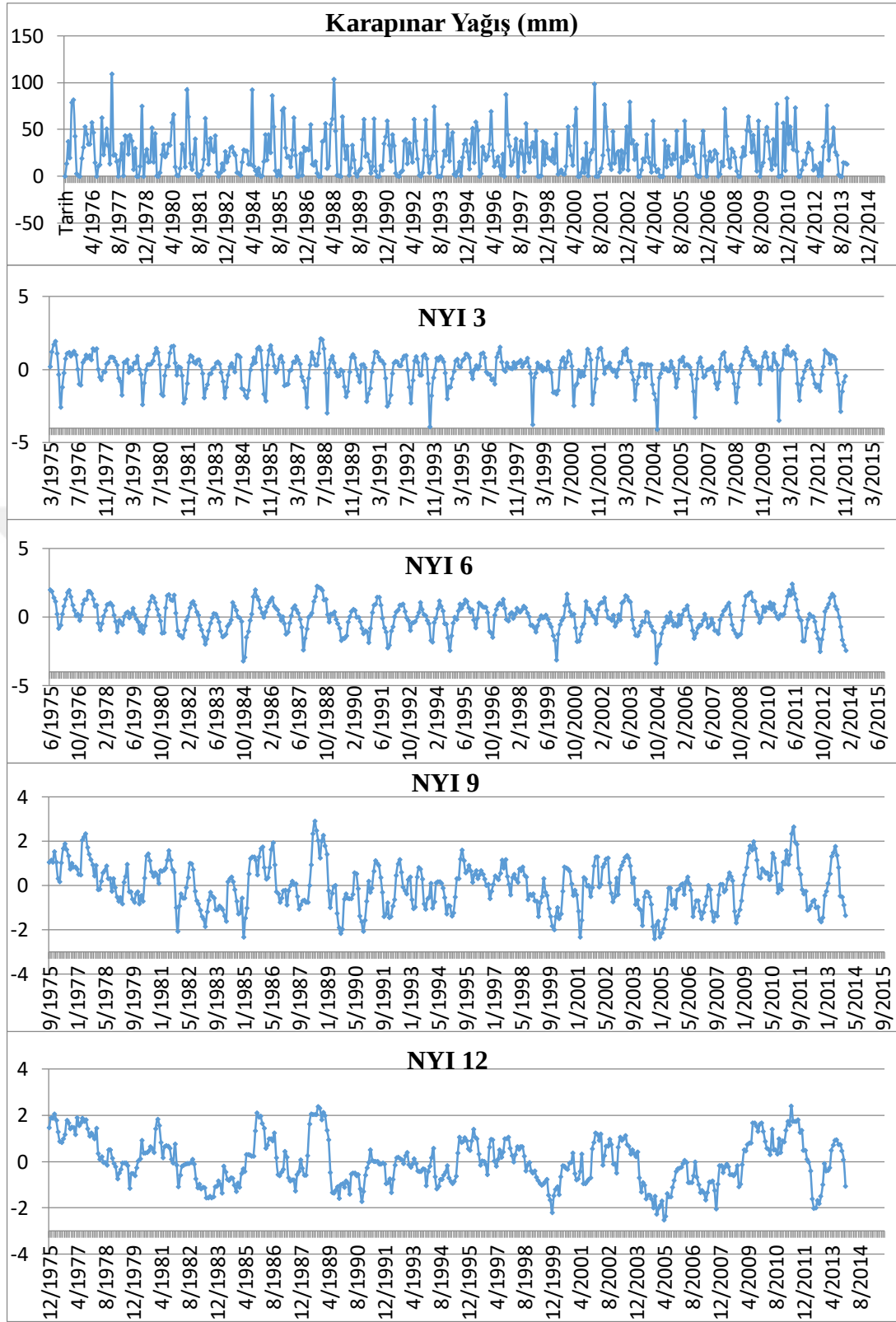
Çizelge 4.1: Çalışmada kullanılan istasyonların aylık ve yıllık yağış toplamalarının temel istatistik verileri.

|                        | RİZE              |                  | KARAPINAR         |                  | MANİSA            |                  |
|------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
|                        | Yıllık Yağış (mm) | Aylık Yağış (mm) | Yıllık yağış (mm) | Aylık Yağış (mm) | Yıllık Yağış (mm) | Aylık Yağış (mm) |
| Ortalama               | 2263.48           | 188.66           | 288.41            | 24.07            | 712.86            | 59.65            |
| Standart Sapma         | 233.77            | 104.00           | 60.21             | 21.42            | 163.80            | 64.82            |
| Çarpıklık              | 0.14              | 0.84             | 0.24              | 1.10             | 0.46              | 1.58             |
| Değişim Katsayısı (Cv) | 0.1               | 0.55             | 0.21              | 0.87             | 0.23              | 1.08             |

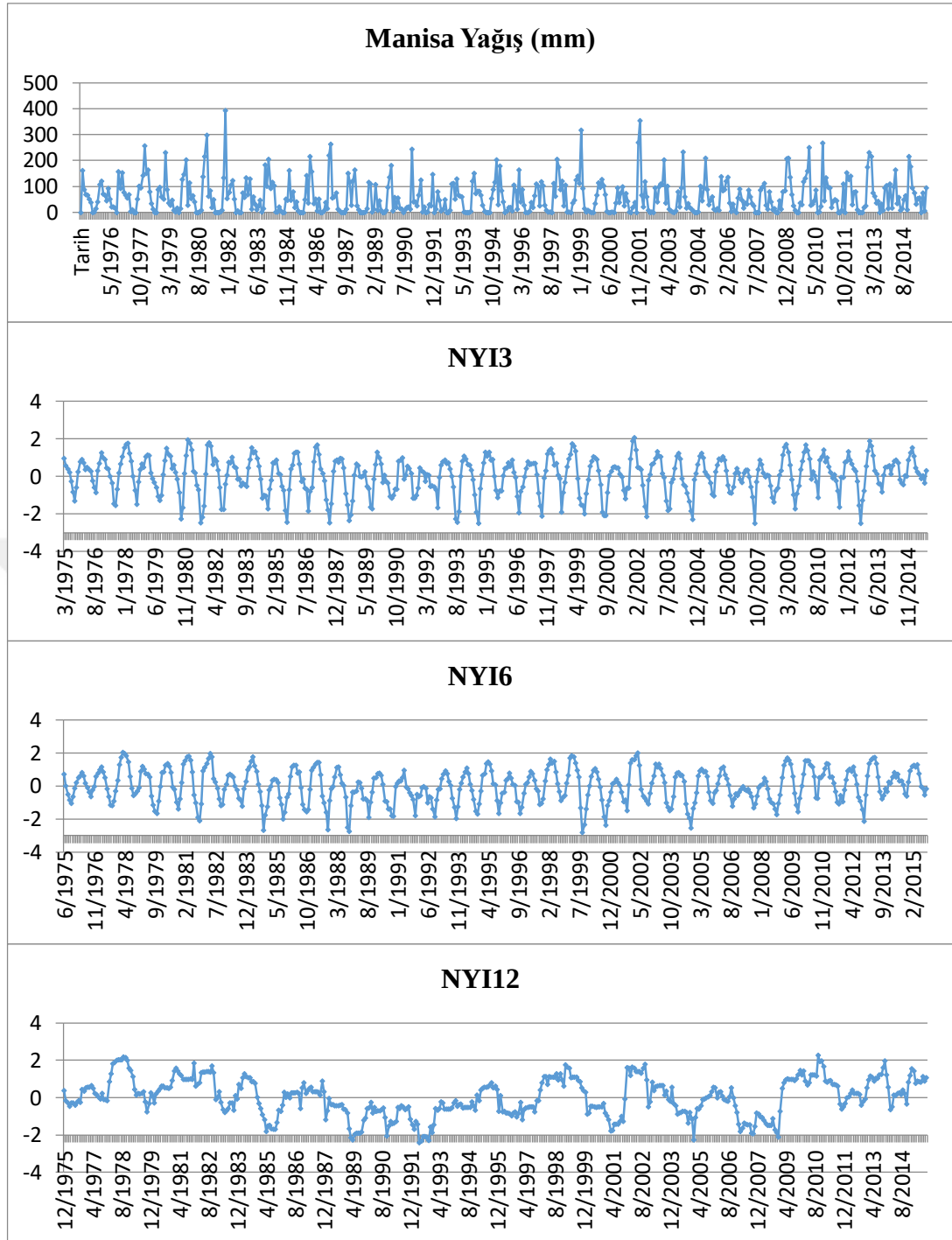
Bu tez çalışmasında üç farklı istasyonun yağış verileri kullanılarak kuraklık indisleri hesaplanmış, bu indislerden NYI12 kullanılarak YSA modelleri oluşturulmuş ve bu

modeller vasıtasıyla ileriye yönelik kuraklık tahminleri yapılmıştır. Çalışmamızda en az yağış alan Karapınar, orta dereceli yağış alan Manisa ve en fazla yağış alan Rize illerinin aylık yağış toplam verileri kullanılmıştır. Bu 3 istasyona ait verilerle Normalleştirilmiş yağış indisi (NYI) ile 3, 6, 9 ve 12 aylık kuraklık değerleri hesaplanmış ve analiz sonuçları sırasıyla Şekil 4.2, Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’ te verilmiştir. Aylık toplam yağış verileri arttıkça bunlara bağlı hesaplanan NYI indislerinin normal durumu gösteren sıfır ekseninden geçme sıklığı azalmaktadır. Diğer bir deyişle tarımsal kuraklığın göstergesi olarak kabul edilebilen NYI3 indisi normal durum göstergesi olan sıfır eksenini daha sık periyotlarda keserken; hidrolojik kuraklığın göstergesi olarak kabul edilebilecek olan NYI12 indisi daha uzun periyotlarda kesmektedir.

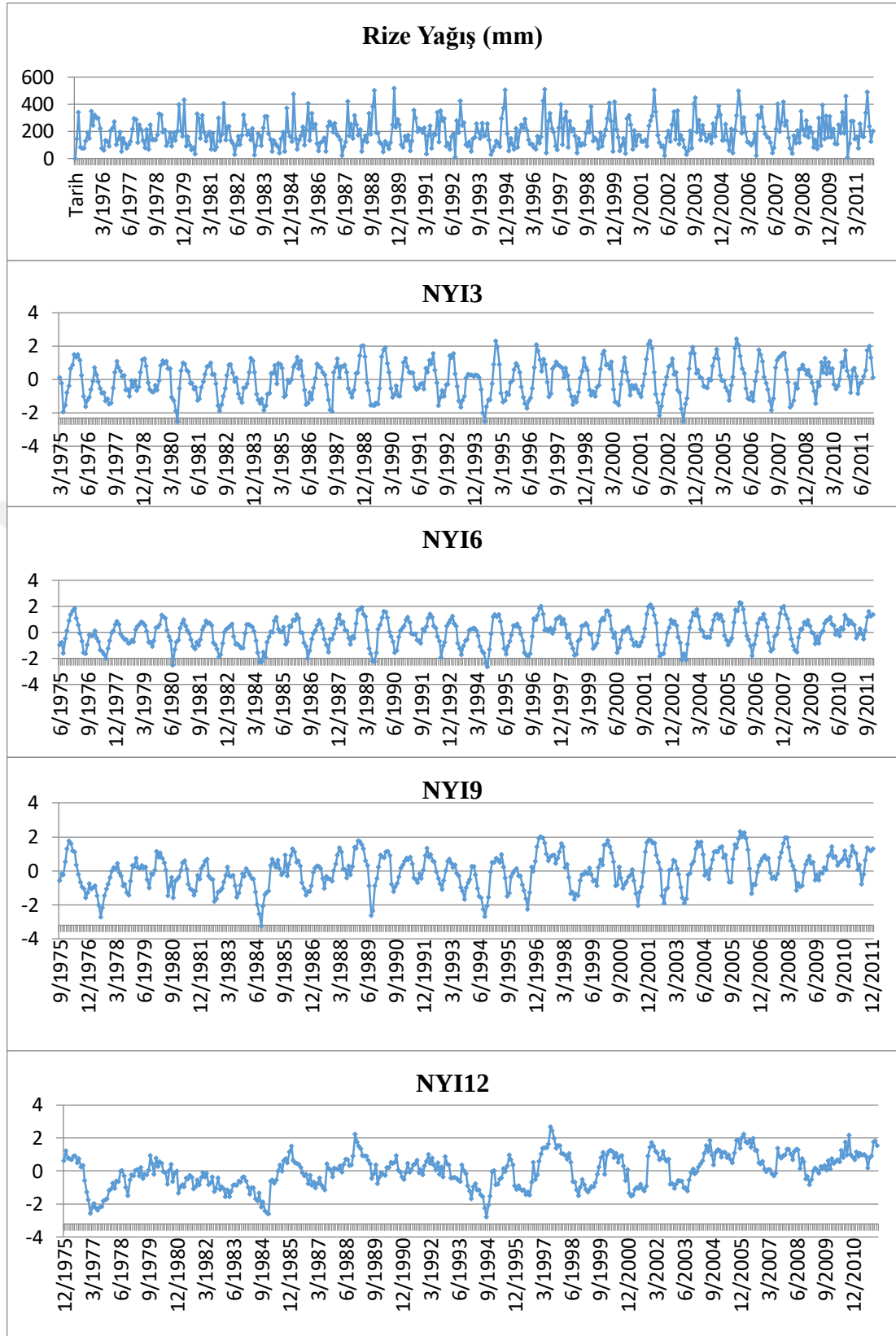




**Şekil 4.2:** Karapınar istasyonuna ait yağış ve çoklu zaman dilimlerine ait kuraklık indisleri.



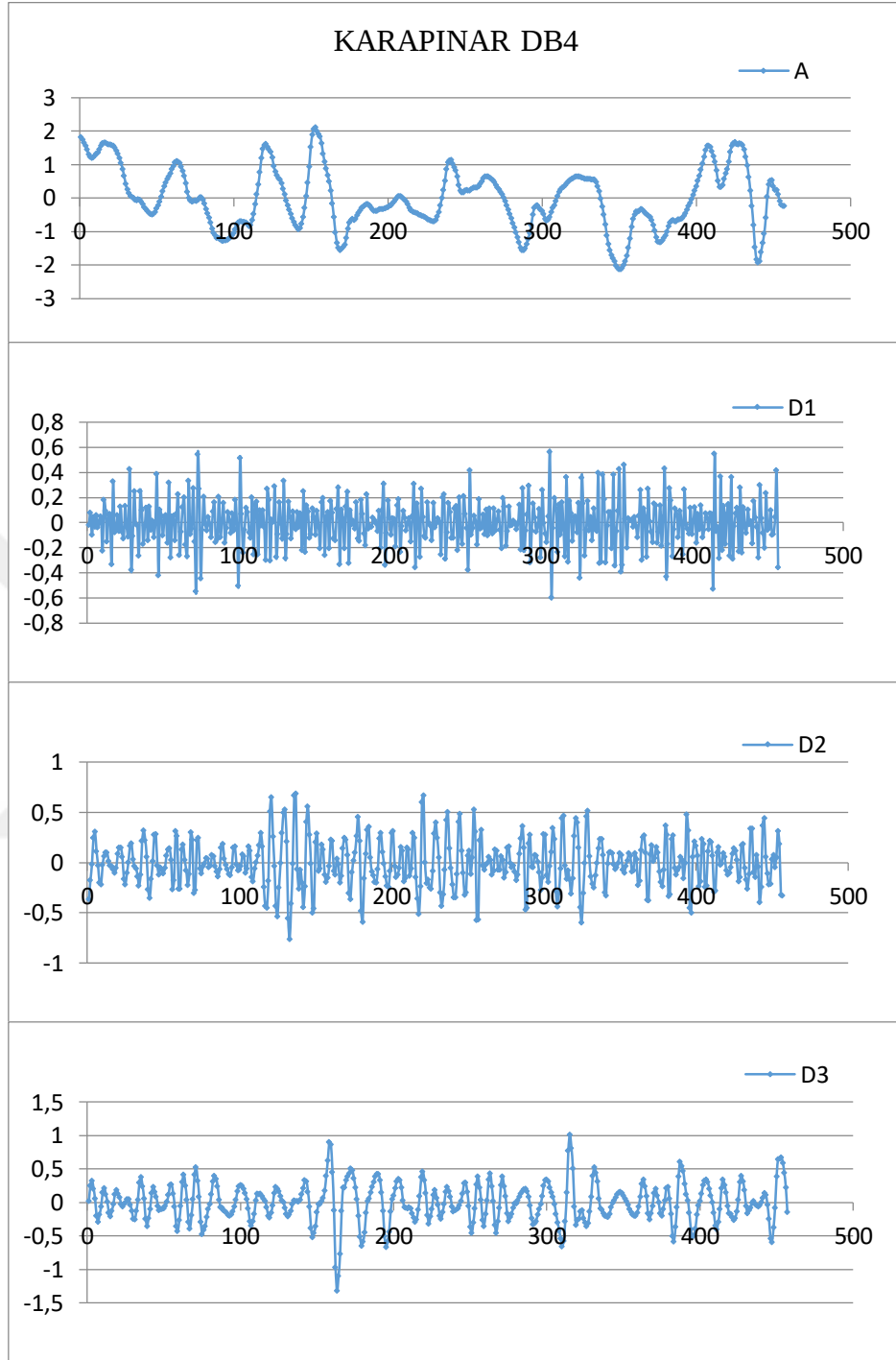
**Şekil 4.3:** Manisa istasyonuna ait yağış ve çoklu zaman dilimlerine ait kuraklık indisleri.



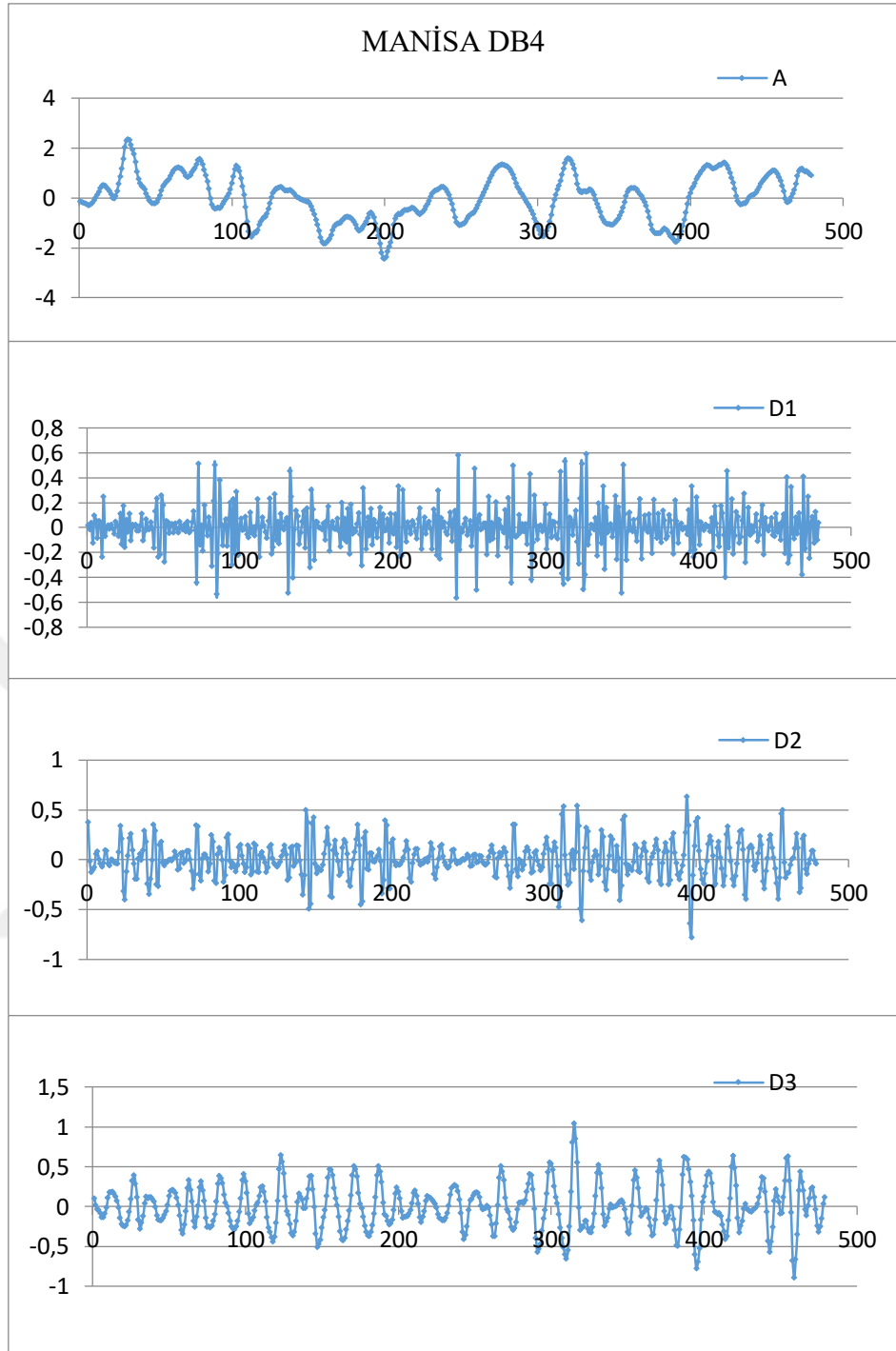
**Şekil 4.4:** Rize istasyonuna ait yağış ve çoklu zaman dilimlerine ait kuraklık indisleri.

Çalışmada YSA yöntemiyle modellemeler 12 aylık NYI değerleri kullanılarak yapıldı. Modellemede NYI12 değerleri MATLAB programı aracılığıyla dalgacık

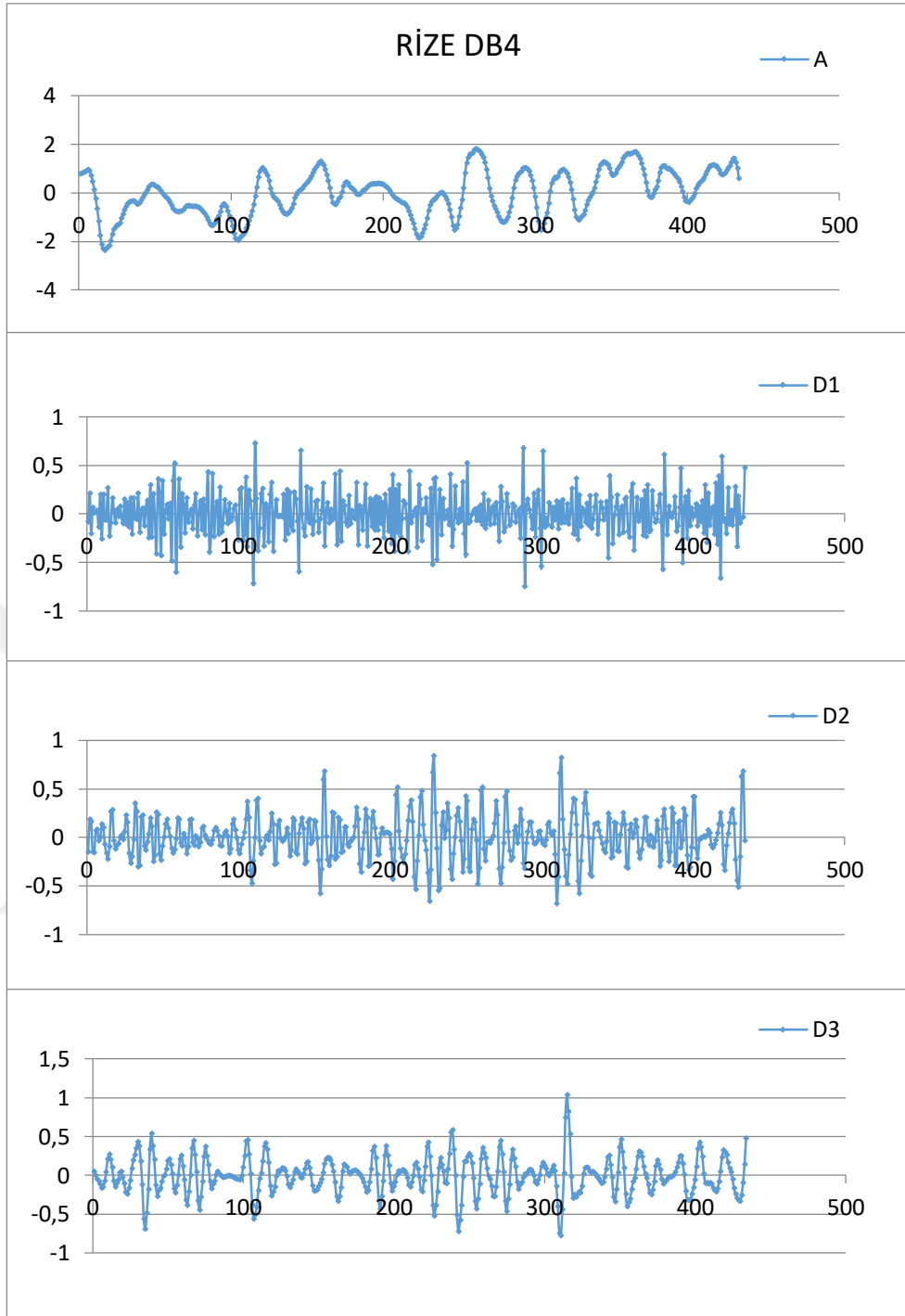
metoduyla en çok kullanılan Db4, Bior 3.1 ve Haar yöntemleriyle üç kademeye kadar frekanslarına ayrıştırılmış ve aşağıda Şekil 4.5 - Şekil 4.13' te verilmiştir.



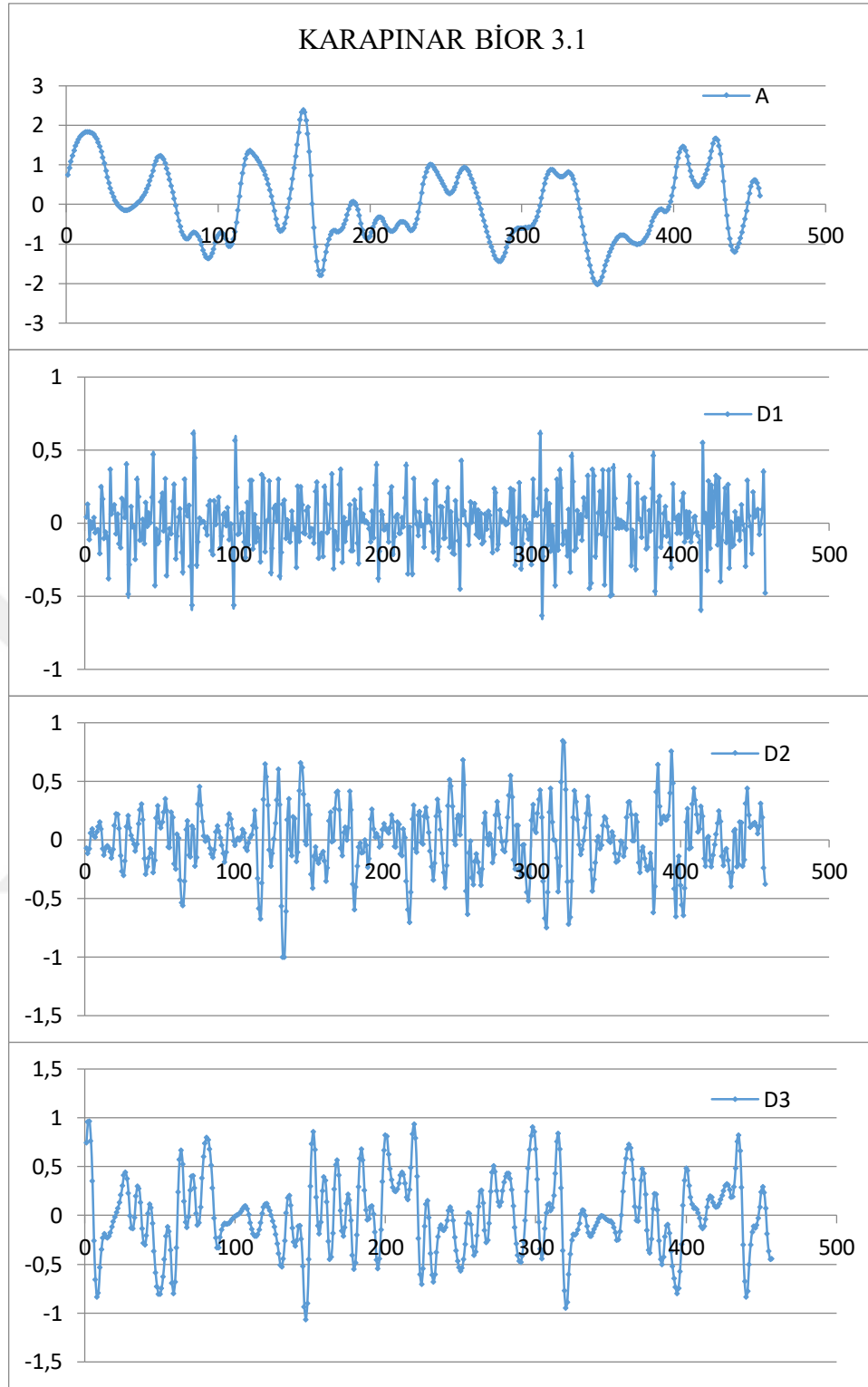
**Şekil 4.5:** Karapınar NYI12 verisinin Db4 ayrışımı.



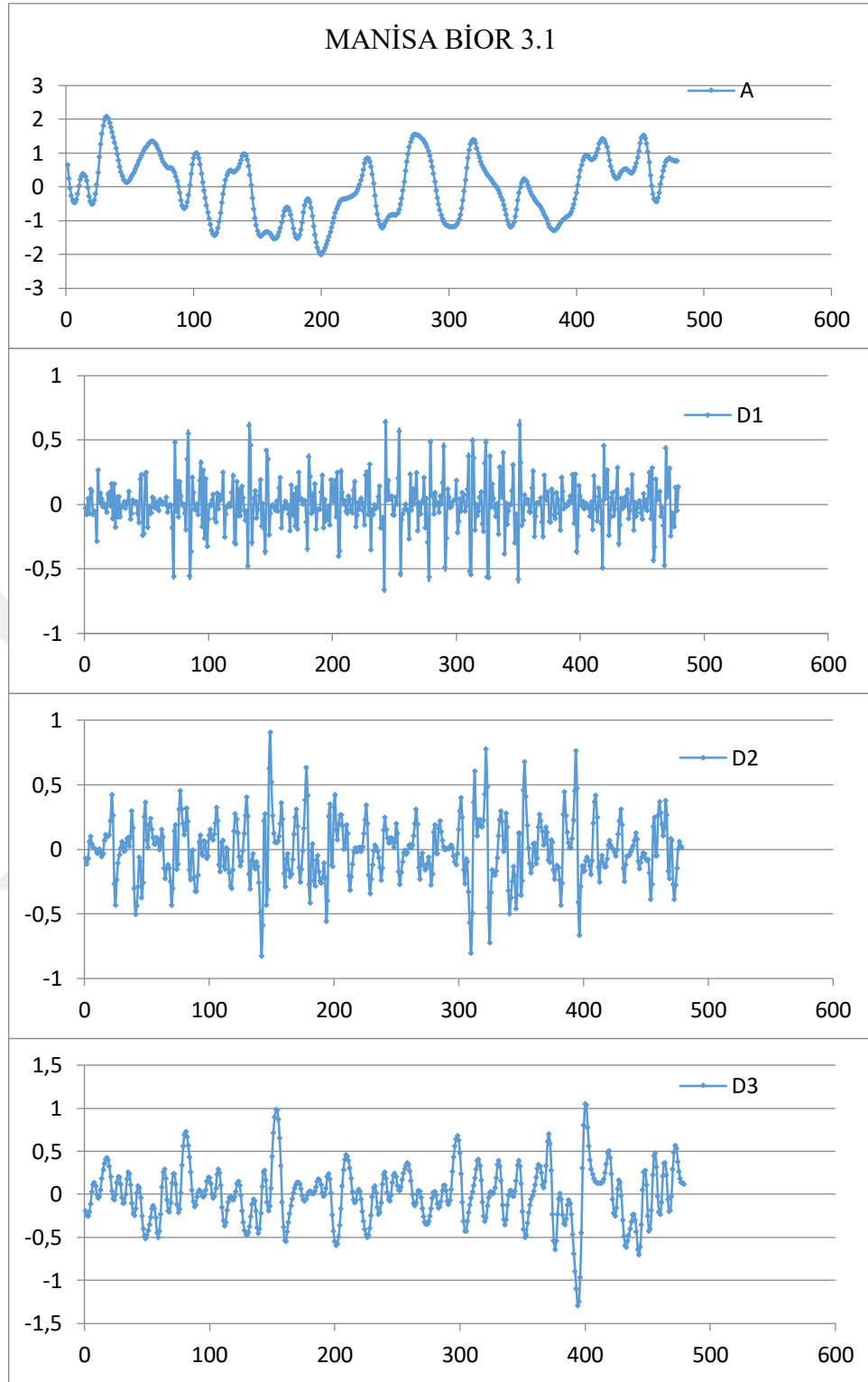
Şekil 4.6: Manisa NYI12 verisinin Db4 ayrışımı.



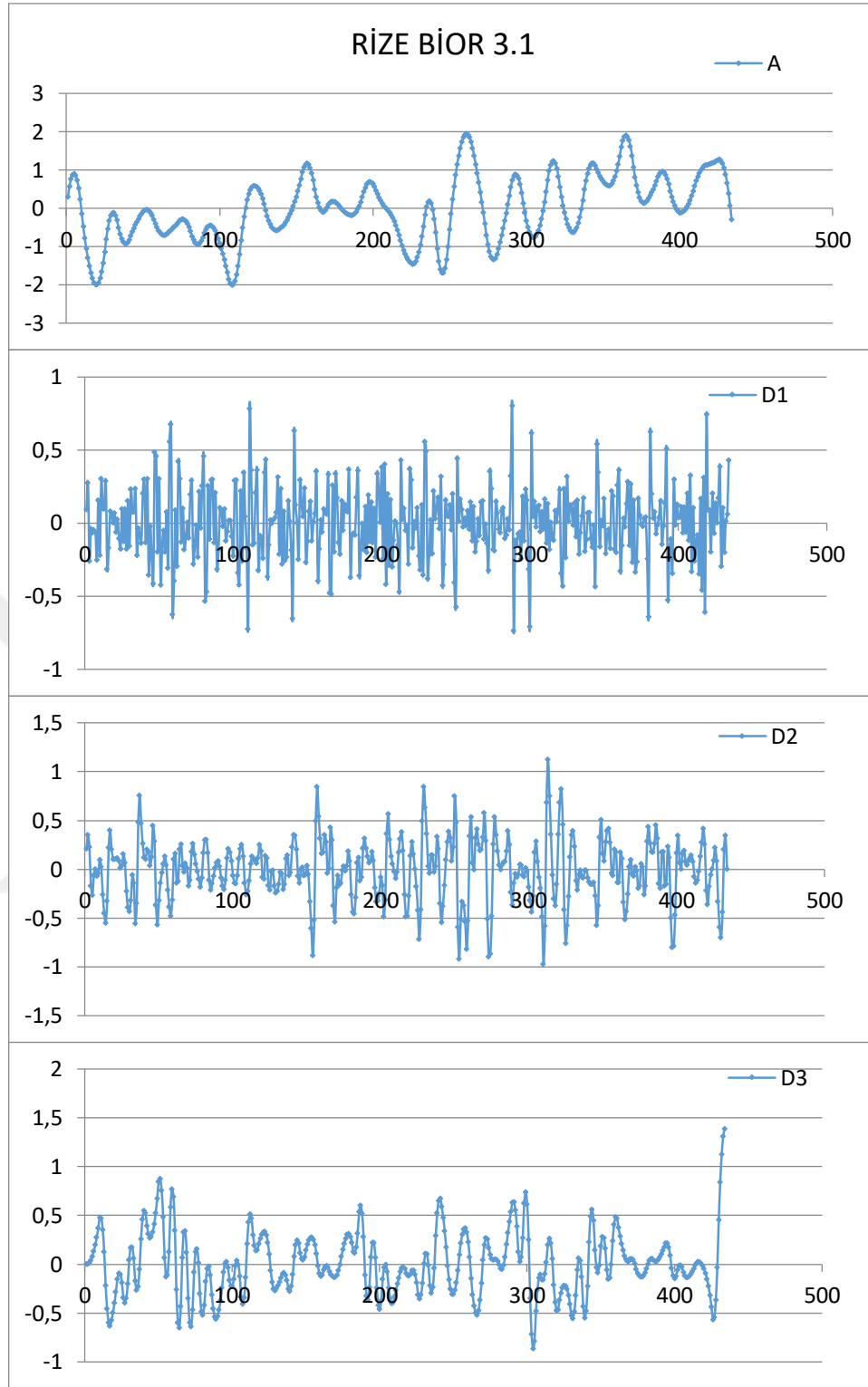
Şekil 4.7: Rize NYI12 verisinin Db4 ayrışımı.



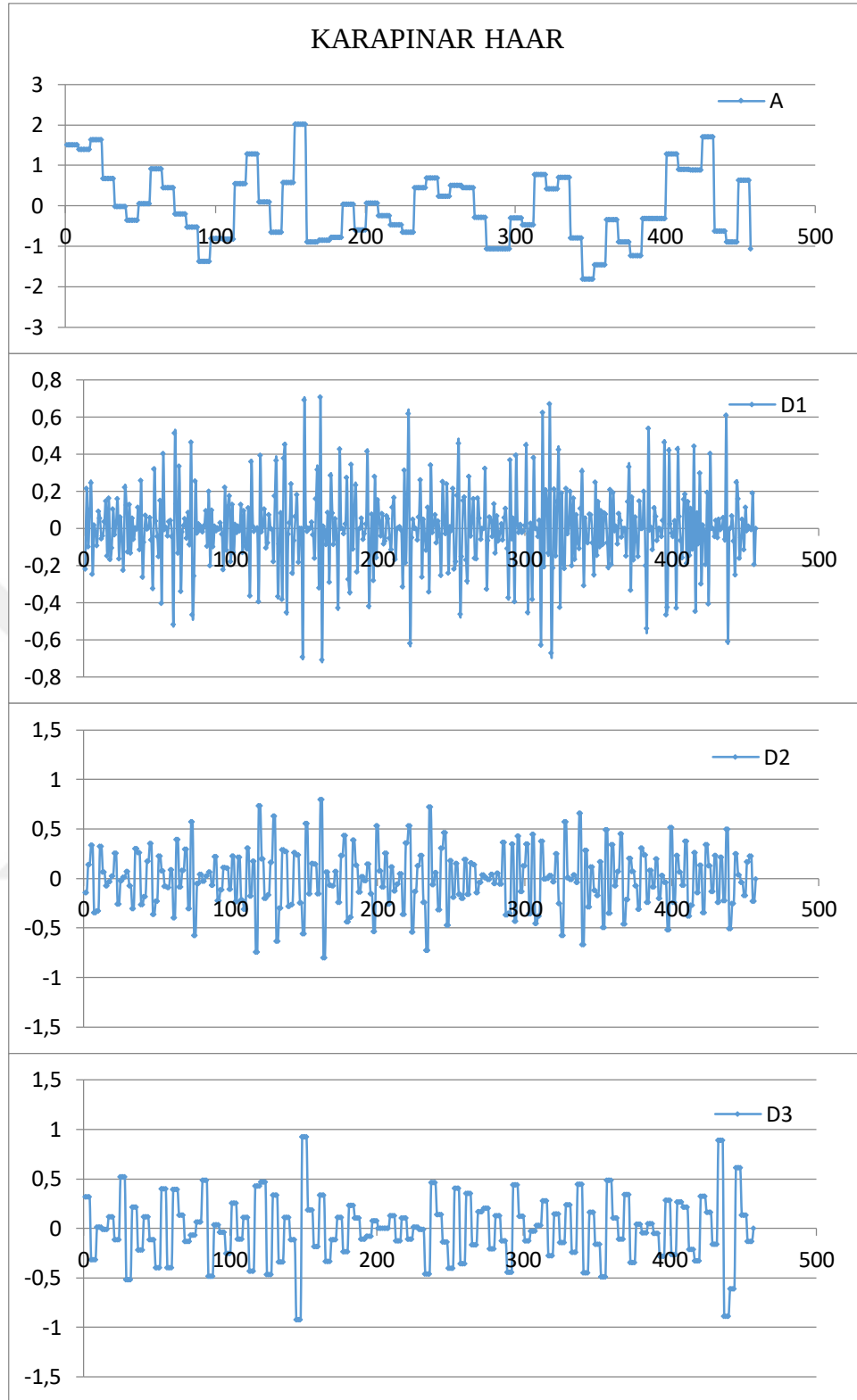
**Şekil 4.8:** Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 ayrışımı.



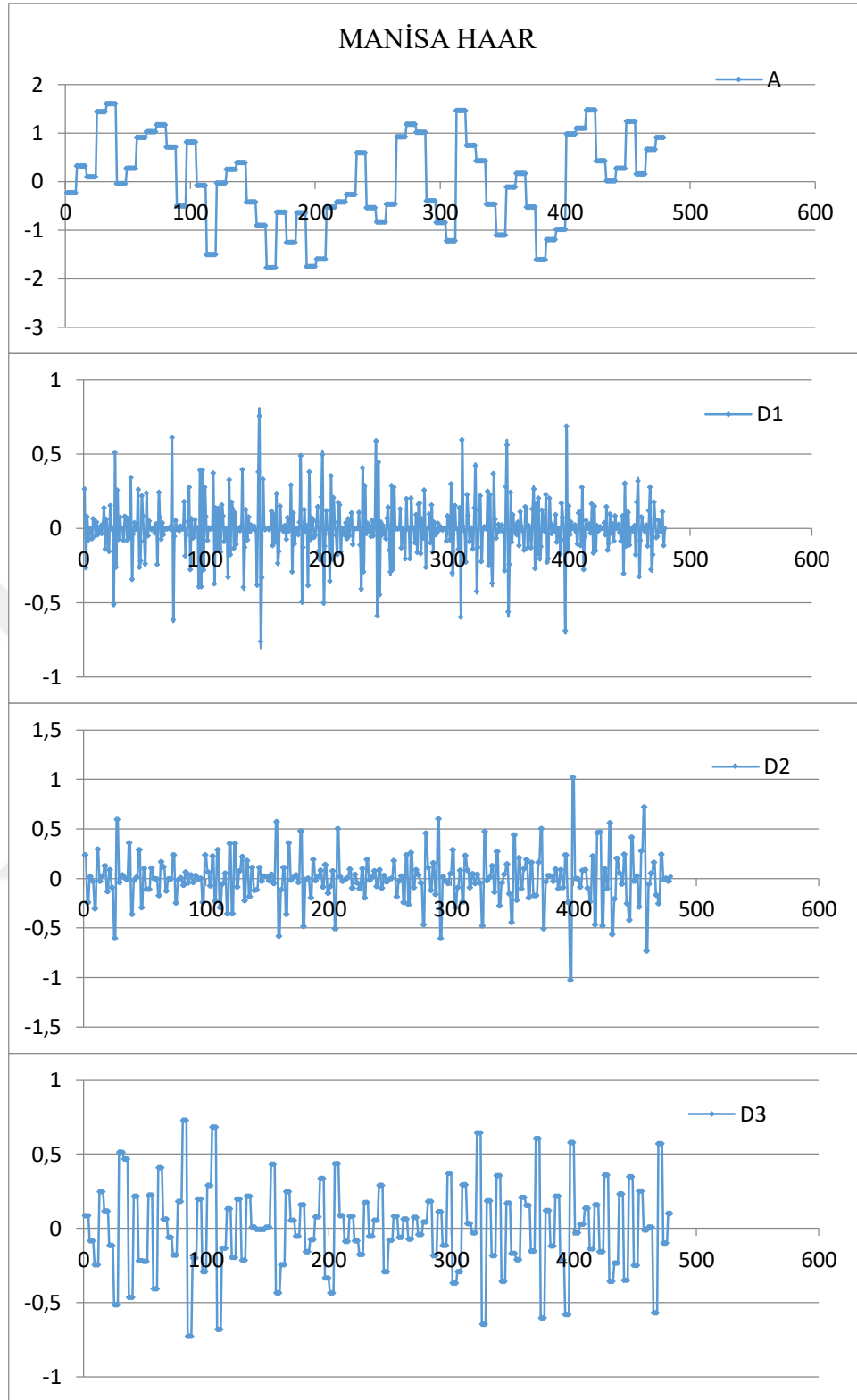
Şekil 4.9: Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 ayrışımı.



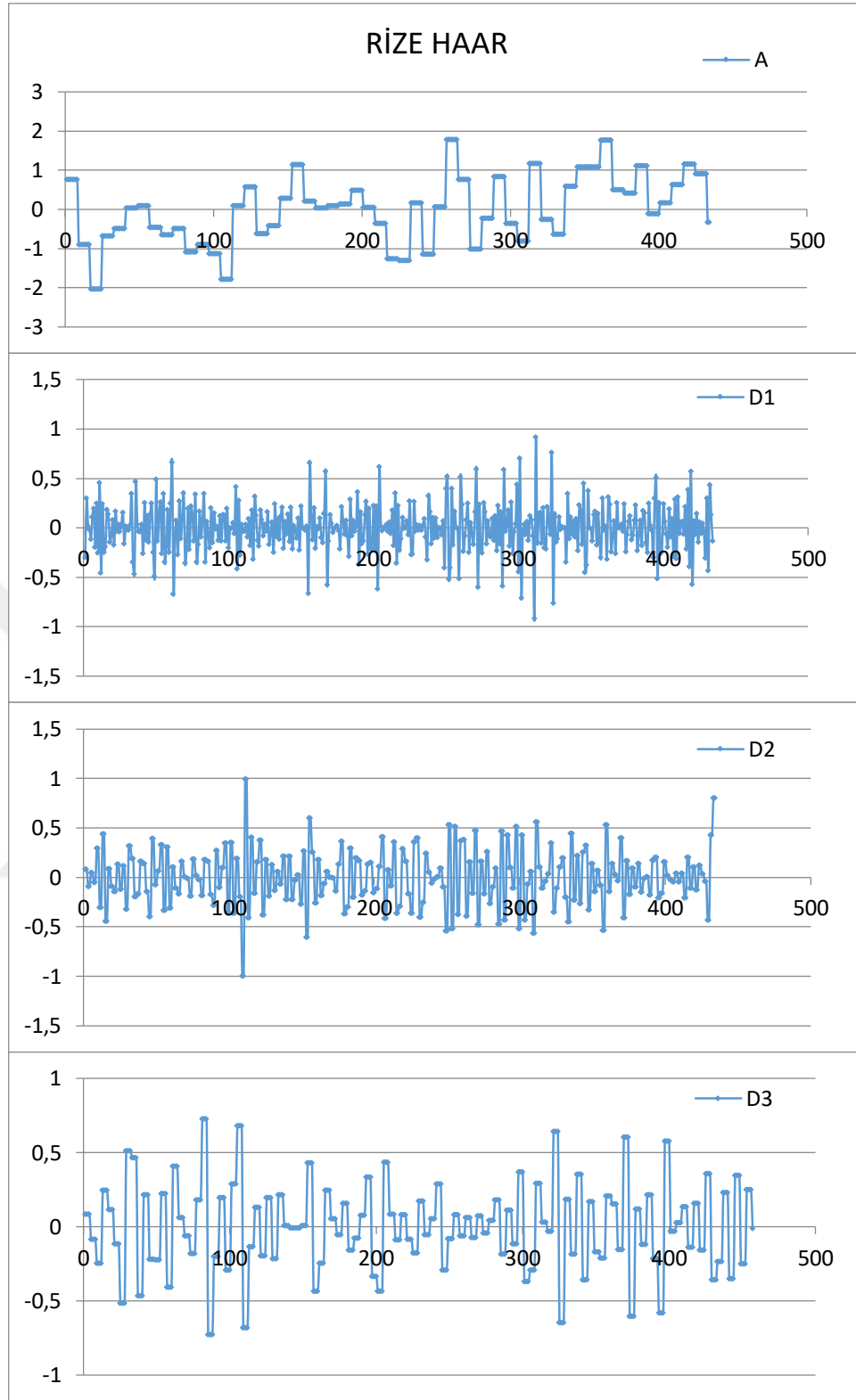
Şekil 4.10: Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 ayrışımı.



**Şekil 4.11:** Karapınar NYI12 verisinin Haar ayrışımı.



**Şekil 4.12:** Manisa NYI12 verisinin Haar ayrışımı.



**Şekil 4.13:** Rize NYI12 verisinin Haar ayrışımı.

Ayrık bazda bir düşük ve üç yüksek frekans değerleri YSA da girdi değerleri olarak kullanılarak ileriye yönelik kuraklık tahmini için modeller oluşturuldu. Kurulan modeller Neuro Solutions programında işlenmiş ve her ileriye yönelik zaman tahmini

için en iyi model belirlenmesi amaçlanmıştır. En iyi sonucu veren modeller gerçek kuraklık indisi değerleri ile karşılaştırılarak performansı değerlendirilmiştir. Performans değerlendirilme kriterleri olarak korelasyon sayısı, ortalama karesel hata (OKH), ortalama karesel hatanın karekökü (OKHK), Nash-Sutcliffe (N-S) kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan modeller, Çok Katmanlı YSA ile yapılmıştır. Çalışmada kurulan ağlarda transfer fonksiyonu olarak Tanjant Hiperbolik Axon ve Sigmoid Axon belirlenmiş ve belirlenen bu iki fonksiyona karşılık üç öğrenme kuralı kullanılmıştır. Her bir fonksiyona karşılık öğrenme kuralı olarak, Conjugate Gradient ve Levenberg Marquardt, Levenberg Marquardt - Conjugate Gradient, seçilmiş bu fonksiyon girdi sayısı değiştirilerek öğrenme kurallarına göre eğitilerek ağa en uygun transfer fonksiyonu ve öğrenme kuralı belirlenmiştir. Kurulan modellerin tamamı Çizelge 4.2' de verilmiştir. Girdi parametresi olarak dalgacık analiziyle ayrıştırılmış olan zamanlara ait 4 adet frekans değeri kullanılmıştır. Örneğin t-1 zamanı girdisi olarak her bir dalgacık fonksiyonundan elde edilen bir ana ve 3 detay frekans olmak üzere toplam 4 adet girdi kullanılmıştır. Çıktı olarak dalgacık analizi ile ayrıştırılmamış NYI değeri kullanılmıştır. Bu verilerin %60 'ı eğitim için, %20' si test için ve %20' si tahmin için kullanılmıştır. Zamanda geriye giderek elde edilen dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış NYI12 girdi verileri kullanılarak oluşturulan modeller ile t, t+1 , t+2,t+3 ve t+4 zamanlarına ait kuraklık indisleri tahmin edilmiş ve en iyi tahmini veren modeller tespit edilmiştir. Bir diğer deyişle NYI12'nin geçmişe yönelik dört aya kadar olan değerleri girdi verisi olarak kullanılarak gelecekteki beş aya kadar olan veriler hesaplanmıştır. Bu hesaplama girdi çıktıları Çizelge 4.2' de verilmiştir. Çizelge 4.2' de kullanılan kısaltmalar şu şekilde anlaşılmalıdır:

Örnek olarak MG1\_Ç5 modelinde M: Model, G: Girdi, Ç: Çıktı, G1: 1 aylık girdi, Ç5: 5 ay sonraki tahmin çıktısını temsil etmektedir.

**Çizelge 4.2:** Oluşturulan YSA modelleri için girdi ve çıktı verileri.

| Model no | Model adı | Girdi |     |     |     | Çıktı |
|----------|-----------|-------|-----|-----|-----|-------|
| M1       | MG1_Ç1    | t-1   |     |     |     | t     |
| M2       | MG1_Ç2    | t-1   |     |     |     | t+1   |
| M3       | MG1_Ç3    | t-1   |     |     |     | t+2   |
| M4       | MG1_Ç4    | t-1   |     |     |     | t+3   |
| M5       | MG1_Ç5    | t-1   |     |     |     | t+4   |
| M6       | MG2_Ç1    | t-1   | t-2 |     |     | t     |
| M7       | MG2_Ç2    | t-1   | t-2 |     |     | t+1   |
| M8       | MG2_Ç3    | t-1   | t-2 |     |     | t+2   |
| M9       | MG2_Ç4    | t-1   | t-2 |     |     | t+3   |
| M10      | MG2_Ç5    | t-1   | t-2 |     |     | t+4   |
| M11      | MG3_Ç1    | t-1   | t-2 | t-3 |     | t     |
| M12      | MG3_Ç2    | t-1   | t-2 | t-3 |     | t+1   |
| M13      | MG3_Ç3    | t-1   | t-2 | t-3 |     | t+2   |
| M14      | MG3_Ç4    | t-1   | t-2 | t-3 |     | t+3   |
| M15      | MG3_Ç5    | t-1   | t-2 | t-3 |     | t+4   |
| M16      | MG4_Ç1    | t-1   | t-2 | t-3 | t-4 | t     |
| M17      | MG4_Ç2    | t-1   | t-2 | t-3 | t-4 | t+1   |
| M18      | MG4_Ç3    | t-1   | t-2 | t-3 | t-4 | t+2   |
| M19      | MG4_Ç4    | t-1   | t-2 | t-3 | t-4 | t+3   |
| M20      | MG4_Ç5    | t-1   | t-2 | t-3 | t-4 | t+4   |

Ayrıca belirlenen her transfer fonksiyonu ve öğrenme kuralına karşılık gelen en uygun ara katman sayısı ve ara katmandaki eleman sayıları belirlenmiştir. Gizli katmandaki eleman sayısı 15, 10, 8 olarak denenmiş ve daha iyi sonuç verdiği gözlemlenen modellerde 12 olarak da denenmiştir. Kurulan ağlarda kullanılan transfer fonksiyonlarına, bunlara karşılık olarak kullanılan öğrenme kuralları ve ara katman eleman sayıları birbirlerine göre kıyaslanmıştır.

#### 4.1 Karapınar İstasyonu İçin Oluşturulan NYI12 Kuraklık Modelleri

##### 4.1.1 Karapınar istasyonu için Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller

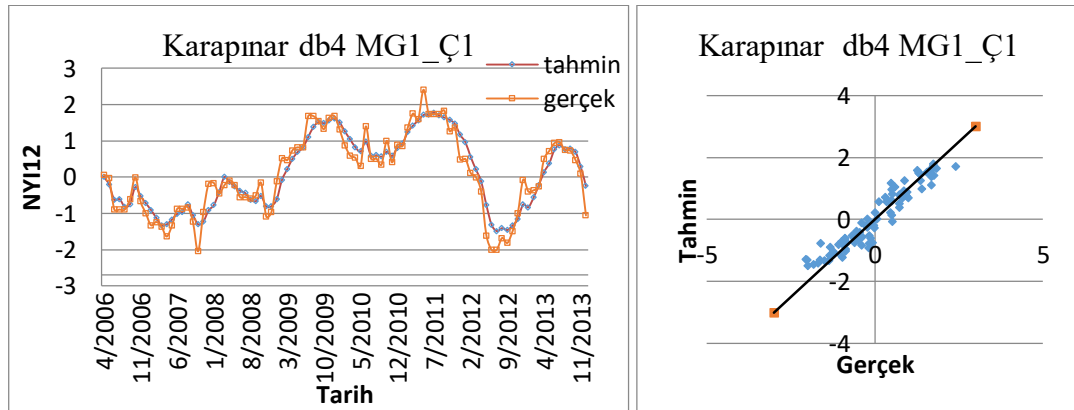
###### Bir aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller (MG1)

Bir aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.3’ de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.3:** Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç1).

| DB4 KARAPINAR MG1_Ç1 |              |              |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM           | 0.947        | 0.126        | 0.356        | 0.891        |
| 15PETHypLM           | 0.923        | 0.184        | 0.429        | 0.840        |
| 10PETHypLMCG         | 0.935        | 0.153        | 0.391        | 0.867        |
| 10PETHypCG           | 0.952        | 0.113        | 0.336        | 0.902        |
| 10PESigmLM           | 0.952        | 0.122        | 0.349        | 0.895        |
| 8PESigmLM            | 0.885        | 0.251        | 0.501        | 0.783        |
| 12PESigmLM           | 0.926        | 0.413        | 0.642        | 0.643        |
| <b>8PETHypCG</b>     | <b>0.953</b> | <b>0.108</b> | <b>0.329</b> | <b>0.906</b> |
| 12PETHypCG           | 0.951        | 0.115        | 0.340        | 0.900        |

Karapınar 'ın MG1\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir ve MG1\_Ç1 tahmininde en uygun YSA modelinin seçilmesi için çeşitli işlemci sayılarına ve farklı öğrenme algoritmalarına sahip olan modeller denenmiştir. Bunlar arasındaki en uygun olanı çeşitli istatistiksel kriterlerle belirlenmiş ve Çizelge 4.3' de verilmiştir. Çizelge 4.3' de kullanılan istatistiksel kriterlerden R ve N-S' nin 1'e yaklaşması, OKH ve OKHK'nin ise 0'a yaklaşması başarının arttığını göstermektedir. MG1\_Ç1 tahminine ait en iyi YSA modeli çıktısı ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.14'de zamana göre değişimleri ile saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.14:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

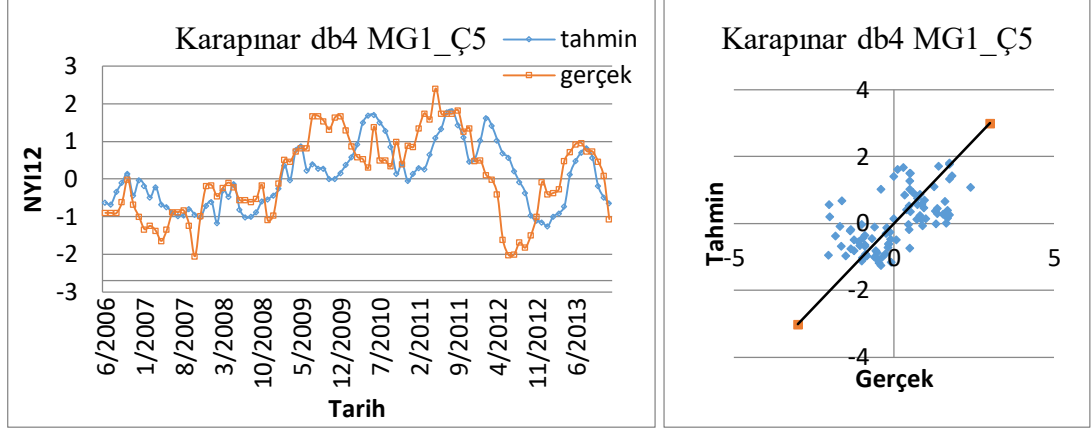
Şekil 4.14’ de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş ve bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Bir aylık girdi verisi kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.4’ de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.4:** Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç5).

| DB4 KARAPINAR MG1_Ç5 |       |       |       |        |
|----------------------|-------|-------|-------|--------|
| MODEL                | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
| 10PEThypLM           | 0.605 | 0.941 | 0.970 | 0.203  |
| 15PEThypLM           | 0.515 | 1.163 | 1.078 | 0.015  |
| 10PEThypLMCG         | 0.505 | 1.111 | 1.054 | 0.059  |
| 10PEThypCG           | 0.577 | 0.818 | 0.904 | 0.307  |
| 10PESigLM            | 0.559 | 2.130 | 1.459 | -0.804 |
| 8PESigLM             | 0.582 | 0.901 | 0.954 | 0.230  |
| 8PEThypLM            | 0.587 | 0.850 | 0.922 | 0.280  |
| 12PEThypLM           | 0.506 | 1.060 | 1.030 | 0.102  |
| 8PEThypCG            | 0.586 | 0.806 | 0.898 | 0.317  |
| 12PEThypCG           | 0.597 | 0.791 | 0.889 | 0.330  |

Çizelge 4.4’ e göre MG1\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 12, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.15’ de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.15:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.15’ de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan bir aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.5’ te verilmiştir.

**Çizelge 4.5:** Karapınar istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG1_Ç1   | 8PETHypCG  | 0.953 | 0.108 | 0.329 | 0.906 |
| MG1_Ç2   | 8PESigmLM  | 0.887 | 0.253 | 0.503 | 0.783 |
| MG1_Ç3   | 10PESigmLM | 0.790 | 0.449 | 0.670 | 0.616 |
| MG1_Ç4   | 8PESigmLM  | 0.703 | 0.660 | 0.813 | 0.435 |
| MG1_Ç5   | 12PETHypCG | 0.597 | 0.791 | 0.889 | 0.330 |

#### İki aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

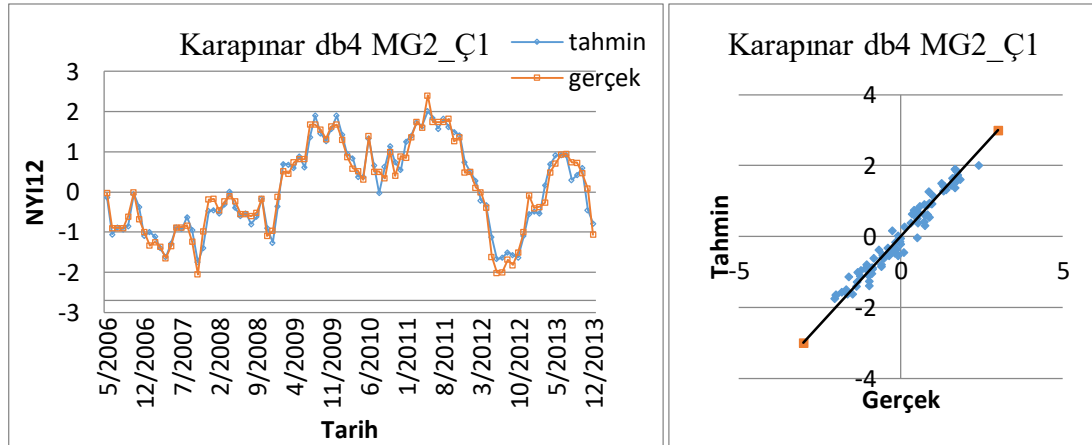
İki aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.6’ da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak;

bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.6:** Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç1).

| DB4 KARAPINAR MG2_Ç1 |              |              |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM           | 0.978        | 0.052        | 0.229        | 0.955        |
| 15PEThypLM           | 0.970        | 0.072        | 0.269        | 0.938        |
| 10PEThypLMCG         | 0.978        | 0.052        | 0.228        | 0.955        |
| 10PEThypCG           | 0.957        | 0.099        | 0.314        | 0.915        |
| 10PESigmLM           | 0.970        | 0.096        | 0.309        | 0.918        |
| 8PESigmLM            | 0.933        | 0.221        | 0.470        | 0.811        |
| <b>8PEThypLMCG</b>   | <b>0.978</b> | <b>0.051</b> | <b>0.226</b> | <b>0.956</b> |
| 12PEThypLMCG         | 0.967        | 0.087        | 0.294        | 0.926        |

Karapınar 'ın MG2\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt - Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.16' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.16:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

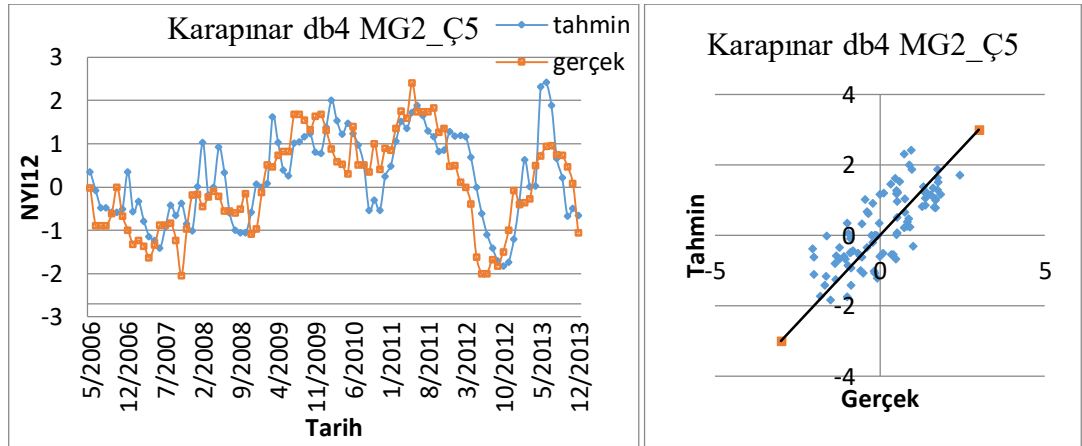
Şekil 4.16' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının 45° lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

İki aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.7’ de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.7:** Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç5).

| DB4 KARAPINAR MG2_Ç5 |              |              |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM           | 0.735        | 0.634        | 0.796        | 0.457        |
| 15PEThypLM           | 0.653        | 0.880        | 0.938        | 0.247        |
| 10PEThypLMCG         | 0.676        | 0.798        | 0.893        | 0.317        |
| 10PEThypCG           | 0.741        | 0.626        | 0.791        | 0.464        |
| <b>10PESigmLM</b>    | <b>0.753</b> | <b>0.567</b> | <b>0.753</b> | <b>0.514</b> |
| 8PESigmLM            | 0.740        | 0.842        | 0.918        | 0.279        |
| 12PESigmLM           | 0.734        | 0.713        | 0.844        | 0.389        |

Çizelge 4.7’ ye göre MG2\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.17’ de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.17:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.17’ de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum

değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan iki aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.8' de verilmiştir.

**Çizelge 4.8:** Karapınar istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL       | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| MG2_Ç1   | 8PEThypLMCG | 0.978 | 0.051 | 0.226 | 0.956 |
| MG2_Ç2   | 12PEThypCG  | 0.955 | 0.104 | 0.325 | 0.911 |
| MG2_Ç3   | 10PEThypCG  | 0.928 | 0.163 | 0.404 | 0.859 |
| MG2_Ç4   | 10PESigmLM  | 0.811 | 0.431 | 0.656 | 0.631 |
| MG2_Ç5   | 10PESigmLM  | 0.753 | 0.567 | 0.753 | 0.514 |

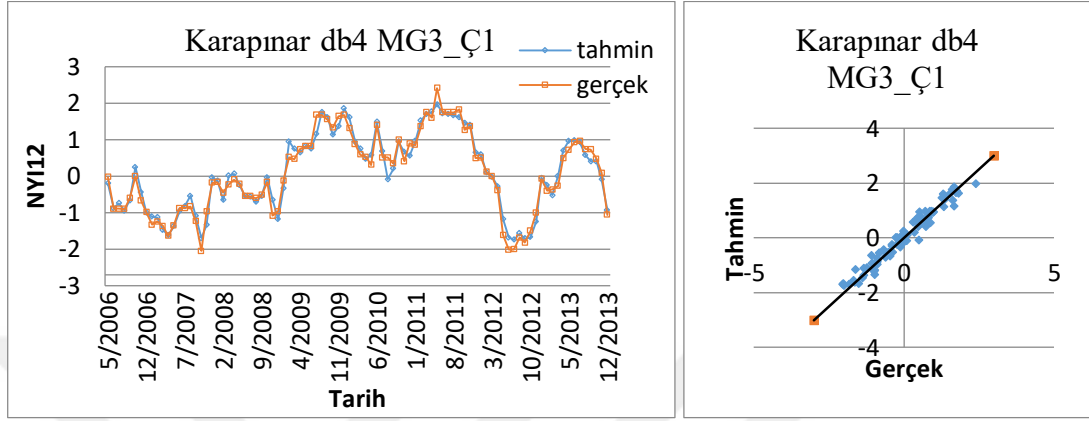
#### Üç aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Üç aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.9' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.9:** Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç1).

| DB4 KARAPINAR MG3_Ç1 |       |       |       |       |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PEThypLM           | 0.970 | 0.069 | 0.262 | 0.941 |
| 15PEThypLM           | 0.969 | 0.072 | 0.269 | 0.938 |
| 10PEThypLMCG         | 0.973 | 0.069 | 0.262 | 0.941 |
| 10PEThypCG           | 0.968 | 0.075 | 0.274 | 0.936 |
| 10PESigmLM           | 0.979 | 0.075 | 0.274 | 0.936 |
| 8PESigmLM            | 0.964 | 0.131 | 0.363 | 0.887 |
| 12PESigmLM           | 0.982 | 0.042 | 0.205 | 0.964 |
| 8PEThypLMCG          | 0.962 | 0.152 | 0.389 | 0.870 |
| 12PEThypLMCG         | 0.960 | 0.092 | 0.304 | 0.921 |

Karapınar 'ın MG3\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 12, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.18' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.18:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

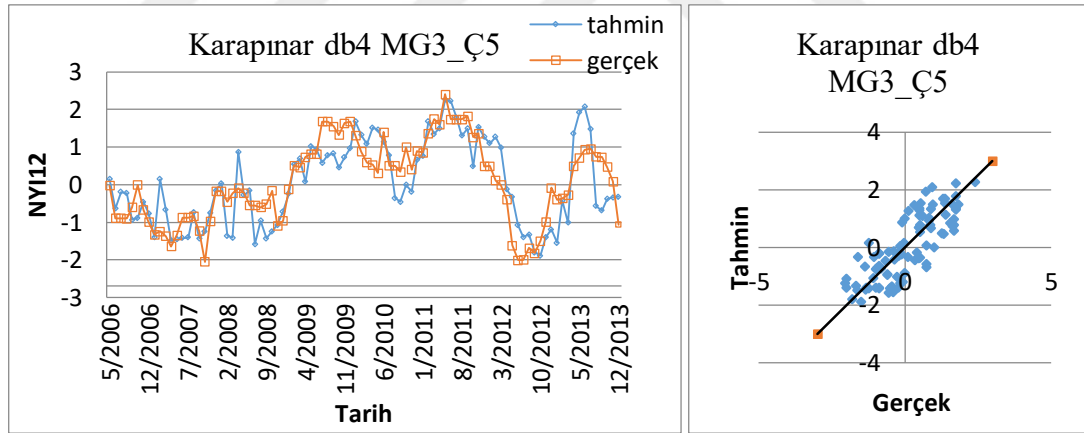
Şekil 4.18' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Üç aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.10' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.10:** Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç5).

| DB4 KARAPINAR MG3_Ç5 |       |       |       |       |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PEThypLM           | 0.747 | 0.549 | 0.741 | 0.530 |
| 15PEThypLM           | 0.700 | 0.758 | 0.871 | 0.351 |
| 10PEThypLMCG         | 0.806 | 0.474 | 0.689 | 0.594 |
| 10PEThypCG           | 0.753 | 0.566 | 0.752 | 0.516 |
| 10PESigmLM           | 0.721 | 0.732 | 0.855 | 0.374 |
| 8PESigmLM            | 0.755 | 0.582 | 0.763 | 0.502 |
| 8PEThypLMCG          | 0.733 | 0.676 | 0.822 | 0.421 |
| 12PEThypLMCG         | 0.712 | 0.714 | 0.845 | 0.389 |

Çizelge 4.10' a göre MG3\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt - Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.19' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.19:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.19' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan üç aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için

kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.11' de verilmiştir.

**Çizelge 4.11:** Karapınar istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL        | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| MG3_Ç1   | 12PESigmLM   | 0.982 | 0.042 | 0.205 | 0.964 |
| MG3_Ç2   | 12PETHypCG   | 0.958 | 0.101 | 0.318 | 0.914 |
| MG3_Ç3   | 10PESigmLM   | 0.919 | 0.194 | 0.441 | 0.834 |
| MG3_Ç4   | 10PESigmLM   | 0.820 | 0.409 | 0.640 | 0.653 |
| MG3_Ç5   | 10PETHypLMCG | 0.806 | 0.474 | 0.689 | 0.594 |

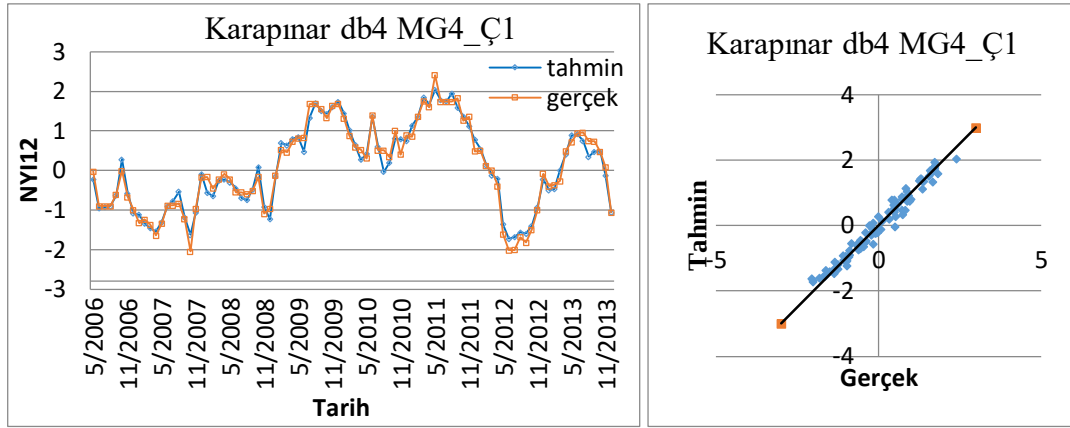
#### Dört aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Dört aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.12' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.12:** Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç1).

| DB4 KARAPINAR MG4_Ç1 |       |       |       |       |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM           | 0.973 | 0.064 | 0.253 | 0.945 |
| 15PETHypLM           | 0.950 | 0.134 | 0.366 | 0.885 |
| 10PETHypLMCG         | 0.966 | 0.083 | 0.288 | 0.929 |
| 10PETHypCG           | 0.953 | 0.110 | 0.331 | 0.906 |
| 10PESigmLM           | 0.985 | 0.035 | 0.188 | 0.970 |
| 8PESigmLM            | 0.915 | 0.207 | 0.455 | 0.823 |
| 12PESigmLM           | 0.984 | 0.042 | 0.206 | 0.964 |

Karapınar 'ın MG4\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.20' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.20:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.20’ de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

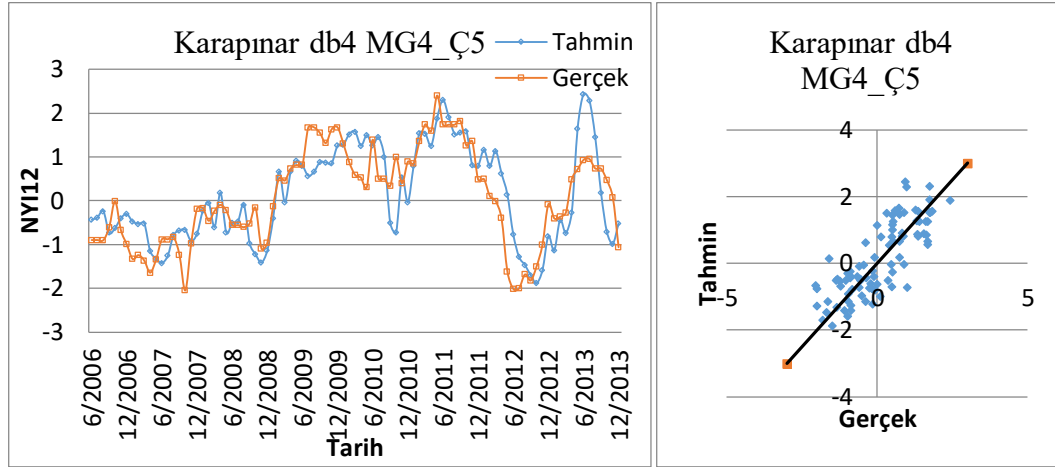
Dört aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.13’ de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.13:** Karapınar NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç5).

| DB4 KARAPINAR MG4_Ç5 |              |              |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM           | 0.753        | 0.653        | 0.808        | 0.447        |
| 15PEThypLM           | 0.617        | 1.022        | 1.011        | 0.134        |
| 10PEThypLMCG         | 0.740        | 0.675        | 0.822        | 0.428        |
| <b>10PEThypCG</b>    | <b>0.799</b> | <b>0.476</b> | <b>0.690</b> | <b>0.596</b> |
| 10PESigmLM           | 0.770        | 0.563        | 0.750        | 0.523        |
| 8PESigmLM            | 0.703        | 0.661        | 0.813        | 0.440        |
| 8PEThypCG            | 0.795        | 0.489        | 0.700        | 0.585        |
| 12PEThypCG           | 0.783        | 0.512        | 0.715        | 0.566        |

Çizelge 4.13’ e göre MG4\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini

ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.21’ de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.21:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.21’ de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan dört aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.14’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.14:** Karapınar istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL       | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|-------------|-------|-------|-------|-------|
| MG4_Ç1   | 10PESigLM   | 0.985 | 0.035 | 0.188 | 0.970 |
| MG4_Ç2   | 8PEThypLMCG | 0.943 | 0.131 | 0.362 | 0.888 |
| MG4_Ç3   | 8PEThypCG   | 0.920 | 0.180 | 0.424 | 0.846 |
| MG4_Ç4   | 10PEThypLM  | 0.821 | 0.416 | 0.645 | 0.644 |
| MG4_Ç5   | 10PEThypCG  | 0.799 | 0.476 | 0.690 | 0.596 |

#### 4.1.2 Karapınar istasyonu için Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller

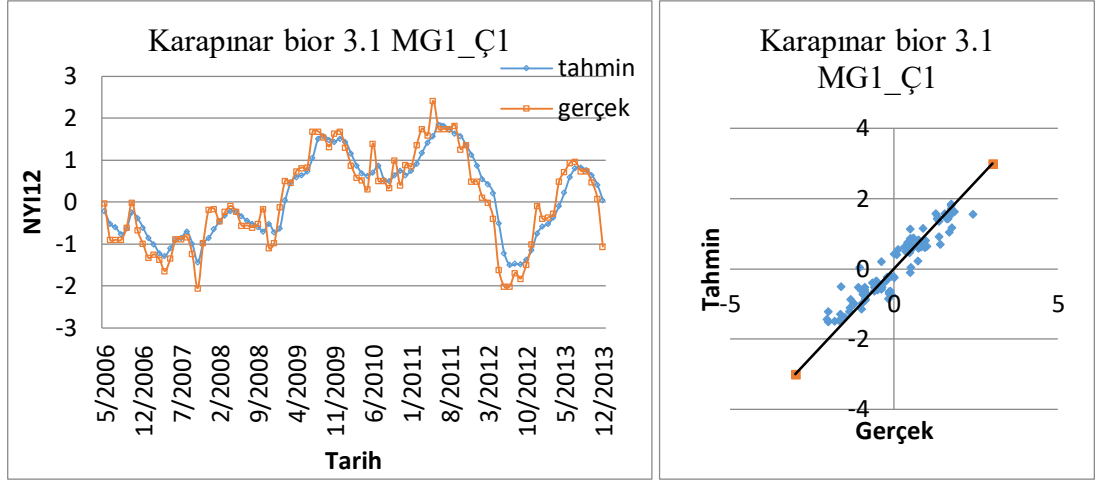
##### Bir aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Bir aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.15' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.15:** Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç1).

| BİOR 3.1 KARAPINAR MG1_Ç1 |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                     | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM                | 0.902 | 0.219 | 0.468 | 0.812 |
| 15PETHypLM                | 0.913 | 0.206 | 0.454 | 0.823 |
| 10PETHypLMCG              | 0.883 | 0.260 | 0.510 | 0.778 |
| 10PETHypCG                | 0.934 | 0.151 | 0.389 | 0.871 |
| 10PESigLM                 | 0.939 | 0.144 | 0.380 | 0.876 |
| 8PESigLM                  | 0.941 | 0.141 | 0.375 | 0.879 |

Karapınar' ın MG1\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.22' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.22:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.22’ de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

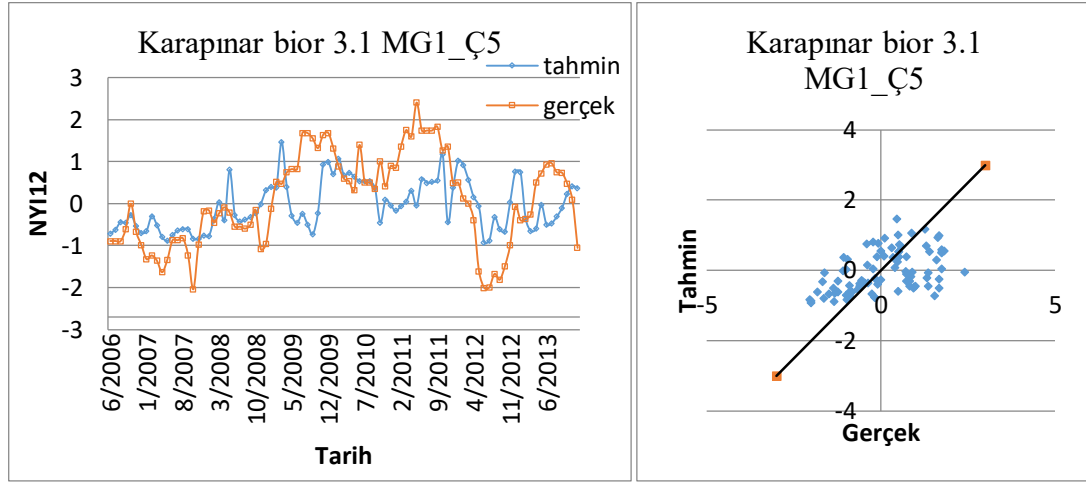
Bir aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.16’ da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.16:** Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç5).

| BİÖR 3.1 KARAPINAR MG1 Ç5 |              |              |              |              |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                     | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM                | 0.304        | 1.343        | 1.159        | -0.138       |
| 15PEThypLM                | 0.455        | 1.117        | 1.057        | 0.054        |
| 10PEThypLMCG              | 0.434        | 1.051        | 1.025        | 0.110        |
| <b>10PEThypCG</b>         | <b>0.496</b> | <b>0.908</b> | <b>0.953</b> | <b>0.231</b> |
| 10PESigmLM                | 0.438        | 0.984        | 0.992        | 0.167        |
| 8PESigmLM                 | 0.472        | 0.920        | 0.959        | 0.221        |

Çizelge 4.16’ ya göre MG1\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini

ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.23' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.23:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.23' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan bir aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.17' de verilmiştir.

**Çizelge 4.17:** Karapınar istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG1_Ç1   | 8PESigmLM  | 0.941 | 0.141 | 0.375 | 0.879 |
| MG1_Ç2   | 10PESigmLM | 0.868 | 0.320 | 0.565 | 0.726 |
| MG1_Ç3   | 10PETHypCG | 0.775 | 0.508 | 0.712 | 0.565 |
| MG1_Ç4   | 10PETHypCG | 0.669 | 0.699 | 0.836 | 0.401 |
| MG1_Ç5   | 10PETHypCG | 0.496 | 0.908 | 0.953 | 0.231 |

#### İki aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

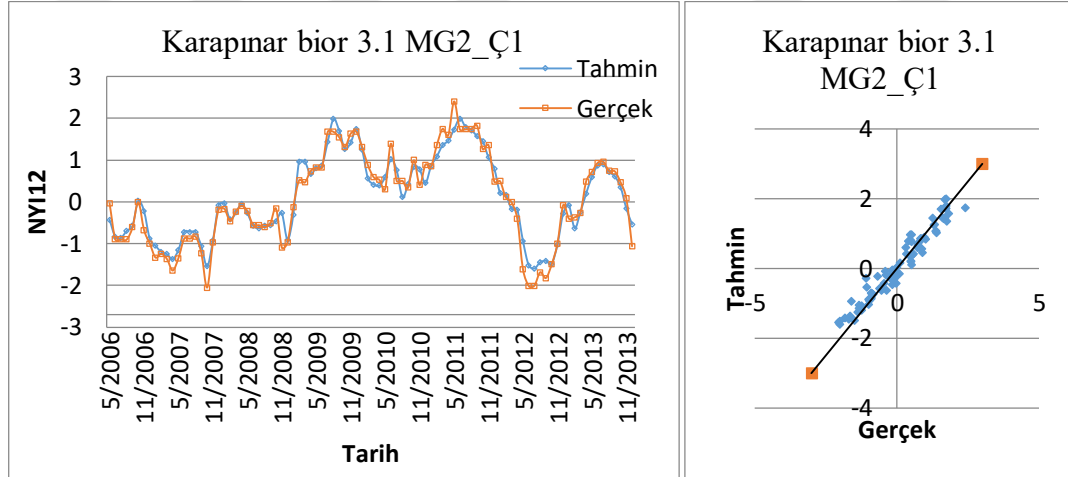
İki aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.18' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik

işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.18:** Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç1).

| BİÖR 3.1 KARAPINAR MG2_Ç1 |              |              |              |              |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                     | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM                | 0.888        | 0.345        | 0.588        | 0.704        |
| 15PEThypLM                | 0.951        | 0.152        | 0.389        | 0.870        |
| 10PEThypLMCG              | 0.955        | 0.125        | 0.354        | 0.893        |
| 10PEThypCG                | 0.953        | 0.121        | 0.347        | 0.897        |
| <b>10PESigmLM</b>         | <b>0.973</b> | <b>0.070</b> | <b>0.265</b> | <b>0.940</b> |
| 8PESigmLM                 | 0.971        | 0.076        | 0.276        | 0.935        |

Karapınar 'ın MG2\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.24' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.24:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

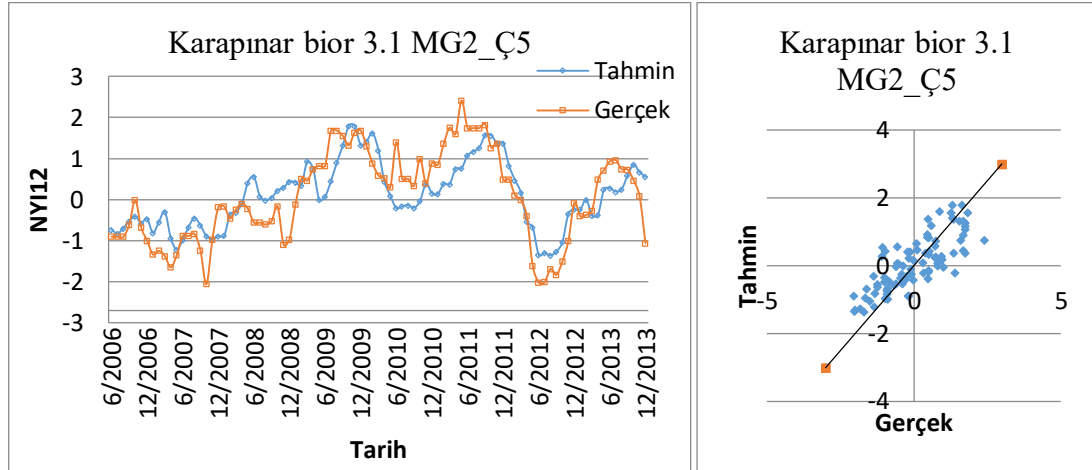
Şekil 4.24' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir. İki aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri

için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.19’ da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.19:** Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç5).

| BİÖR 3.1 KARAPINAR MG2_Ç5 |              |              |              |              |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                     | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM                | 0.632        | 0.808        | 0.899        | 0.316        |
| 15PEThypLM                | 0.645        | 0.766        | 0.875        | 0.351        |
| 10PEThypLMCG              | 0.563        | 0.874        | 0.935        | 0.260        |
| <b>10PEThypCG</b>         | <b>0.791</b> | <b>0.447</b> | <b>0.668</b> | <b>0.622</b> |
| 10PESigmLM                | 0.774        | 0.567        | 0.753        | 0.520        |
| 8PESigmLM                 | 0.678        | 0.649        | 0.806        | 0.4502       |

Çizelge 4.19’ a göre MG2\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.25’ de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.25:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.25’ de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pık değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum

değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan iki aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.20' de verilmiştir.

**Çizelge 4.20:** Karapınar istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterler.

| Model No | MODEL      | R      | OKH    | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|--------|--------|-------|-------|
| MG2_Ç1   | 10PESigmLM | 0.973  | 0.070  | 0.265 | 0.940 |
| MG2_Ç2   | 10PETHypCG | 0.9345 | 0.160  | 0.399 | 0.863 |
| MG2_Ç3   | 8PESigmLM  | 0.910  | 0.228  | 0.477 | 0.805 |
| MG2_Ç4   | 8PESigmLM  | 0.871  | 0.3001 | 0.548 | 0.743 |
| MG2_Ç5   | 10PETHypCG | 0.791  | 0.447  | 0.668 | 0.622 |

#### Üç aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

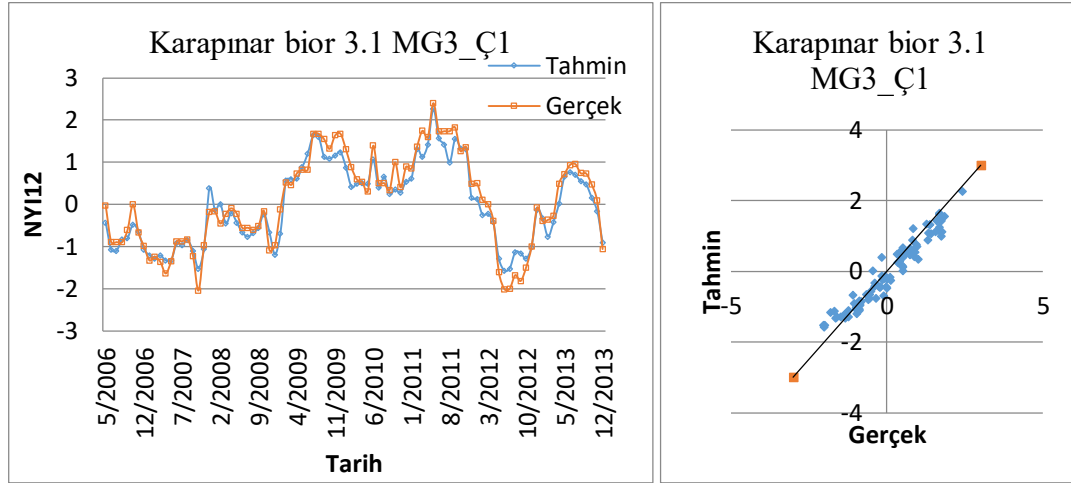
Üç aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.21' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.21:** Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç1).

| BİÖR 3.1 KARAPINAR MG3_Ç1 |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                     | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM                | 0.961 | 0.092 | 0.303 | 0.922 |
| 15PETHypLM                | 0.928 | 0.169 | 0.411 | 0.855 |
| 10PETHypLMCG              | 0.970 | 0.088 | 0.297 | 0.925 |
| 10PETHypCG                | 0.948 | 0.129 | 0.359 | 0.890 |
| 10PESigmLM                | 0.937 | 0.347 | 0.589 | 0.703 |
| 8PESigmLM                 | 0.853 | 0.318 | 0.564 | 0.728 |

Karapınar 'ın MG3\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt - Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA

tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.26' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.26:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.26' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

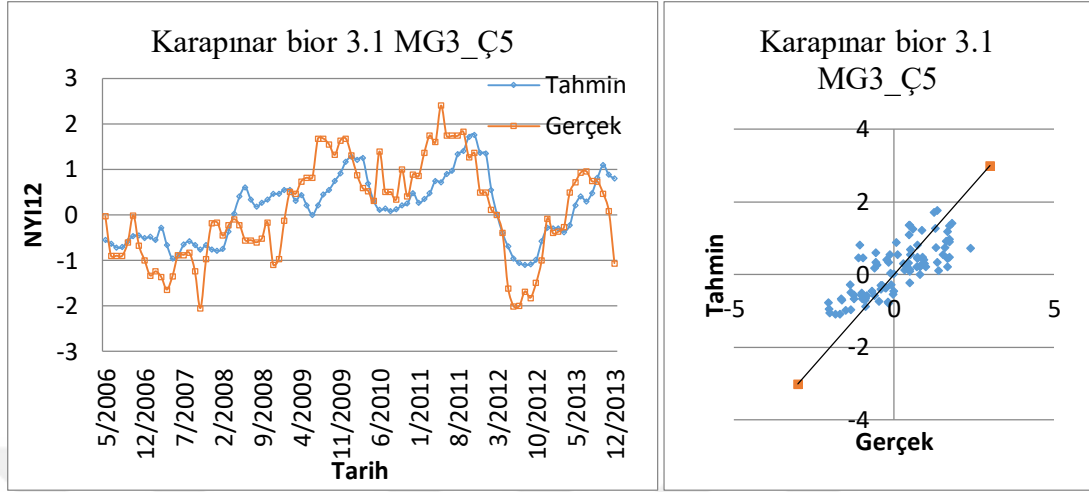
Üç aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.22' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.22:** Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç5).

| BİÖR 3.1 KARAPINAR MG3_Ç5 |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                     | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PEThypLM                | 0.674 | 0.682 | 0.826 | 0.416 |
| 15PEThypLM                | 0.668 | 0.877 | 0.937 | 0.249 |
| 10PEThypLMCG              | 0.612 | 0.860 | 0.927 | 0.263 |
| 10PEThypCG                | 0.706 | 0.588 | 0.767 | 0.496 |
| 10PESigmLM                | 0.748 | 0.577 | 0.760 | 0.506 |
| 8PESigmLM                 | 0.756 | 0.514 | 0.717 | 0.560 |

Çizelge 4.22' ye göre MG3\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg

Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.27' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.27:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin bior dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.27' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir. Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan üç aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.23' de verilmiştir.

**Çizelge 4.23:** Karapınar istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL        | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| MG3_Ç1   | 10PETHypLMCG | 0.970 | 0.088 | 0.297 | 0.925 |
| MG3_Ç2   | 10PESigmLM   | 0.895 | 0.135 | 0.367 | 0.885 |
| MG3_Ç3   | 8PESigmLM    | 0.912 | 0.222 | 0.471 | 0.810 |
| MG3_Ç4   | 10PETHypCG   | 0.838 | 0.349 | 0.591 | 0.701 |
| MG3_Ç5   | 8PESigmLM    | 0.756 | 0.514 | 0.717 | 0.560 |

#### Dört aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

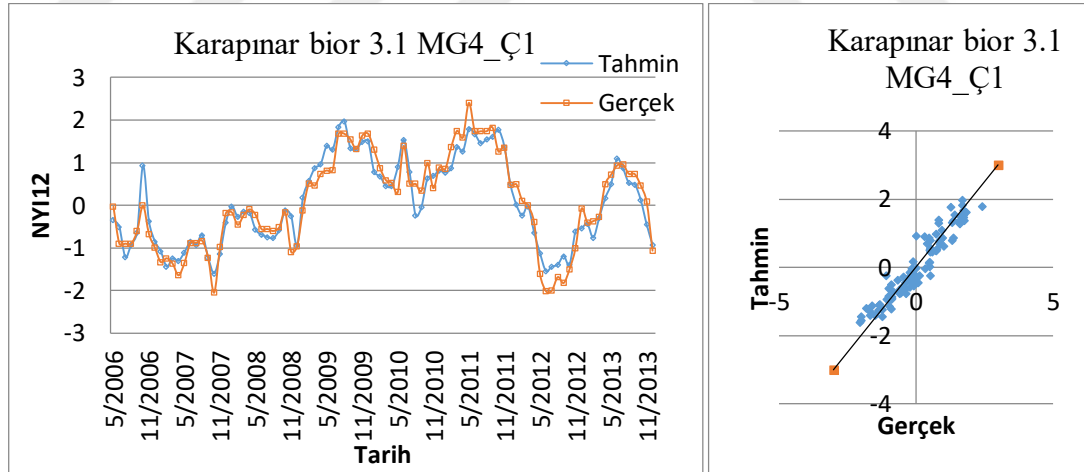
Dört aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.24' te verilmiştir. Bu çizelgede değişik

işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.24:** Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç1).

| BİOR 3.1 KARAPINAR MG4_Ç1 |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                     | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM                | 0.953 | 0.108 | 0.328 | 0.908 |
| 15PETHypLM                | 0.937 | 0.148 | 0.385 | 0.873 |
| 10PETHypLMCG              | 0.954 | 0.115 | 0.339 | 0.902 |
| 10PETHypCG                | 0.943 | 0.150 | 0.387 | 0.872 |
| 10PESigmLM                | 0.951 | 0.118 | 0.343 | 0.899 |
| 8PESigmLM                 | 0.939 | 0.203 | 0.451 | 0.826 |

Karapınar 'ın MG4\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.28' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.28:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin bior dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

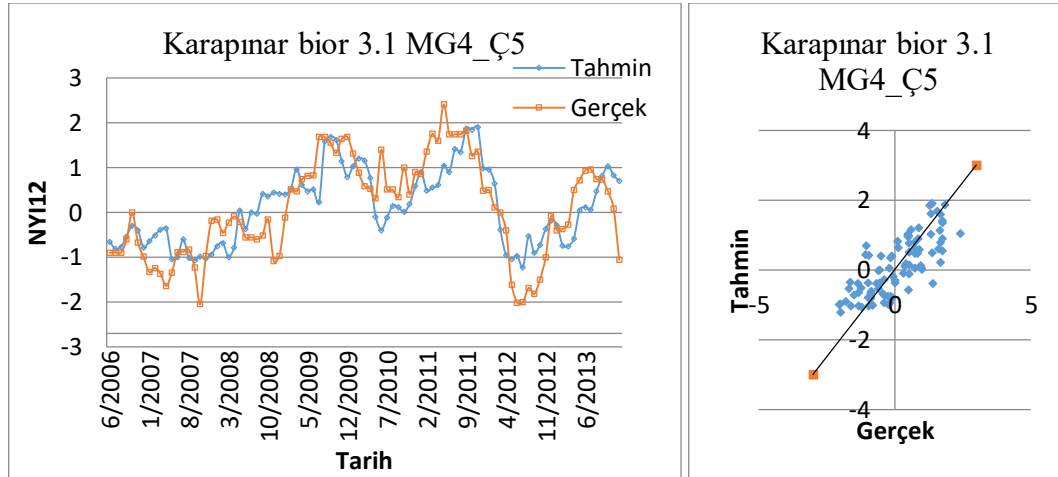
Şekil 4.28' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının 45° lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Dört aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.25' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.25:** Karapınar NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç5).

| BİÖR 3.1 KARAPINAR MG4_Ç5 |              |              |              |              |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                     | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM                | 0.708        | 0.692        | 0.832        | 0.414        |
| 15PEThypLM                | 0.731        | 0.630        | 0.794        | 0.466        |
| 10PEThypLMCG              | 0.736        | 0.586        | 0.765        | 0.504        |
| <b>10PEThypCG</b>         | <b>0.771</b> | <b>0.479</b> | <b>0.692</b> | <b>0.594</b> |
| 10PESigmLM                | 0.756        | 0.625        | 0.791        | 0.471        |
| 8PESigmLM                 | 0.751        | 0.605        | 0.778        | 0.487        |

Çizelge 4.25' e göre MG4\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.29' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.29:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.29' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum

değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan dört aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.26' da verilmiştir.

**Çizelge 4.26:** Karapınar istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG4_Ç1   | 10PETHypLM | 0.953 | 0.108 | 0.328 | 0.908 |
| MG4_Ç2   | 10PESigmLM | 0.941 | 0.136 | 0.369 | 0.882 |
| MG4_Ç3   | 10PETHypCG | 0.890 | 0.286 | 0.535 | 0.755 |
| MG4_Ç4   | 8PESigmLM  | 0.866 | 0.309 | 0.555 | 0.736 |
| MG4_Ç5   | 10PETHypCG | 0.771 | 0.479 | 0.692 | 0.594 |

#### 4.1.3 Karapınar istasyonu için Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller

##### Bir aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

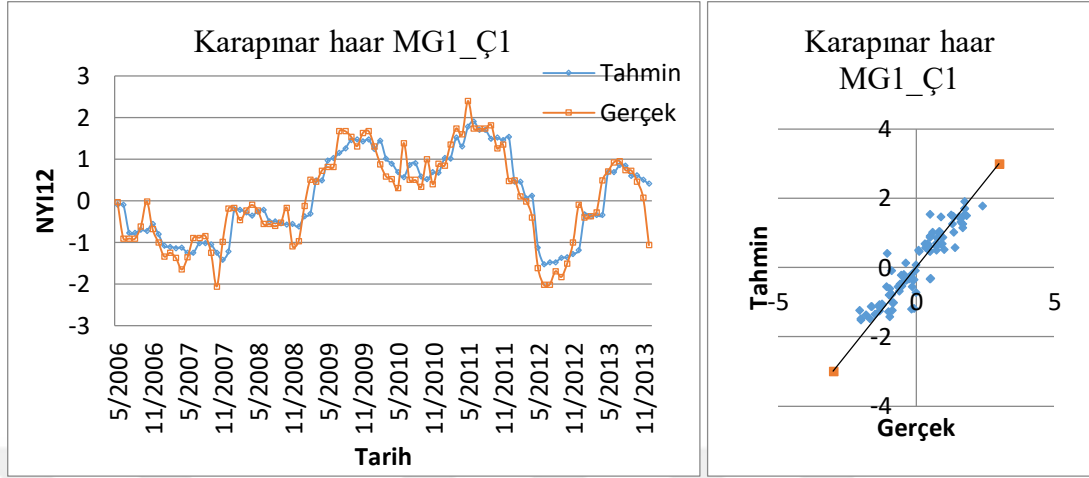
Bir aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.27' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.27:** Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç1).

| HAAR KARAPINAR MG1_Ç1 |       |       |       |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                 | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM            | 0.904 | 0.220 | 0.469 | 0.812 |
| 15PETHypLM            | 0.872 | 0.382 | 0.618 | 0.673 |
| 10PETHypLMCG          | 0.876 | 0.330 | 0.575 | 0.717 |
| 10PETHypCG            | 0.923 | 0.175 | 0.419 | 0.850 |
| 10PESigmLM            | 0.912 | 0.268 | 0.517 | 0.771 |
| 8PESigmLM             | 0.919 | 0.207 | 0.455 | 0.823 |

Karapınar 'ın MG1\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate

Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.30' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.30:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

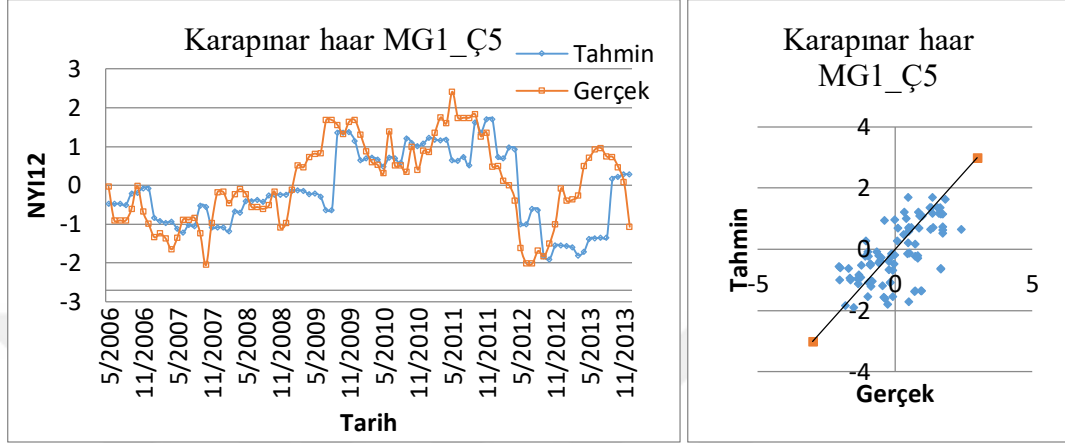
Şekil 4.30' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Bir aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.28' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.28:** Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç5).

| HAAR KARAPINAR MG1_Ç5 |              |              |              |              |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                 | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM            | 0.568        | 0.881        | 0.938        | 0.246        |
| 15PEThypLM            | 0.560        | 1.178        | 1.085        | -0.008       |
| 10PEThypLMCG          | 0.582        | 0.979        | 0.989        | 0.162        |
| <b>10PEThypCG</b>     | <b>0.615</b> | <b>0.855</b> | <b>0.925</b> | <b>0.268</b> |
| 10PESigmLM            | 0.641        | 0.981        | 0.990        | 0.160        |
| 8PESigmLM             | 0.621        | 0.939        | 0.969        | 0.196        |

Çizelge 4.28' e göre MG1\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.31' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.31:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.31' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pık değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan bir aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.29' da verilmiştir.

**Çizelge 4.29:** Karapınar istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG1_Ç1   | 10PETHypCG | 0.923 | 0.175 | 0.419 | 0.850 |
| MG1_Ç2   | 8PESigmLM  | 0.845 | 0.406 | 0.637 | 0.652 |
| MG1_Ç3   | 10PESigmLM | 0.783 | 0.539 | 0.734 | 0.538 |
| MG1_Ç4   | 10PETHypCG | 0.700 | 0.661 | 0.813 | 0.434 |
| MG1_Ç5   | 10PETHypCG | 0.615 | 0.855 | 0.925 | 0.268 |

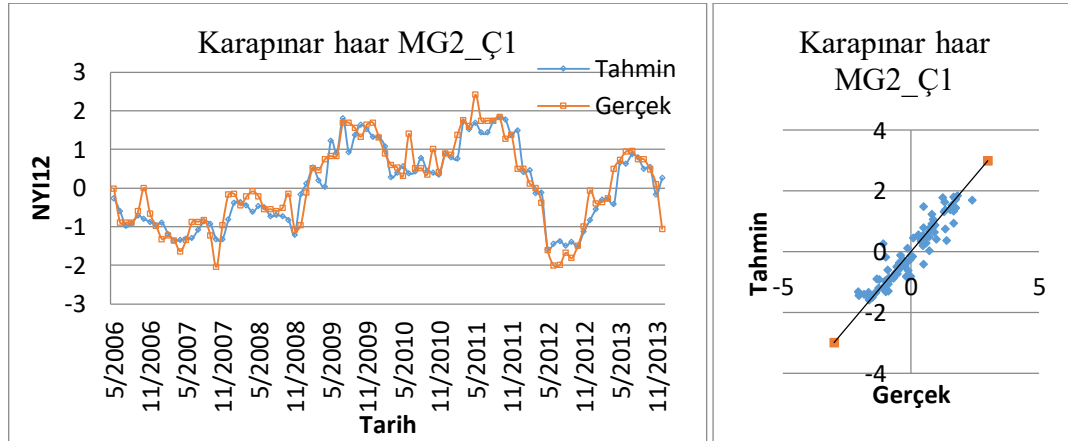
### İki aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

İki aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.30' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.30:** Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç1).

| HAAR KARAPINAR MG2_Ç1 |       |       |       |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                 | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PEThypLM            | 0.932 | 0.156 | 0.395 | 0.866 |
| 15PEThypLM            | 0.911 | 0.203 | 0.451 | 0.826 |
| 10PEThypLMCG          | 0.919 | 0.201 | 0.448 | 0.828 |
| 10PEThypCG            | 0.928 | 0.165 | 0.406 | 0.859 |
| 10PESigmLM            | 0.932 | 0.158 | 0.398 | 0.865 |
| 8PESigmLM             | 0.929 | 0.204 | 0.452 | 0.825 |

Karapınar 'ın MG2\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.32' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.32:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

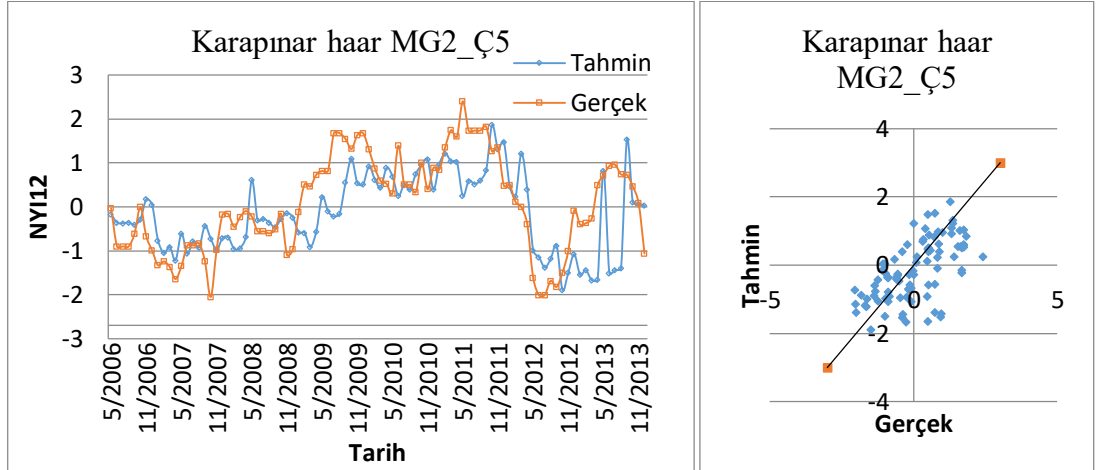
Şekil 4.32' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş

bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir. İki aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.31' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.31:** Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç5).

| HAAR KARAPINAR MG2_Ç5 |              |              |              |              |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                 | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM            | 0.311        | 1.902        | 1.379        | -0.628       |
| 15PEThypLM            | 0.447        | 1.237        | 1.112        | -0.059       |
| 10PEThypLMCG          | 0.369        | 1.447        | 1.203        | -0.239       |
| 10PEThypCG            | 0.606        | 0.825        | 0.908        | 0.293        |
| <b>10PESigLM</b>      | <b>0.612</b> | <b>0.821</b> | <b>0.906</b> | <b>0.297</b> |
| 8PESigLM              | 0.549        | 0.947        | 0.973        | 0.189        |

Çizelge 4.31' e göre MG2\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.33' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.33:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.33' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir. Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan iki aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.32' de verilmiştir.

**Çizelge 4.32:** Karapınar istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterler.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG2_Ç1   | 10PETHypLM | 0.932 | 0.156 | 0.395 | 0.866 |
| MG2_Ç2   | 8PESigmLM  | 0.849 | 0.329 | 0.573 | 0.719 |
| MG2_Ç3   | 10PETHypCG | 0.737 | 0.536 | 0.732 | 0.541 |
| MG2_Ç4   | 8PESigmLM  | 0.713 | 0.684 | 0.827 | 0.415 |
| MG2_Ç5   | 10PESigmLM | 0.612 | 0.821 | 0.906 | 0.297 |

#### Üç aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

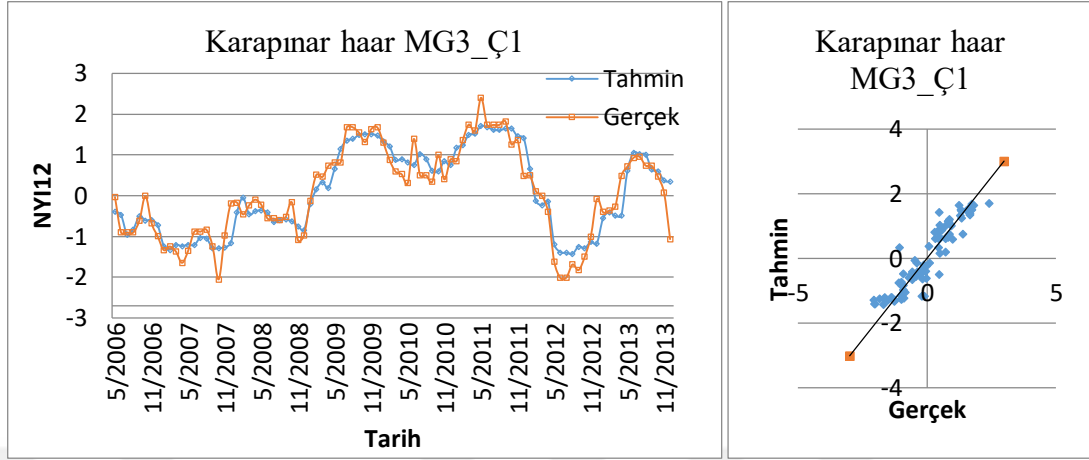
Üç aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.33' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.33:** Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç1).

| HAAR KARAPINAR MG3_Ç1 |       |       |       |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                 | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM            | 0.917 | 0.190 | 0.436 | 0.837 |
| 15PETHypLM            | 0.875 | 0.344 | 0.587 | 0.705 |
| 10PETHypLMCG          | 0.906 | 0.215 | 0.464 | 0.815 |
| 10PETHypCG            | 0.932 | 0.153 | 0.391 | 0.869 |
| 10PESigmLM            | 0.920 | 0.254 | 0.504 | 0.783 |
| 8PESigmLM             | 0.934 | 0.169 | 0.411 | 0.855 |

Karapınar 'ın MG3\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate

Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.34' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.34:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.34' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

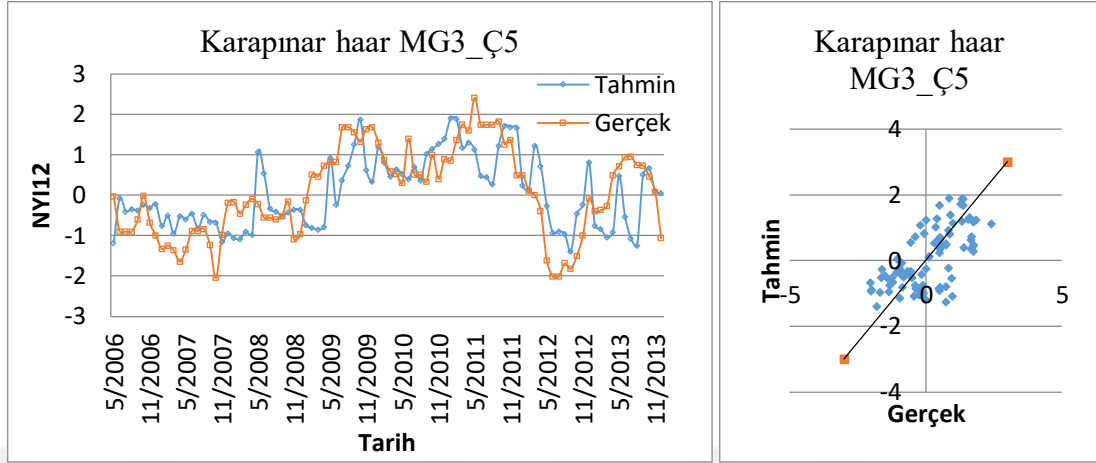
Üç aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.34' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.34:** Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç5).

| HAAR KARAPINAR MG3_Ç5 |              |              |              |              |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                 | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM            | 0.395        | 1.673        | 1.293        | -0.433       |
| 15PEThypLM            | 0.380        | 1.464        | 1.210        | -0.254       |
| 10PEThypLMCG          | 0.411        | 1.397        | 1.182        | -0.197       |
| <b>10PEThypCG</b>     | <b>0.637</b> | <b>0.730</b> | <b>0.854</b> | <b>0.375</b> |
| 10PESigmLM            | 0.570        | 0.999        | 1.00         | 0.144        |
| 8PESigmLM             | 0.581        | 0.866        | 0.931        | 0.259        |

Çizelge 4.34' e göre MG3\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı

Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.35' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.35:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.35' te görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan üç aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.35' te verilmiştir.

**Çizelge 4.35:** Karapınar istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG3_Ç1   | 10PETHypCG | 0.932 | 0.153 | 0.391 | 0.869 |
| MG3_Ç2   | 10PESigmLM | 0.868 | 0.291 | 0.540 | 0.751 |
| MG3_Ç3   | 8PESigmLM  | 0.786 | 0.458 | 0.677 | 0.607 |
| MG3_Ç4   | 10PETHypCG | 0.715 | 0.587 | 0.766 | 0.497 |
| MG3_Ç5   | 10PETHypCG | 0.637 | 0.730 | 0.854 | 0.375 |

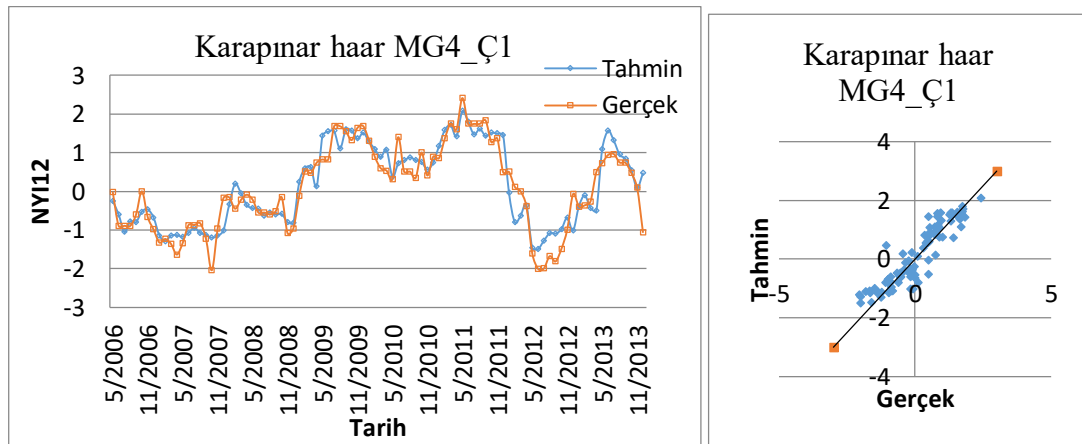
#### Dört aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Dört aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.36' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.36:** Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç1).

| HAAR KARAPINAR MG4_Ç1 |              |              |              |              |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                 | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM            | 0.845        | 0.342        | 0.585        | 0.707        |
| 15PETHypLM            | 0.832        | 0.362        | 0.602        | 0.690        |
| 10PETHypLMCG          | 0.819        | 0.481        | 0.693        | 0.588        |
| <b>10PETHypCG</b>     | <b>0.920</b> | <b>0.184</b> | <b>0.429</b> | <b>0.842</b> |
| 10PESigmLM            | 0.811        | 0.410        | 0.640        | 0.649        |
| 8PESigmLM             | 0.918        | 0.209        | 0.457        | 0.821        |

Karapınar 'ın MG4\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; a ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.36' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.36:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.36' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş

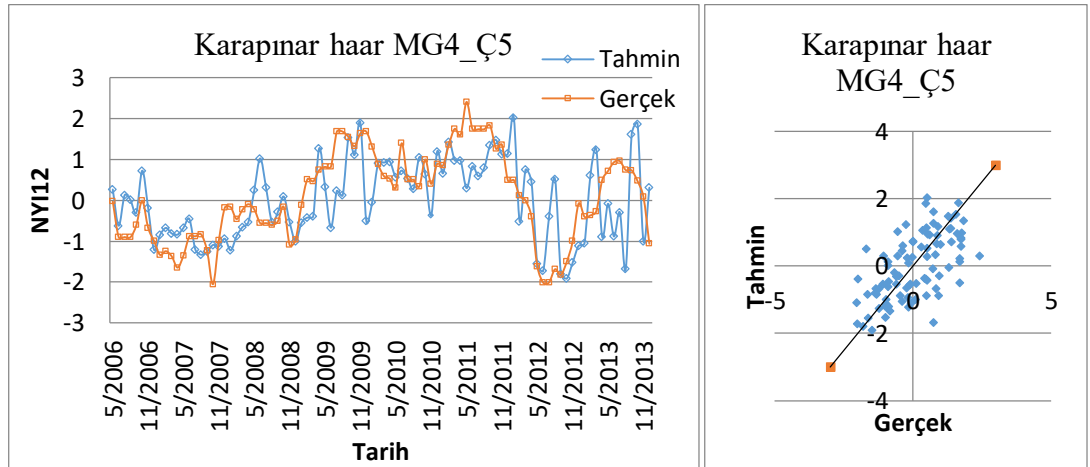
bu durum saçılma diyagramının  $45^\circ$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Dört aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.37’ de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.37:** Karapınar NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç5).

| HAAR KARAPINAR MG4_Ç5 |              |              |              |              |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                 | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM            | 0.308        | 1.636        | 1.279        | -0.401       |
| 15PEThypLM            | 0.378        | 1.827        | 1.352        | -0.565       |
| 10PEThypLMCG          | 0.472        | 1.290        | 1.136        | -0.105       |
| 10PEThypCG            | 0.587        | 0.893        | 0.945        | 0.235        |
| 10PESigLM             | 0.375        | 1.363        | 1.167        | -0.167       |
| <b>8PESigLM</b>       | <b>0.616</b> | <b>0.821</b> | <b>0.906</b> | <b>0.297</b> |

Çizelge 4.37’ ye göre MG4\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.37’ de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.37:** Karapınar istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.37' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan dört aylık Karapınar NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.38' de verilmiştir.

**Çizelge 4.38:** Karapınar istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG4_Ç1   | 10PETHypCG | 0.920 | 0.184 | 0.429 | 0.842 |
| MG4_Ç2   | 10PETHypCG | 0.874 | 0.280 | 0.529 | 0.763 |
| MG4_Ç3   | 10PESigmLM | 0.799 | 0.451 | 0.672 | 0.614 |
| MG4_Ç4   | 8PESigmLM  | 0.678 | 0.643 | 0.802 | 0.450 |
| MG4_Ç5   | 8PESigmLM  | 0.616 | 0.821 | 0.906 | 0.297 |

## 4.2 Manisa İstasyonu İçin Oluşturulan NYI12 Kuraklık Modelleri

### 4.2.1 Manisa istasyonu için Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller

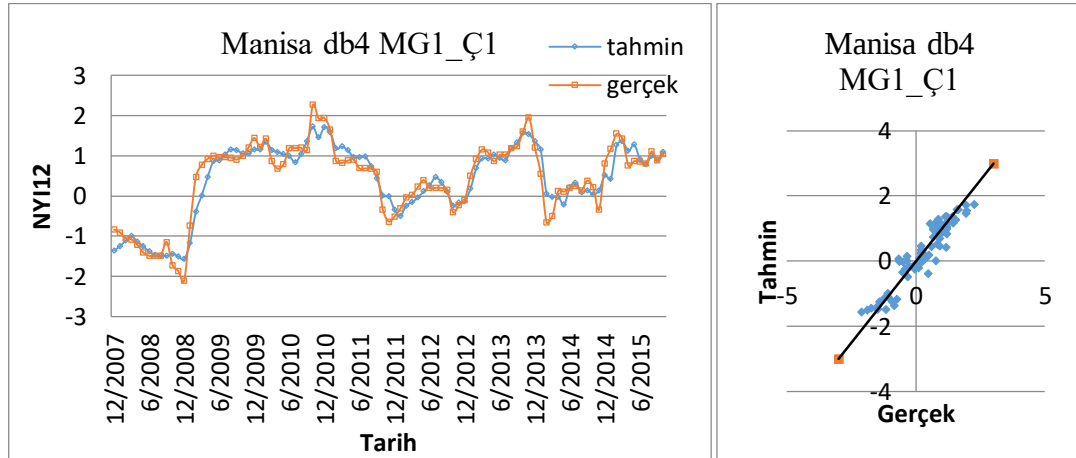
#### Bir aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Bir aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.39' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.39:** Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç1).

| DB4 MANİSA MG1_Ç1 |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL             | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM        | 0.892 | 0.207 | 0.455 | 0.767 |
| 15PETHypLM        | 0.897 | 0.249 | 0.500 | 0.719 |
| 10PETHypLMCG      | 0.949 | 0.104 | 0.323 | 0.882 |
| 10PETHypCG        | 0.947 | 0.092 | 0.303 | 0.897 |
| 10PESigmLM        | 0.932 | 0.146 | 0.382 | 0.835 |
| 8PESigmLM         | 0.941 | 0.102 | 0.320 | 0.885 |
| 8PETHypLMCG       | 0.926 | 0.147 | 0.383 | 0.834 |
| 12PETHypLMCG      | 0.904 | 0.176 | 0.419 | 0.802 |
| 8PETHypCG         | 0.945 | 0.096 | 0.310 | 0.892 |
| 12PETHypCG        | 0.947 | 0.092 | 0.306 | 0.897 |

Manisa 'nın MG1\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 12, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.38' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.38:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

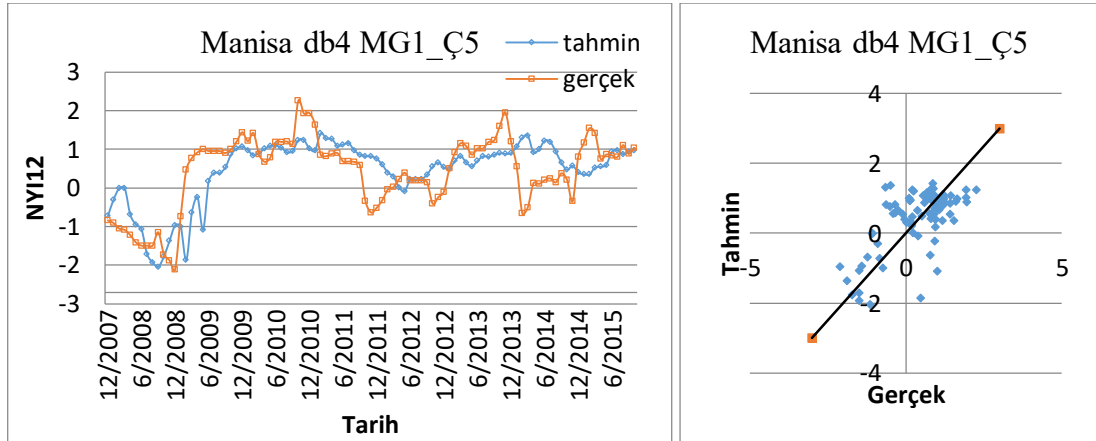
Şekil 4.38' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Bir aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.40' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.40:** Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç5).

| DB4 MANİSA MG1_Ç5 |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM        | 0.540        | 0.988        | 0.994        | -0.115       |
| 15PETHypLM        | 0.481        | 0.985        | 0.993        | -0.112       |
| 10PETHypLMCG      | 0.527        | 0.991        | 0.996        | -0.119       |
| 10PETHypCG        | 0.634        | 0.619        | 0.787        | 0.301        |
| 10PESigLM         | 0.540        | 0.693        | 0.832        | 0.218        |
| <b>8PESigLM</b>   | <b>0.650</b> | <b>0.554</b> | <b>0.744</b> | <b>0.375</b> |
| 12PESigLM         | 0.602        | 0.633        | 0.795        | 0.286        |

Çizelge 4.40' a göre MG1\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.39' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.39:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.39' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum

değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan bir aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.41' de verilmiştir.

**Çizelge 4.41:** Manisa istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG1_Ç1   | 12PETHypCG | 0.947 | 0.092 | 0.303 | 0.897 |
| MG1_Ç2   | 10PETHypCG | 0.892 | 0.192 | 0.439 | 0.783 |
| MG1_Ç3   | 10PETHypCG | 0.806 | 0.351 | 0.593 | 0.604 |
| MG1_Ç4   | 12PESigmLM | 0.717 | 0.601 | 0.775 | 0.322 |
| MG1_Ç5   | 8PESigmLM  | 0.650 | 0.554 | 0.744 | 0.375 |

#### İki aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

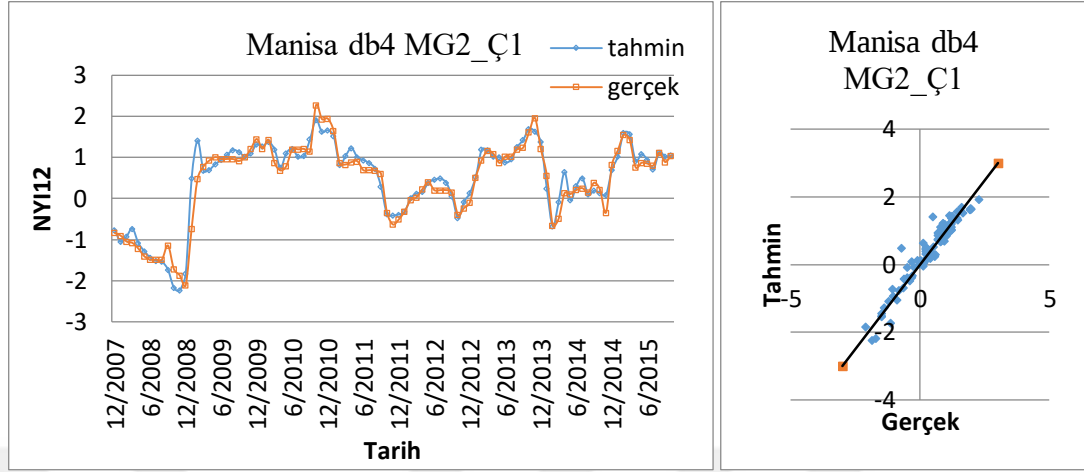
İki aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.42' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.42:** Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç1).

| DB4 MANİSA MG2_Ç1 |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM        | 0.936        | 0.137        | 0.370        | 0.845        |
| 15PETHypLM        | 0.952        | 0.112        | 0.334        | 0.874        |
| 10PETHypLMCG      | 0.968        | 0.059        | 0.244        | 0.933        |
| 10PETHypCG        | 0.958        | 0.074        | 0.272        | 0.917        |
| 10PESigmLM        | 0.826        | 0.449        | 0.670        | 0.493        |
| 8PESigmLM         | 0.971        | 0.072        | 0.268        | 0.919        |
| <b>12PESigmLM</b> | <b>0.964</b> | <b>0.066</b> | <b>0.257</b> | <b>0.926</b> |

Manisa 'nın MG2\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 12, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu

gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.40' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.40:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

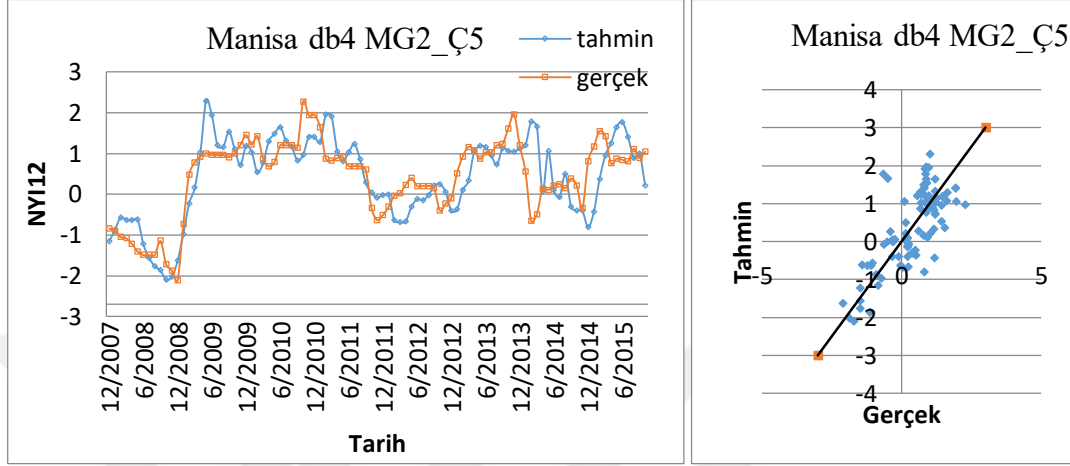
Şekil 4.40' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

İki aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.43' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.43:** Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç5).

| DB4 MANİSA MG2_Ç5 |       |        |        |        |
|-------------------|-------|--------|--------|--------|
| MODEL             | R     | OKH    | OKHK   | N-S    |
| 10PETHypLM        | 0.633 | 0.8847 | 0.9407 | 0.002  |
| 15PETHypLM        | 0.565 | 1.122  | 1.0597 | -0.266 |
| 10PETHypLMCG      | 0.592 | 1.053  | 1.026  | -0.188 |
| 10PETHypCG        | 0.640 | 0.714  | 0.845  | 0.195  |
| 10PESigmLM        | 0.753 | 0.466  | 0.683  | 0.474  |
| 8PESigmLM         | 0.599 | 0.915  | 0.957  | -0.033 |
| 12PESigmLM        | 0.706 | 0.686  | 0.828  | 0.226  |

Çizelge 4.43' e göre MG2\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.41' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.41:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.41' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan iki aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.44' te verilmiştir.

**Çizelge 4.44:** Manisa istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG2_Ç1   | 12PESigmLM | 0.964 | 0.066 | 0.257 | 0.926 |
| MG2_Ç2   | 12PESigmLM | 0.948 | 0.099 | 0.315 | 0.888 |
| MG2_Ç3   | 12PETHypCG | 0.925 | 0.135 | 0.367 | 0.848 |
| MG2_Ç4   | 10PETHypCG | 0.824 | 0.318 | 0.564 | 0.642 |
| MG2_Ç5   | 10PESigmLM | 0.753 | 0.466 | 0.683 | 0.474 |

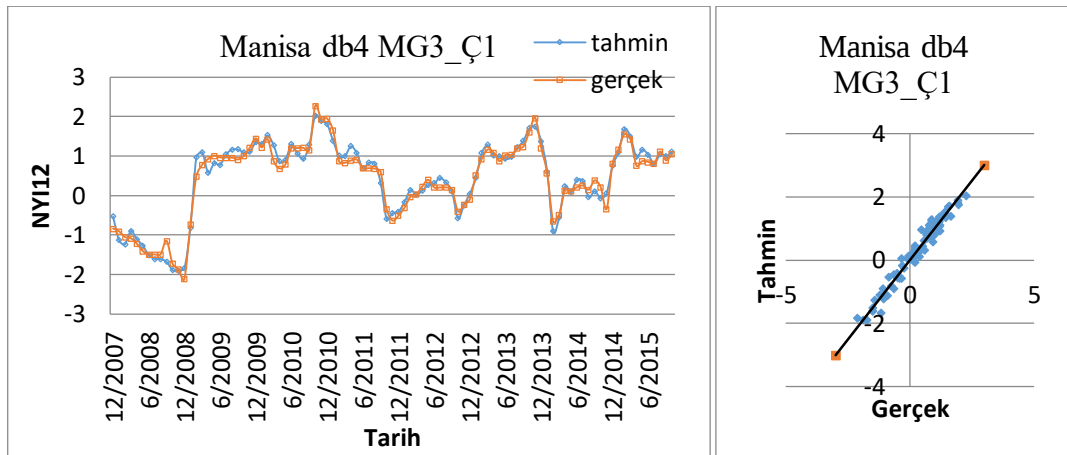
#### Üç aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Üç aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.45' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.45:** Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç1).

| DB4 MANİSA MG3_Ç1 |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL             | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM        | 0.950 | 0.087 | 0.295 | 0.902 |
| 15PETHypLM        | 0.941 | 0.127 | 0.356 | 0.857 |
| 10PETHypLMCG      | 0.940 | 0.104 | 0.323 | 0.883 |
| 10PETHypCG        | 0.948 | 0.091 | 0.301 | 0.898 |
| 10PESigmLM        | 0.981 | 0.036 | 0.189 | 0.960 |
| 8PESigmLM         | 0.969 | 0.080 | 0.284 | 0.909 |
| 12PESigmLM        | 0.779 | 0.572 | 0.756 | 0.355 |

Manisa' nın MG3\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.42' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.42:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

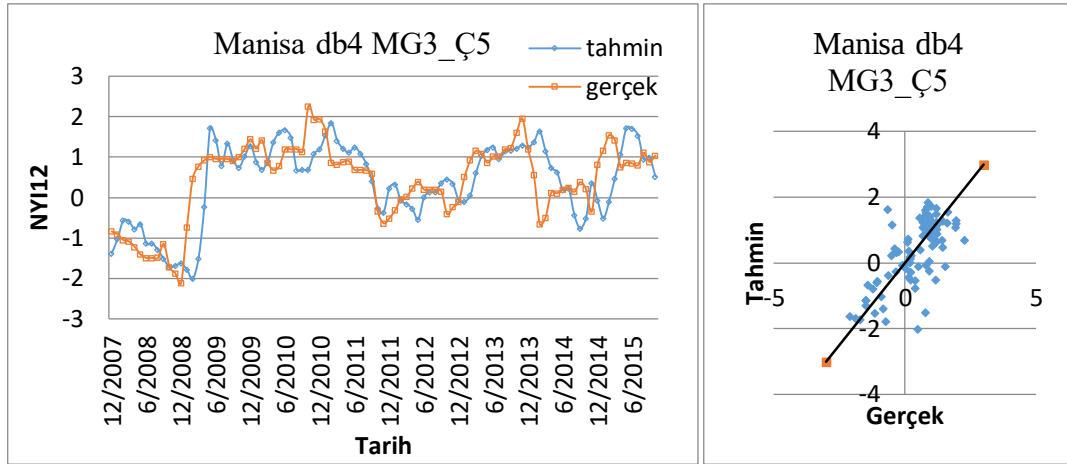
Şekil 4.42' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Üç aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.46' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.46:** Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç5).

| DB4 MANİSA MG3_Ç5 |       |       |       |        |
|-------------------|-------|-------|-------|--------|
| MODEL             | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
| 10PETHypLM        | 0.504 | 1.132 | 1.064 | -0.277 |
| 15PETHypLM        | 0.489 | 1.350 | 1.162 | -0.524 |
| 10PETHypLMCG      | 0.583 | 0.960 | 0.980 | -0.084 |
| 10PETHypCG        | 0.656 | 0.681 | 0.825 | 0.231  |
| 10PESigLM         | 0.360 | 1.281 | 1.132 | -0.446 |
| 8PESigLM          | 0.717 | 0.640 | 0.800 | 0.278  |
| 12PESigLM         | 0.701 | 0.553 | 0.744 | 0.376  |

Çizelge 4.46' ya göre MG3\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 12, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.43' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.43:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.43’ de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan üç aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.47’ de verilmiştir.

**Çizelge 4.47:** Manisa istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG3_Ç1   | 10PESigmLM | 0.981 | 0.036 | 0.189 | 0.960 |
| MG3_Ç2   | 12PESigmLM | 0.950 | 0.095 | 0.309 | 0.896 |
| MG3_Ç3   | 8PESigmLM  | 0.923 | 0.149 | 0.386 | 0.832 |
| MG3_Ç4   | 10PETHypCG | 0.813 | 0.324 | 0.569 | 0.634 |
| MG3_Ç5   | 12PESigmLM | 0.701 | 0.553 | 0.744 | 0.376 |

#### Dört aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

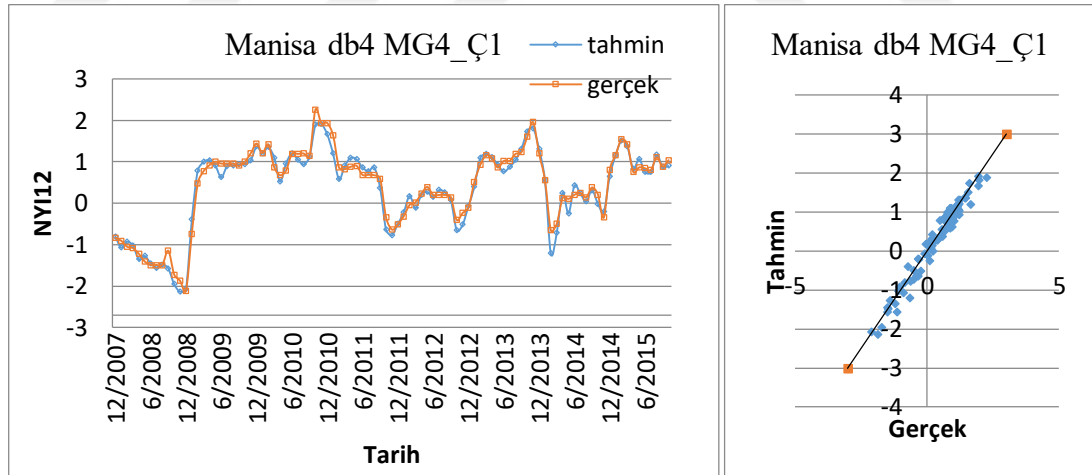
Dört aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.48’ de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak;

bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.48:** Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç1).

| DB4 MANİSA MG4 Ç1 |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL             | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM        | 0.970 | 0.053 | 0.231 | 0.940 |
| 15PETHypLM        | 0.977 | 0.053 | 0.230 | 0.940 |
| 10PETHypLMCG      | 0.971 | 0.079 | 0.280 | 0.911 |
| 10PETHypCG        | 0.961 | 0.068 | 0.261 | 0.923 |
| 10PESigLM         | 0.983 | 0.032 | 0.178 | 0.964 |
| 8PESigLM          | 0.969 | 0.062 | 0.249 | 0.930 |
| 12PESigLM         | 0.936 | 0.195 | 0.441 | 0.780 |

Manisa' nın MG4\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.44' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.44:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

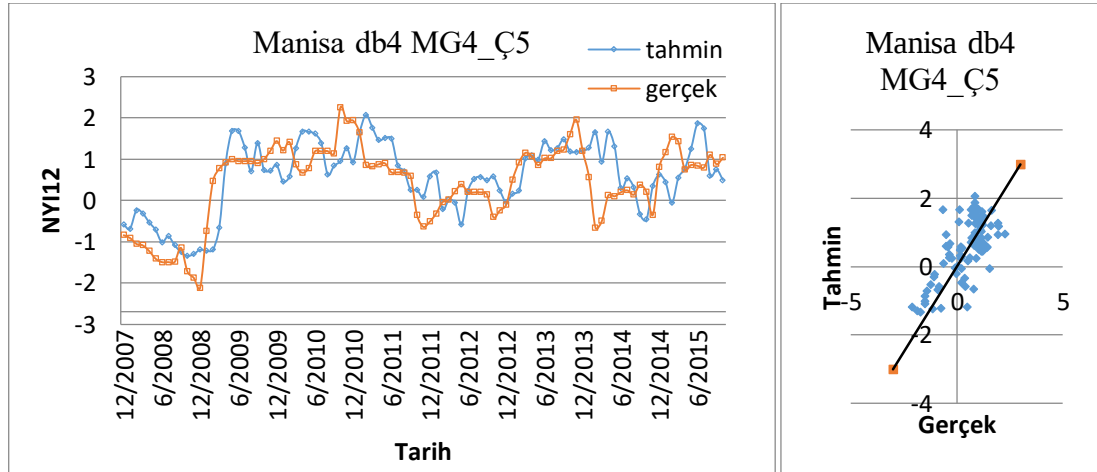
Şekil 4.44' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının 45° lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Dört aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.49' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.49:** Manisa NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç5).

| DB4 MANİSA MG4_Ç5 |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM        | 0.539        | 1.096        | 1.047        | -0.237       |
| 15PETHypLM        | 0.607        | 1.088        | 1.043        | -0.228       |
| 10PETHypLMCG      | 0.632        | 0.977        | 0.989        | -0.103       |
| 10PETHypCG        | 0.674        | 0.643        | 0.802        | 0.274        |
| 10PESigLM         | 0.649        | 0.662        | 0.813        | 0.253        |
| <b>8PESigLM</b>   | <b>0.694</b> | <b>0.523</b> | <b>0.723</b> | <b>0.410</b> |
| 12PESigLM         | 0.589        | 0.796        | 0.892        | 0.101        |

Çizelge 4.49' a göre MG4\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.45' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.45:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.45' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum

değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan dört aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.50' de verilmiştir.

**Çizelge 4.50:** Manisa istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG4_Ç1   | 10PESigmLM | 0.983 | 0.032 | 0.178 | 0.964 |
| MG4_Ç2   | 10PESigmLM | 0.944 | 0.107 | 0.326 | 0.880 |
| MG4_Ç3   | 10PESigmLM | 0.910 | 0.158 | 0.397 | 0.822 |
| MG4_Ç4   | 12PETHypCG | 0.817 | 0.312 | 0.559 | 0.648 |
| MG4_Ç5   | 8PESigmLM  | 0.694 | 0.523 | 0.723 | 0.410 |

#### 4.2.2 Manisa istasyonu için Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller

##### Bir aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

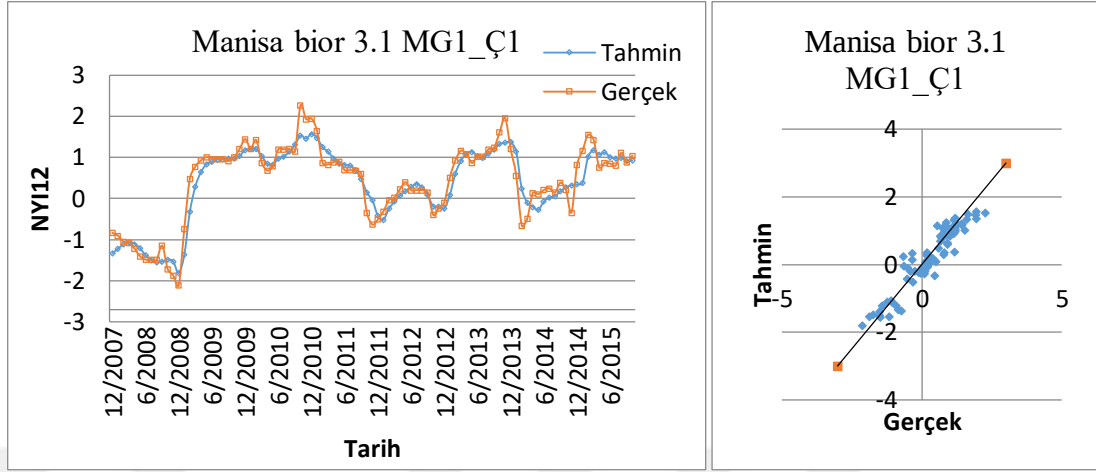
Bir aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.51' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.51:** Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç1).

| BİOR 3.1 MANİSA MG1_Ç1 |              |              |              |              |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                  | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM             | 0.935        | 0.227        | 0.476        | 0.744        |
| 15PETHypLM             | 0.907        | 0.194        | 0.440        | 0.781        |
| 10PETHypLMCG           | 0.886        | 0.195        | 0.441        | 0.780        |
| <b>10PETHypCG</b>      | <b>0.946</b> | <b>0.096</b> | <b>0.310</b> | <b>0.891</b> |
| 10PESigmLM             | 0.944        | 0.106        | 0.325        | 0.880        |
| 8PESigmLM              | 0.940        | 0.104        | 0.323        | 0.882        |

Manisa 'nın MG1\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate

Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.46' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.46:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

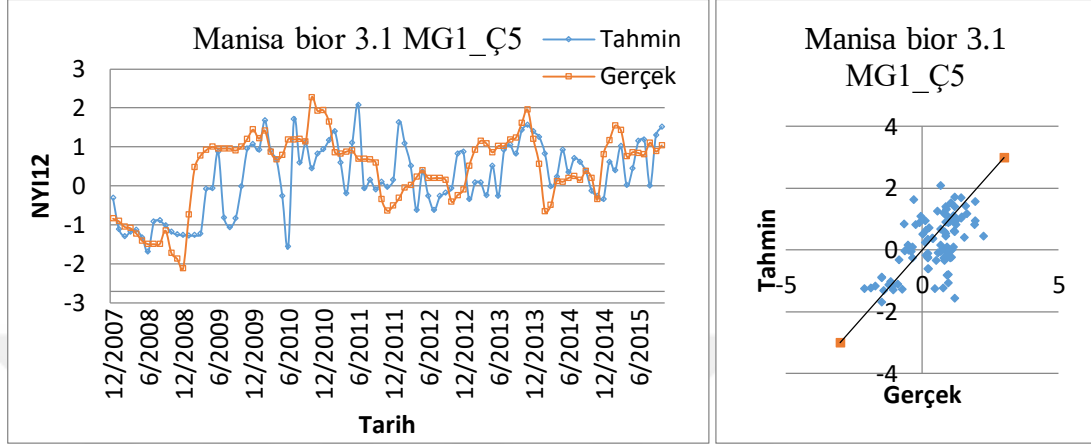
Şekil 4.46' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Bir aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.52' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.52:** Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç5).

| BİOR 3.1 MANİSA MG1_Ç5 |       |       |       |        |
|------------------------|-------|-------|-------|--------|
| MODEL                  | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
| 10PEThypLM             | 0.592 | 0.740 | 0.860 | 0.165  |
| 15PEThypLM             | 0.572 | 0.861 | 0.928 | 0.028  |
| 10PEThypLMCG           | 0.557 | 0.832 | 0.912 | 0.061  |
| 10PEThypCG             | 0.512 | 0.904 | 0.951 | -0.020 |
| 10PESigmLM             | 0.496 | 0.772 | 0.879 | 0.129  |
| 8PESigmLM              | 0.539 | 0.906 | 0.952 | -0.023 |

Çizelge 4.52' ye göre MG1\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon , öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.47' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.47:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.47' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan Bir aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.53' de verilmiştir.

**Çizelge 4.53:** Manisa istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL        | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|--------------|-------|-------|-------|-------|
| MG1_Ç1   | 10PETHypCG   | 0.946 | 0.096 | 0.310 | 0.891 |
| MG1_Ç2   | 8PESigmLM    | 0.863 | 0.229 | 0.478 | 0.742 |
| MG1_Ç3   | 10PETHypCG   | 0.718 | 0.539 | 0.734 | 0.391 |
| MG1_Ç4   | 10PETHypLMCG | 0.677 | 0.598 | 0.773 | 0.326 |
| MG1_Ç5   | 10PETHypLM   | 0.592 | 0.740 | 0.860 | 0.165 |

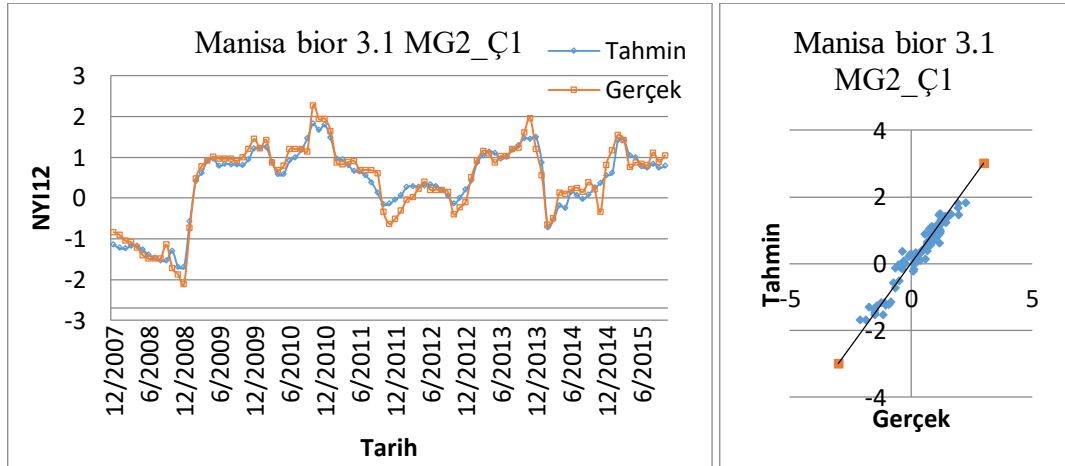
#### İki aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

İki aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.54' te verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.54:** Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç1).

| BİOR 3.1 MANİSA MG2_Ç1 |              |              |              |              |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                  | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM             | 0.963        | 0.104        | 0.323        | 0.882        |
| 15PETHypLM             | 0.954        | 0.089        | 0.298        | 0.900        |
| 10PETHypLMCG           | 0.936        | 0.132        | 0.363        | 0.851        |
| 10PETHypCG             | 0.950        | 0.086        | 0.293        | 0.903        |
| 10PESigmLM             | 0.963        | 0.070        | 0.265        | 0.921        |
| <b>8PESigmLM</b>       | <b>0.969</b> | <b>0.054</b> | <b>0.232</b> | <b>0.939</b> |

Manisa 'nın MG2\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.48' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



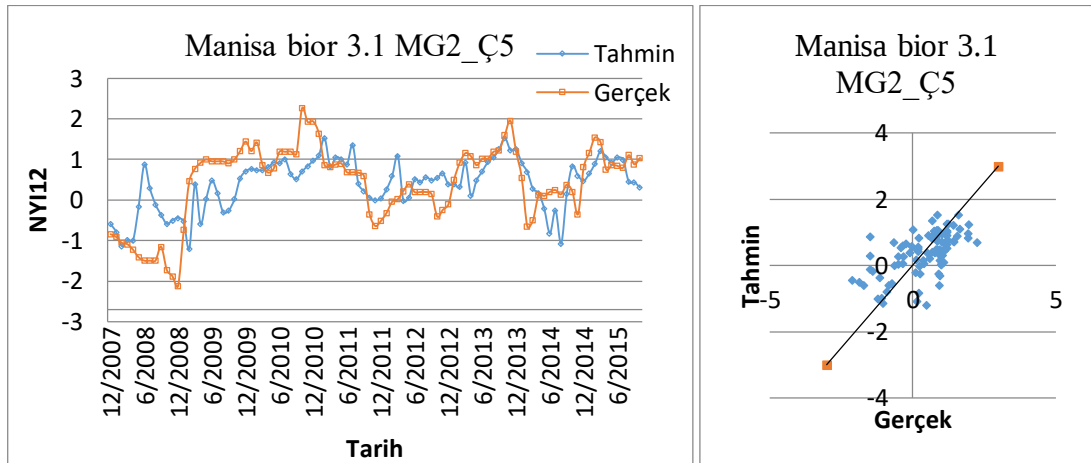
**Şekil 4.48:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.48' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir. İki aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.55' te verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.55:** Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç5).

| BİOR 3.1 MANİSA MG2_Ç5 |       |       |       |        |
|------------------------|-------|-------|-------|--------|
| MODEL                  | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
| 10PETHypLM             | 0.389 | 1.243 | 1.115 | -0.402 |
| 15PETHypLM             | 0.264 | 1.333 | 1.155 | -0.504 |
| 10PETHypLMCG           | 0.427 | 1.260 | 1.122 | -0.422 |
| 10PETHypCG             | 0.641 | 0.648 | 0.805 | 0.268  |
| 10PESigmLM             | 0.595 | 0.578 | 0.760 | 0.348  |
| 8PESigmLM              | 0.653 | 0.940 | 0.970 | -0.061 |

Çizelge 4.55' e göre MG2\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.49' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.49:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.49' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir. Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan iki aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.56' da verilmiştir.

**Çizelge 4.56:** Manisa istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG2_Ç1   | 8PESigmLM  | 0.969 | 0.054 | 0.232 | 0.939 |
| MG2_Ç2   | 10PETHypCG | 0.933 | 0.117 | 0.342 | 0.868 |
| MG2_Ç3   | 8PESigmLM  | 0.846 | 0.313 | 0.559 | 0.647 |
| MG2_Ç4   | 10PESigmLM | 0.792 | 0.391 | 0.625 | 0.559 |
| MG2_Ç5   | 10PESigmLM | 0.595 | 0.578 | 0.760 | 0.348 |

#### Üç aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

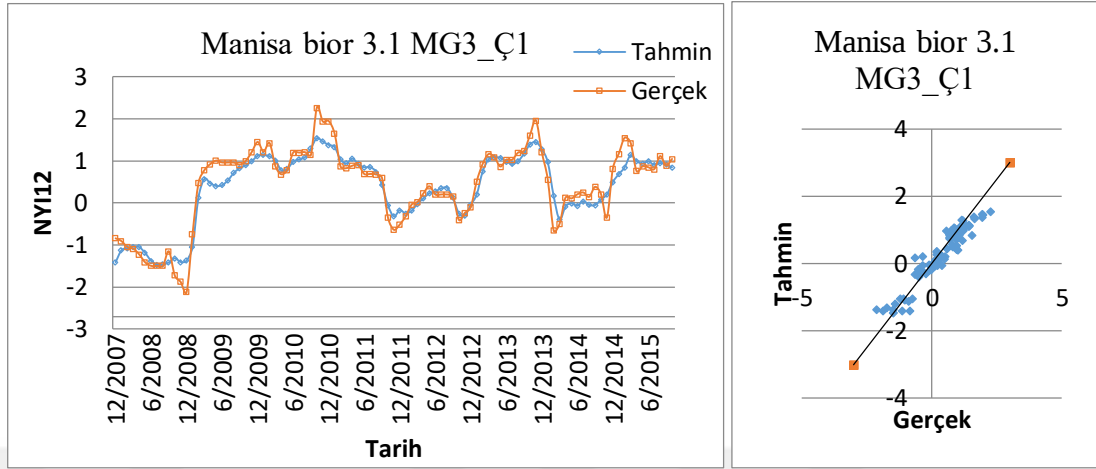
Üç aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.57' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.57:** Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç1).

| BİOR 3.1 MANİSA MG3_Ç1 |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                  | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM             | 0.959 | 0.090 | 0.300 | 0.898 |
| 15PETHypLM             | 0.844 | 0.266 | 0.516 | 0.700 |
| 10PETHypLMCG           | 0.901 | 0.171 | 0.413 | 0.807 |
| 10PETHypCG             | 0.956 | 0.086 | 0.294 | 0.903 |
| 10PESigmLM             | 0.950 | 0.180 | 0.424 | 0.797 |
| 8PESigmLM              | 0.958 | 0.106 | 0.325 | 0.881 |

Manisa' nın MG3\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate

Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.50' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.50:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

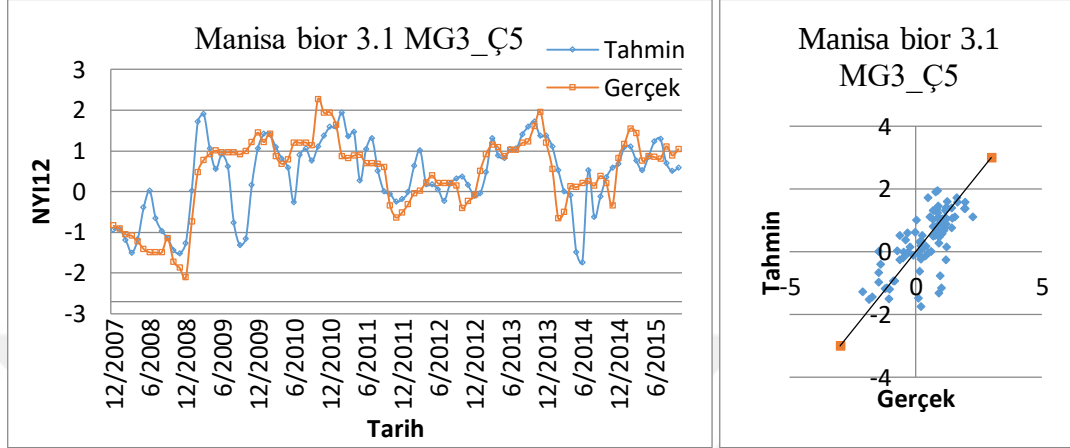
Şekil 4.50' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Üç aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.58' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.58:** Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç5).

| BİOR 3.1 MANİSA MG3_Ç5 |              |              |              |              |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                  | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM             | 0.689        | 0.620        | 0.788        | 0.300        |
| 15PETHypLM             | 0.623        | 0.909        | 0.953        | -0.03        |
| 10PETHypLMCG           | 0.596        | 0.858        | 0.926        | 0.031        |
| <b>10PETHypCG</b>      | <b>0.718</b> | <b>0.486</b> | <b>0.697</b> | <b>0.451</b> |
| 10PESigLM              | 0.398        | 2.368        | 1.539        | -1.672       |
| 8PESigLM               | 0.340        | 3.104        | 1.762        | -2.502       |

Çizelge 4.58' e göre MG3\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.51' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.51:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.51' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan üç aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.59' de verilmiştir.

**Çizelge 4.59:** Manisa istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG3_Ç1   | 10PETHypCG | 0.956 | 0.086 | 0.294 | 0.903 |
| MG3_Ç2   | 10PESigmLM | 0.902 | 0.171 | 0.414 | 0.807 |
| MG3_Ç3   | 10PETHypCG | 0.843 | 0.273 | 0.522 | 0.692 |
| MG3_Ç4   | 8PESigmLM  | 0.823 | 0.291 | 0.539 | 0.672 |
| MG3_Ç5   | 10PETHypCG | 0.718 | 0.486 | 0.697 | 0.451 |

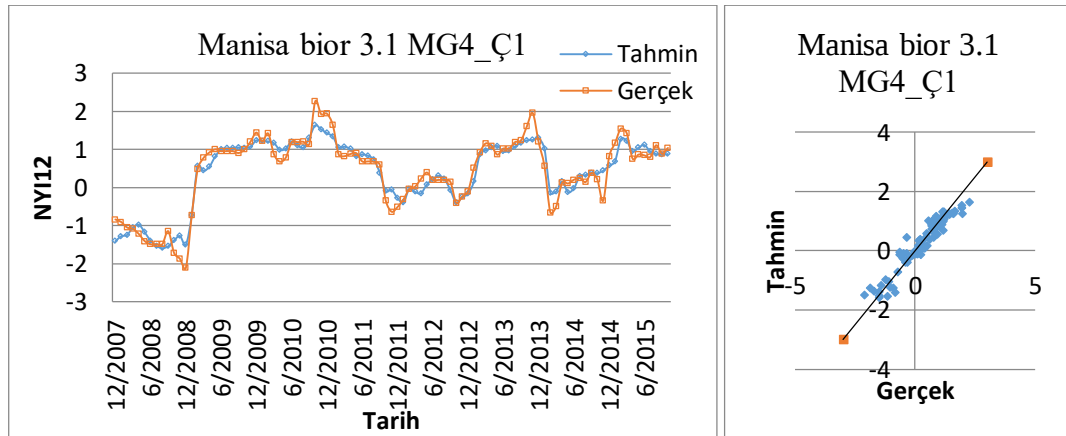
#### Dört aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Dört aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.60' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.60:** Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç1).

| BİÖR 3.1 MANİSA MG4_Ç1 |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                  | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM             | 0.915 | 0.149 | 0.386 | 0.832 |
| 15PETHypLM             | 0.905 | 0.177 | 0.420 | 0.801 |
| 10PETHypLMCG           | 0.949 | 0.109 | 0.329 | 0.878 |
| 10PETHypCG             | 0.957 | 0.076 | 0.276 | 0.914 |
| 10PESigLM              | 0.955 | 0.083 | 0.288 | 0.907 |
| 8PESigLM               | 0.957 | 0.076 | 0.276 | 0.914 |

Manisa' nın MG4\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.52' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.52:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.52' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş

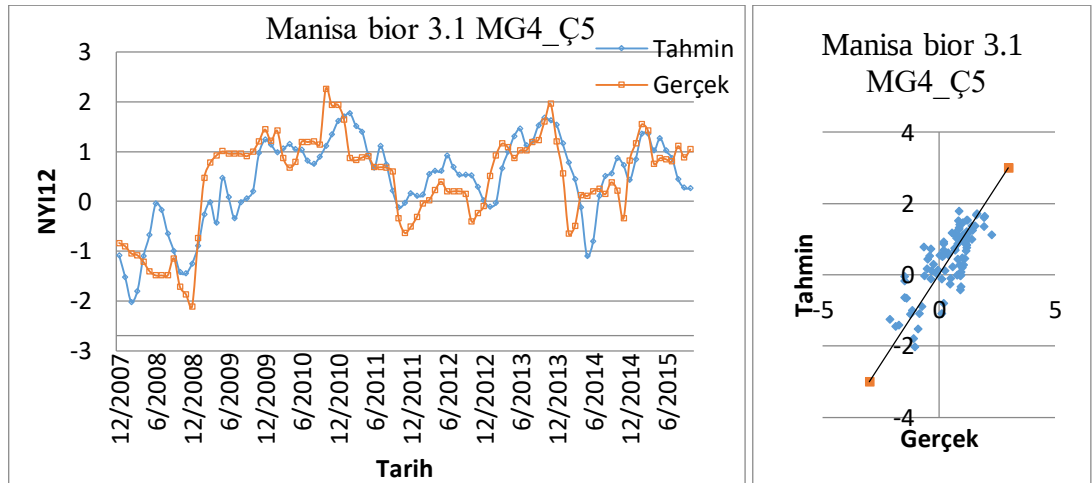
bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Dört aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.61' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.61:** Manisa NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç5).

| BİOR 3.1 MANİSA MG4_Ç5 |              |              |              |              |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                  | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM             | 0.580        | 0.767        | 0.876        | 0.134        |
| 15PETHypLM             | 0.368        | 1.246        | 1.116        | -0.406       |
| 10PETHypLMCG           | 0.571        | 0.855        | 0.925        | 0.035        |
| 10PETHypCG             | 0.772        | 0.400        | 0.632        | 0.549        |
| 10PESigmLM             | 0.714        | 0.568        | 0.754        | 0.359        |
| <b>8PESigmLM</b>       | <b>0.768</b> | <b>0.383</b> | <b>0.619</b> | <b>0.567</b> |

Çizelge 4.61' e göre MG4\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.53' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.53:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.53' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir. Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan dört aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.62' de verilmiştir.

**Çizelge 4.62:** Manisa istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG4_Ç1   | 10PETHypCG | 0.957 | 0.076 | 0.276 | 0.914 |
| MG4_Ç2   | 10PETHypCG | 0.947 | 0.139 | 0.373 | 0.880 |
| MG4_Ç3   | 10PESigLM  | 0.887 | 0.221 | 0.470 | 0.750 |
| MG4_Ç4   | 8PESigLM   | 0.865 | 0.293 | 0.542 | 0.669 |
| MG4_Ç5   | 8PESigLM   | 0.768 | 0.383 | 0.619 | 0.567 |

#### 4.2.3 Manisa istasyonu için Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller

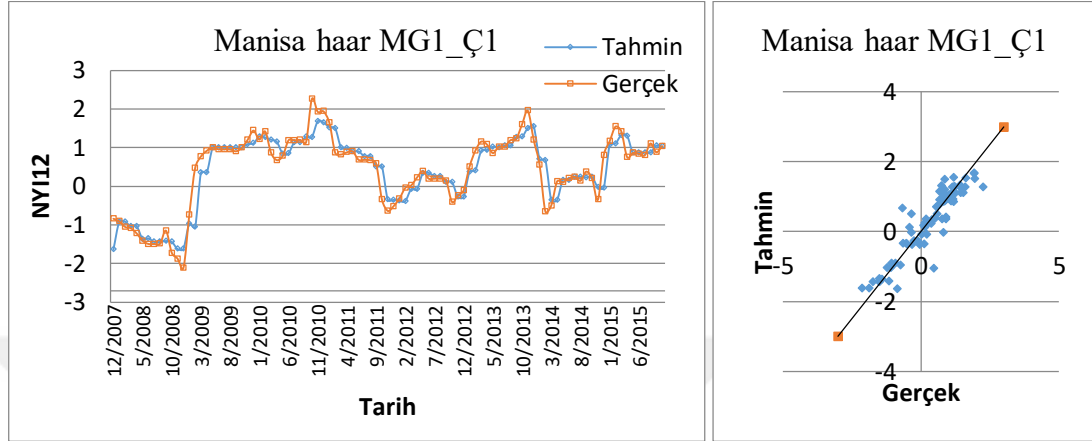
##### Bir aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Bir aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.63' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.63:** Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç1).

| HAAR MANİSA MG1_Ç1 |       |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL              | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM         | 0.816 | 0.342 | 0.585 | 0.614 |
| 15PETHypLM         | 0.838 | 0.363 | 0.603 | 0.590 |
| 10PETHypLMCG       | 0.882 | 0.224 | 0.473 | 0.747 |
| 10PETHypCG         | 0.926 | 0.127 | 0.356 | 0.857 |
| 10PESigLM          | 0.919 | 0.148 | 0.385 | 0.833 |
| 8PESigLM           | 0.920 | 0.145 | 0.381 | 0.836 |

Manisa 'nın MG1\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.54' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.54:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

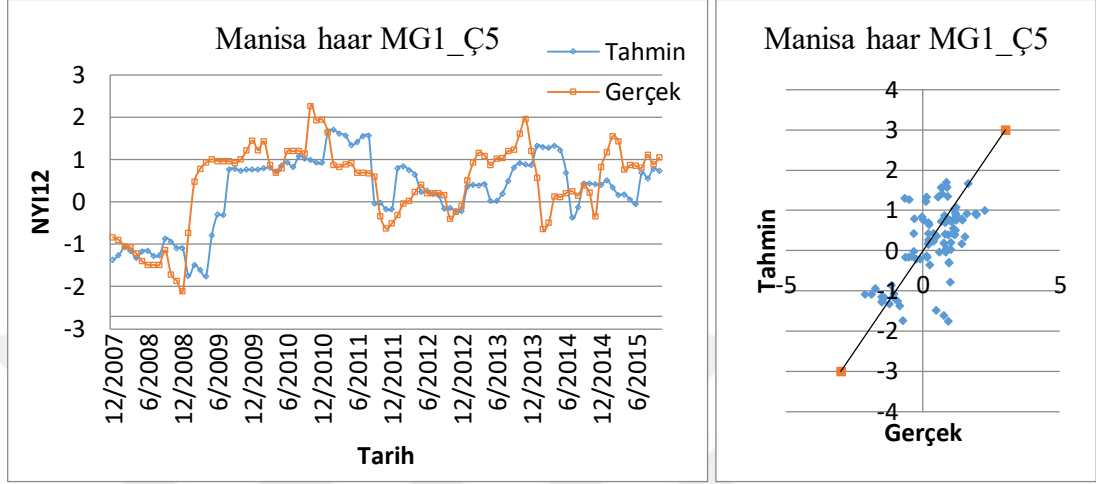
Şekil 4.54' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Bir aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.64' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.64:** Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç5).

| HAAR MANİSA MG1_Ç5 |       |       |       |        |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|
| MODEL              | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
| 10PETHypLM         | 0.490 | 1.608 | 1.268 | -0.814 |
| 15PETHypLM         | 0.458 | 1.587 | 1.260 | -0.791 |
| 10PETHypLMCG       | 0.474 | 1.873 | 1.369 | -1.114 |
| 10PETHypCG         | 0.612 | 0.674 | 0.821 | 0.239  |
| 10PESigmLM         | 0.620 | 0.771 | 0.878 | 0.130  |
| 8PESigmLM          | 0.278 | 0.987 | 0.994 | -0.114 |

Çizelge 4.64' e göre MG1\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.55' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.55:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.55' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan bir aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.65' te verilmiştir.

**Çizelge 4.65:** Manisa istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterler.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK   | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|--------|-------|
| MG1_Ç1   | 10PETHypCG | 0.926 | 0.127 | 0.356  | 0.857 |
| MG1_Ç2   | 8PESigmLM  | 0.797 | 0.236 | 0.488  | 0.731 |
| MG1_Ç3   | 8PESigmLM  | 0.739 | 0.419 | 0.647  | 0.527 |
| MG1_Ç4   | 10PETHypCG | 0.683 | 0.543 | 0.7370 | 0.387 |
| MG1_Ç5   | 10PETHypCG | 0.612 | 0.674 | 0.8210 | 0.239 |

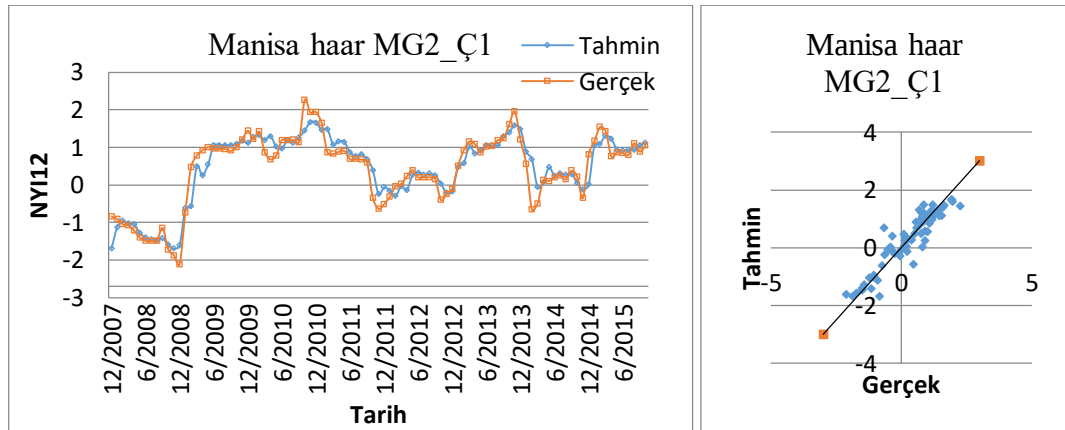
### İki aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

İki aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.66' te verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.66:** Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç1).

| HAAR MANİSA MG2_Ç1 |       |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL              | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM         | 0.871 | 0.360 | 0.600 | 0.593 |
| 15PETHypLM         | 0.899 | 0.188 | 0.433 | 0.788 |
| 10PETHypLMCG       | 0.861 | 0.242 | 0.492 | 0.727 |
| 10PETHypCG         | 0.934 | 0.112 | 0.335 | 0.873 |
| 10PESigLM          | 0.822 | 0.547 | 0.739 | 0.383 |
| 8PESigLM           | 0.938 | 0.117 | 0.343 | 0.868 |

Manisa 'nın MG2\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.56' te zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.56:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.56' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş

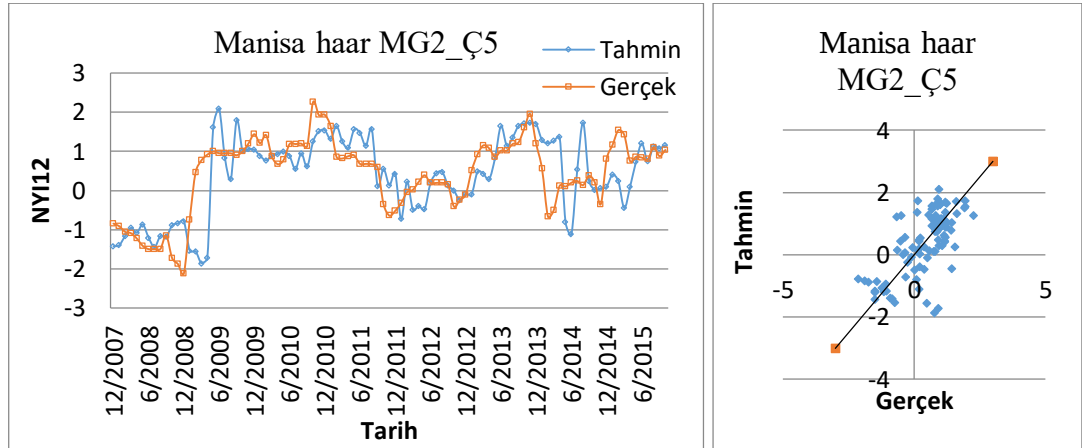
bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

İki aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.67' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.67:** Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç5).

| HAAR MANİSA MG2_Ç5 |              |              |              |              |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL              | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM         | 0.631        | 0.801        | 0.895        | 0.097        |
| 15PETHypLM         | 0.443        | 1.421        | 1.192        | -0.604       |
| 10PETHypLMCG       | 0.484        | 1.098        | 1.048        | -0.239       |
| <b>10PETHypCG</b>  | <b>0.666</b> | <b>0.636</b> | <b>0.797</b> | <b>0.283</b> |
| 10PESigLM          | 0.596        | 0.668        | 0.817        | 0.246        |
| 8PESigLM           | 0.663        | 0.696        | 0.834        | 0.214        |

Çizelge 4.67' ye göre MG2\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.57' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.57:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.57' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum

değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan iki aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.68' de verilmiştir.

**Çizelge 4.68:** Manisa istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG2_Ç1   | 10PETHypCG | 0.934 | 0.112 | 0.335 | 0.873 |
| MG2_Ç2   | 10PETHypCG | 0.874 | 0.218 | 0.467 | 0.754 |
| MG2_Ç3   | 10PESigLM  | 0.784 | 0.386 | 0.621 | 0.564 |
| MG2_Ç4   | 10PETHypCG | 0.702 | 0.570 | 0.755 | 0.357 |
| MG2_Ç5   | 10PETHypCG | 0.666 | 0.636 | 0.797 | 0.283 |

#### Üç aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

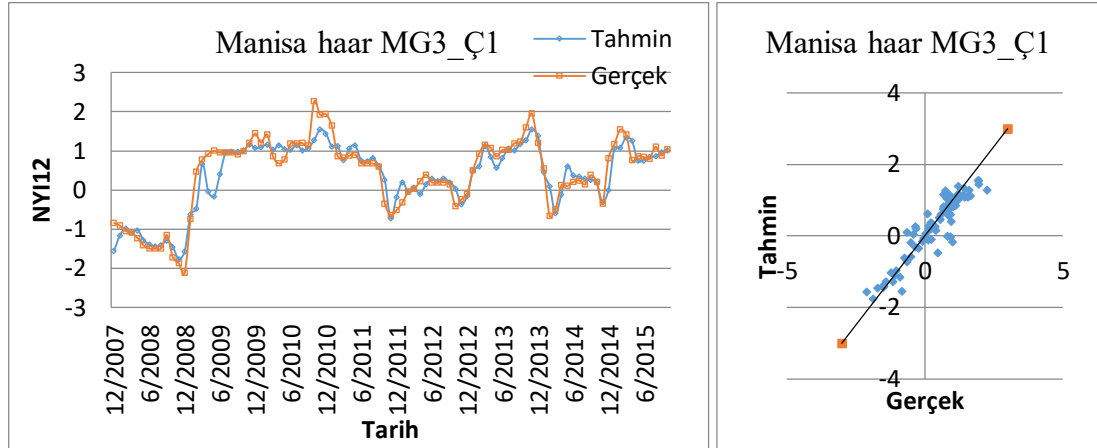
Üç aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.69' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.69:** Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç1).

| HAAR MANİSA MG3_Ç1 |       |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL              | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM         | 0.898 | 0.203 | 0.450 | 0.771 |
| 15PETHypLM         | 0.880 | 0.346 | 0.588 | 0.610 |
| 10PETHypLMCG       | 0.906 | 0.196 | 0.443 | 0.779 |
| 10PETHypCG         | 0.935 | 0.116 | 0.340 | 0.869 |
| 10PESigLM          | 0.934 | 0.125 | 0.353 | 0.859 |
| 8PESigLM           | 0.922 | 0.157 | 0.397 | 0.822 |

Manisa' nın MG3\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm

değerleri Şekil 4.58' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.58:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.58' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

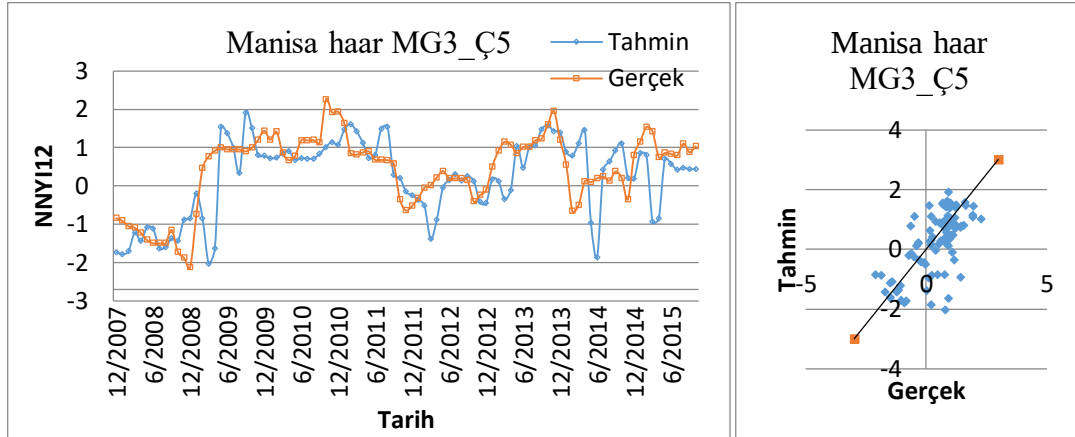
Üç aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.70' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.70:** Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç5).

| HAAR MANİSA MG3 Ç5 |       |       |       |        |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|
| MODEL              | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
| 10PETHypLM         | 0.507 | 1.299 | 1.140 | -0.466 |
| 15PETHypLM         | 0.395 | 2.316 | 1.522 | -1.614 |
| 10PETHypLMCG       | 0.531 | 1.341 | 1.158 | -0.514 |
| 10PETHypCG         | 0.661 | 0.686 | 0.828 | 0.226  |
| 10PESigmLM         | 0.681 | 1.053 | 1.026 | -0.189 |
| 8PESigmLM          | 0.339 | 1.252 | 1.119 | -0.413 |

Çizelge 4.70' e göre MG3\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini

ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.59' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.59:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.59' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan üç aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.71' de verilmiştir.

**Çizelge 4.71:** Manisa istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG3_Ç1   | 10PETHypCG | 0.935 | 0.116 | 0.340 | 0.869 |
| MG3_Ç2   | 10PETHypCG | 0.909 | 0.163 | 0.403 | 0.816 |
| MG3_Ç3   | 10PETHypCG | 0.810 | 0.343 | 0.586 | 0.612 |
| MG3_Ç4   | 10PESigmLM | 0.717 | 0.566 | 0.752 | 0.361 |
| MG3_Ç5   | 10PETHypCG | 0.661 | 0.686 | 0.828 | 0.226 |

#### Dört aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

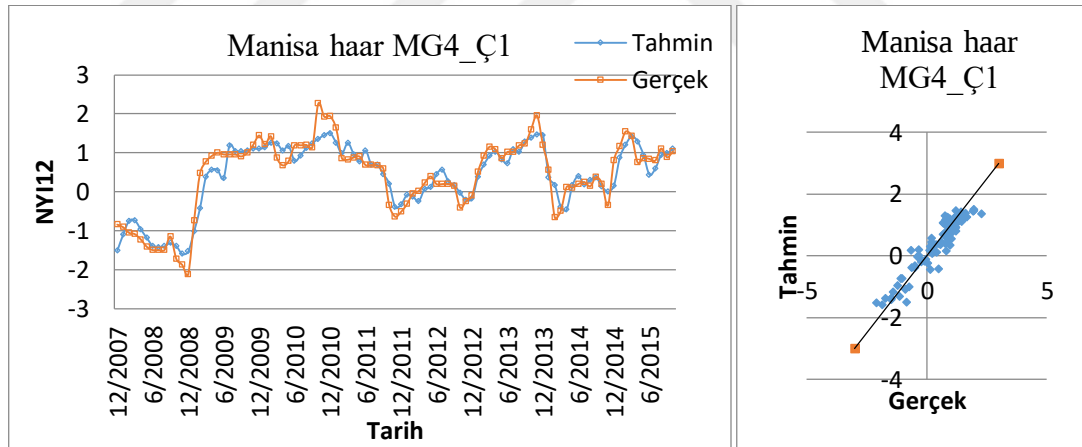
Dört aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.72' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak;

bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.72:** Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç1).

| HAAR MANİSA MG4_Ç1 |              |              |              |              |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL              | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM         | 0.865        | 0.263        | 0.513        | 0.703        |
| 15PETHypLM         | 0.893        | 0.195        | 0.442        | 0.779        |
| 10PETHypLMCG       | 0.939        | 0.118        | 0.344        | 0.866        |
| <b>10PETHypCG</b>  | <b>0.941</b> | <b>0.104</b> | <b>0.322</b> | <b>0.883</b> |
| 10PESigmLM         | 0.919        | 0.213        | 0.462        | 0.759        |
| 8PESigmLM          | 0.937        | 0.117        | 0.342        | 0.868        |

Manisa' nın MG4\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.60' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.60:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.60' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

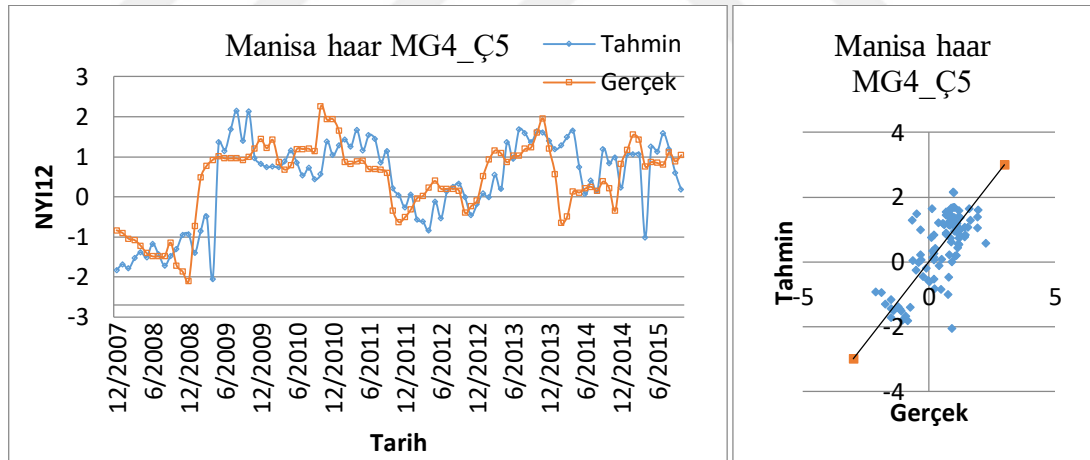
Dört aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.73' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için

farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.73:** Manisa NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç5).

| HAAR MANİSA MG4_Ç5 |              |              |              |              |
|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL              | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM         | 0.576        | 1.114        | 1.055        | -0.257       |
| 15PEThypLM         | 0.462        | 2.011        | 1.418        | -1.269       |
| 10PEThypLMCG       | 0.543        | 1.501        | 1.225        | -0.694       |
| <b>10PEThypCG</b>  | <b>0.706</b> | <b>0.602</b> | <b>0.776</b> | <b>0.321</b> |
| 10PESigmLM         | 0.615        | 0.841        | 0.917        | 0.051        |
| 8PESigmLM          | 0.391        | 1.077        | 1.038        | -0.215       |

Çizelge 4.73' e göre MG4\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.61' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.61:** Manisa istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.61' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pık değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan dört aylık Manisa NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için

kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.74' de verilmiştir.

**Çizelge 4.74:** Manisa istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R      | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|--------|-------|-------|-------|
| MG4_Ç1   | 10PETHypCG | 0.941  | 0.104 | 0.322 | 0.883 |
| MG4_Ç2   | 10PESigmLM | 0.878  | 0.216 | 0.465 | 0.756 |
| MG4_Ç3   | 10PETHypCG | 0.820  | 0.322 | 0.568 | 0.636 |
| MG4_Ç4   | 10PESigmLM | 0.6029 | 0.669 | 0.818 | 0.244 |
| MG4_Ç5   | 10PETHypCG | 0.706  | 0.602 | 0.776 | 0.321 |

### 4.3 Rize İstasyonu İçin Oluşturulan NYI12 Kuraklık Modelleri

#### 4.3.1 Rize istasyonu için Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller

Bir aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

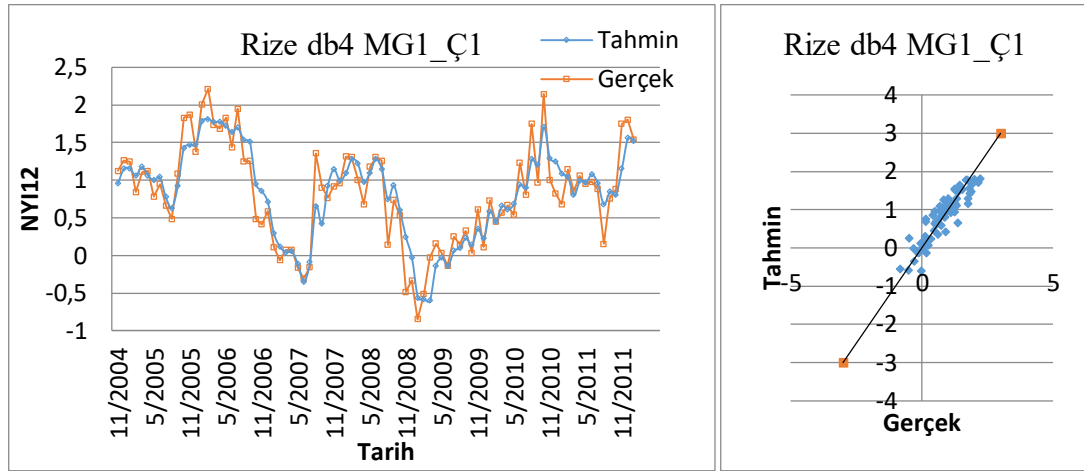
Bir aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.75' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.75:** Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç1).

| DB4 RİZE MG1_Ç1   |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM        | 0.863        | 0.124        | 0.352        | 0.715        |
| 15PETHypLM        | 0.835        | 0.134        | 0.366        | 0.691        |
| 10PETHypLMCG      | 0.735        | 0.235        | 0.484        | 0.460        |
| 10PETHypCG        | 0.900        | 0.083        | 0.288        | 0.809        |
| 10PESigmLM        | 0.877        | 0.115        | 0.338        | 0.737        |
| 8PESigmLM         | 0.349        | 0.795        | 0.892        | -0.829       |
| 8PETHypCG         | 0.912        | 0.075        | 0.273        | 0.828        |
| <b>12PETHypCG</b> | <b>0.918</b> | <b>0.069</b> | <b>0.263</b> | <b>0.842</b> |

Rize 'nin MG1\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 12, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri

Şekil 4.62' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.62:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.62' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

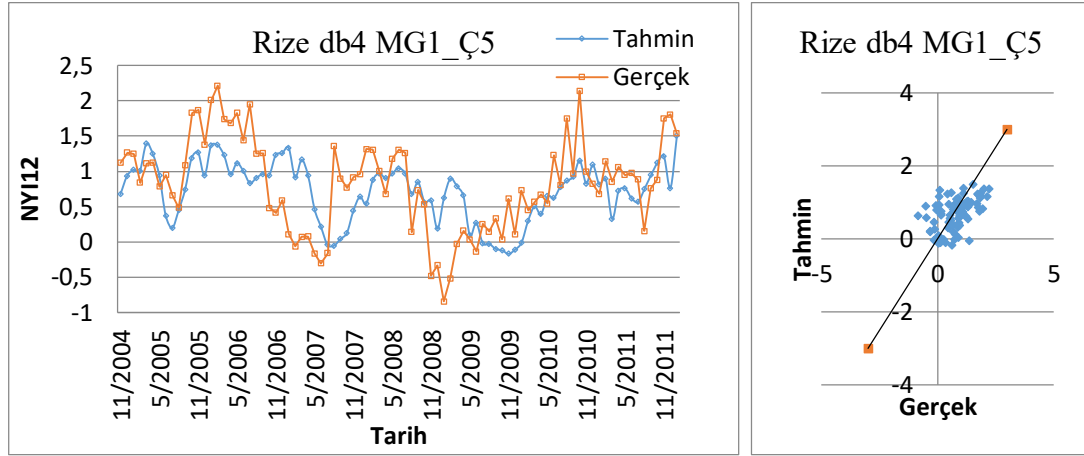
Bir aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.76' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.76:** Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç5).

| DB4 RİZE MG1_Ç5   |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PEThypLM        | 0.073        | 1.318        | 1.148        | -2.031       |
| 15PEThypLM        | 0.215        | 1.051        | 1.025        | -1.416       |
| 10PEThypLMCG      | 0.203        | 1.122        | 1.059        | -1.580       |
| 10PEThypCG        | 0.380        | 0.631        | 0.794        | -0.45        |
| <b>10PESigmLM</b> | <b>0.486</b> | <b>0.351</b> | <b>0.592</b> | <b>0.194</b> |
| 8PESigmLM         | 0.455        | 0.537        | 0.733        | -0.235       |
| 12PESigmLM        | 0.450        | 0.789        | 0.888        | -0.814       |

Çizelge 4.76' ya göre MG1\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve

gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.63' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.63:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.63' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan Bir aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.77' de verilmiştir.

**Çizelge 4.77:** Rize istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG1_Ç1   | 12PETHypCG | 0.918 | 0.069 | 0.262 | 0.841 |
| MG1_Ç2   | 10PETHypCG | 0.772 | 0.190 | 0.436 | 0.563 |
| MG1_Ç3   | 8PESigmLM  | 0.734 | 0.212 | 0.460 | 0.513 |
| MG1_Ç4   | 10PESigmLM | 0.548 | 0.316 | 0.562 | 0.273 |
| MG1_Ç5   | 10PESigmLM | 0.486 | 0.351 | 0.592 | 0.193 |

#### İki aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

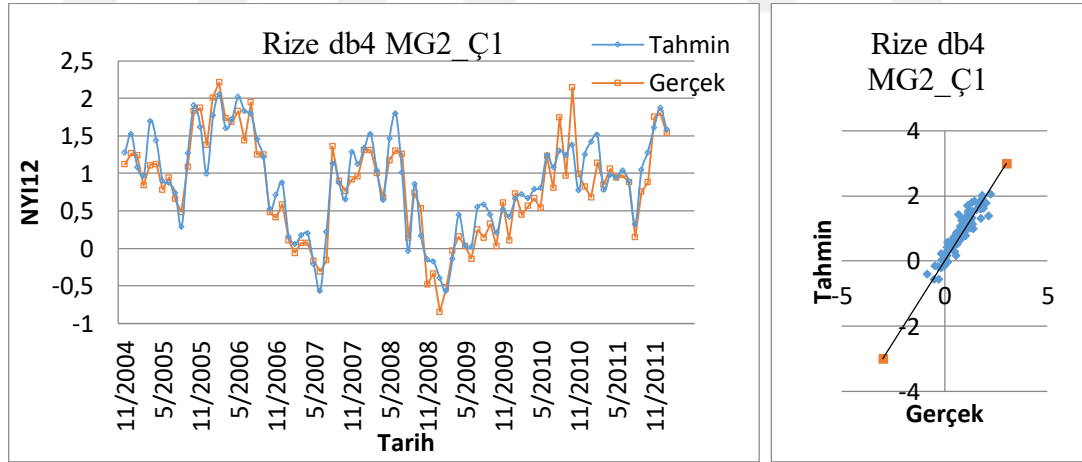
İki aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.78' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak;

bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.78:** Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç1).

| DB4 RİZE MG2 Ç1 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL           | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PEThypLM      | 0.930 | 0.066 | 0.257 | 0.848 |
| 15PEThypLM      | 0.909 | 0.094 | 0.307 | 0.783 |
| 10PEThypLMCG    | 0.870 | 0.273 | 0.522 | 0.371 |
| 10PEThypCG      | 0.927 | 0.067 | 0.259 | 0.847 |
| 10PESigmLM      | 0.811 | 0.166 | 0.408 | 0.618 |
| 8PESigmLM       | 0.909 | 0.077 | 0.276 | 0.824 |
| 8PEThypLM       | 0.923 | 0.086 | 0.292 | 0.803 |
| 12PEThypLM      | 0.851 | 0.326 | 0.570 | 0.251 |

Rize 'nin MG2\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.64' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.64:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

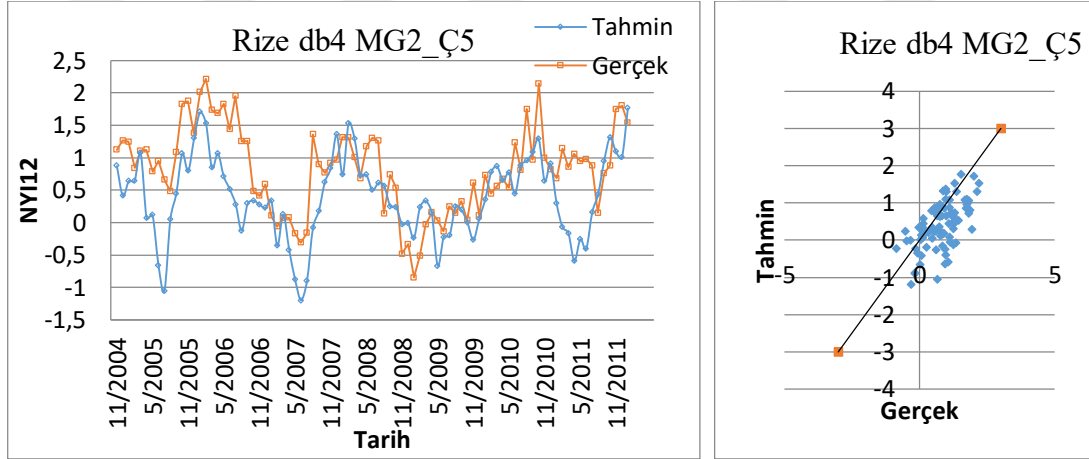
Şekil 4.64' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir. İki aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.79' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik

işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.79:** Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç5).

| DB4 RİZE MG2_Ç5   |              |              |              |               |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S           |
| 10PETHypLM        | 0.366        | 1.465        | 1.211        | -2.370        |
| 15PETHypLM        | 0.340        | 2.236        | 1.495        | -4.141        |
| 10PETHypLMCG      | 0.572        | 1.073        | 1.036        | -1.467        |
| 10PETHypCG        | 0.581        | 0.829        | 0.911        | -0.907        |
| 10PESigmLM        | 0.720        | 1.073        | 1.036        | -1.467        |
| 8PESigmLM         | 0.639        | 0.823        | 0.907        | -0.892        |
| <b>12PESigmLM</b> | <b>0.599</b> | <b>0.501</b> | <b>0.708</b> | <b>-0.153</b> |

Çizelge 4.79' a göre MG2\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 12, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.65' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.65:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.65' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir. Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan iki aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek

için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.80' de verilmiştir.

**Çizelge 4.80:** Rize istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No |            | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| MG2_Ç1   | 10PETHypLM | 0.929 | 0.066 | 0.257 | 0.848  |
| MG2_Ç2   | 12PESigmLM | 0.884 | 0.095 | 0.309 | 0.780  |
| MG2_Ç3   | 10PETHypCG | 0.834 | 0.163 | 0.404 | 0.626  |
| MG2_Ç4   | 10PESigmLM | 0.713 | 0.309 | 0.556 | 0.289  |
| MG2_Ç5   | 12PESigmLM | 0.599 | 0.501 | 0.708 | -0.153 |

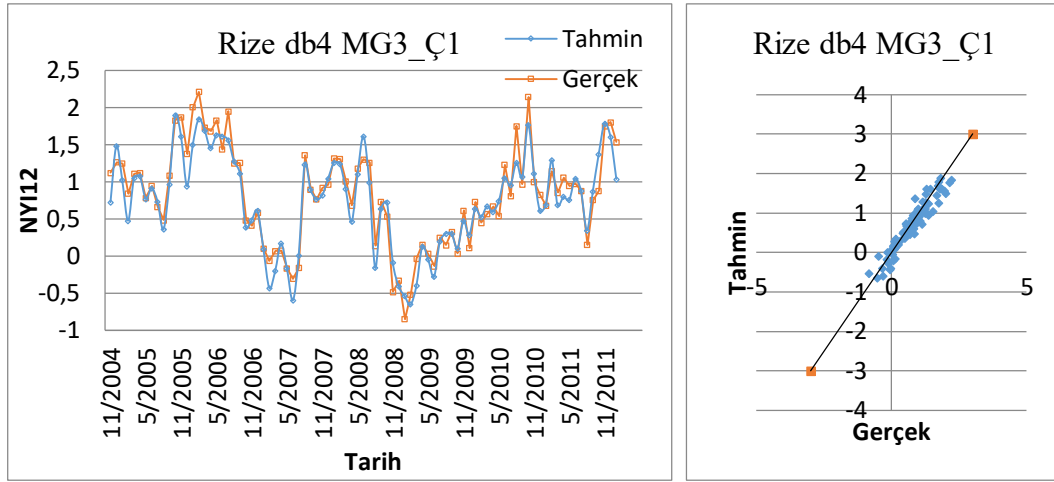
#### Üç aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Üç aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.81' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.81:** Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç1).

| DB4 RİZE MG3_Ç1 |       |       |       |       |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL           | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM      | 0.920 | 0.123 | 0.351 | 0.717 |
| 15PETHypLM      | 0.885 | 0.100 | 0.316 | 0.770 |
| 10PETHypLMCG    | 0.916 | 0.073 | 0.271 | 0.831 |
| 10PETHypCG      | 0.926 | 0.076 | 0.276 | 0.824 |
| 10PESigmLM      | 0.952 | 0.045 | 0.213 | 0.895 |
| 8PESigmLM       | 0.948 | 0.045 | 0.213 | 0.896 |
| 12PESigmLM      | 0.956 | 0.052 | 0.229 | 0.879 |

Rize' nin MG3\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.66' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.66:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.66' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

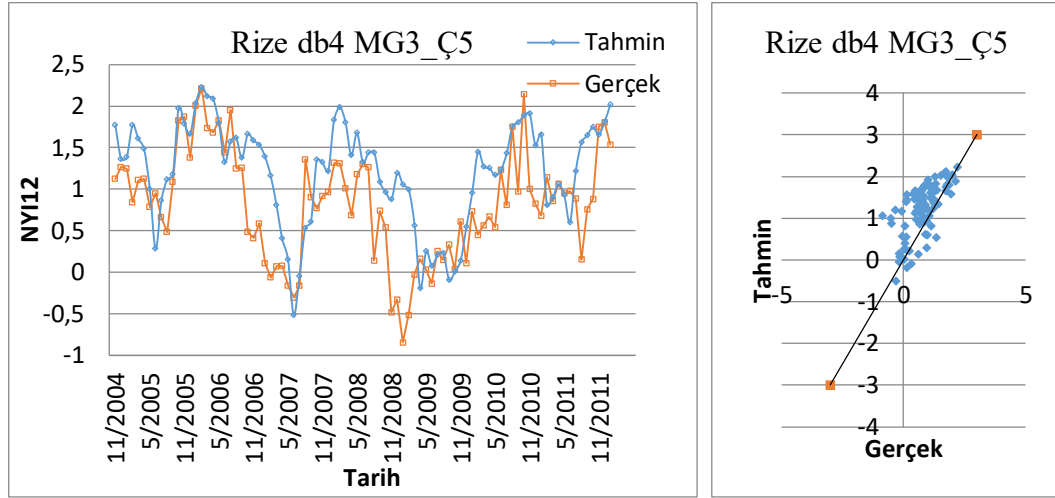
Üç aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.82' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.82:** Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç5).

| DB4 RİZE MG3_Ç5 |       |       |       |        |
|-----------------|-------|-------|-------|--------|
| MODEL           | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
| 10PETHypLM      | 0.390 | 1.293 | 1.137 | -1.974 |
| 15PETHypLM      | 0.393 | 1.200 | 1.096 | -1.760 |
| 10PETHypLMCG    | 0.432 | 1.456 | 1.207 | -2.349 |
| 10PETHypCG      | 0.624 | 0.628 | 0.792 | -0.443 |
| 10PESigmLM      | 0.654 | 0.432 | 0.658 | 0.006  |
| 8PESigmLM       | 0.659 | 0.595 | 0.771 | -0.368 |
| 12PESigmLM      | 0.526 | 1.060 | 1.030 | -1.437 |

Çizelge 4.82' ye göre MG3\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve

gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.67' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.67:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.67' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pık değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan üç aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.83' de verilmiştir.

**Çizelge 4.83:** Rize istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No |            | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG3_Ç1   | 10PESigmLM | 0.952 | 0.045 | 0.213 | 0.895 |
| MG3_Ç2   | 10PESigmLM | 0.867 | 0.115 | 0.340 | 0.735 |
| MG3_Ç3   | 12PESigmLM | 0.779 | 0.177 | 0.421 | 0.593 |
| MG3_Ç4   | 8PESigmLM  | 0.707 | 0.271 | 0.521 | 0.376 |
| MG3_Ç5   | 10PESigmLM | 0.654 | 0.432 | 0.658 | 0.006 |

#### Dört aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

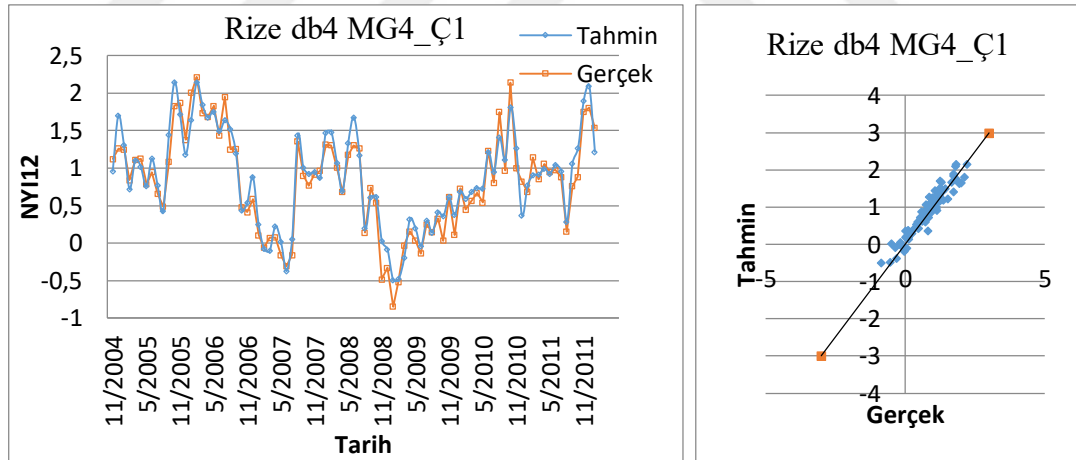
Dört aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.84' te verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak;

bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.84:** Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç1).

| DB4 RİZE MG4 Ç1   |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM        | 0.941        | 0.051        | 0.225        | 0.883        |
| 15PETHypLM        | 0.933        | 0.103        | 0.320        | 0.764        |
| 10PETHypLMCG      | 0.962        | 0.071        | 0.266        | 0.837        |
| 10PETHypCG        | 0.910        | 0.078        | 0.279        | 0.821        |
| <b>10PESigmLM</b> | <b>0.959</b> | <b>0.039</b> | <b>0.197</b> | <b>0.911</b> |
| 8PESigmLM         | 0.930        | 0.316        | 0.562        | 0.274        |
| 12PESigmLM        | 0.841        | 0.246        | 0.496        | 0.434        |

Rize' nin MG4\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.68' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.68:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

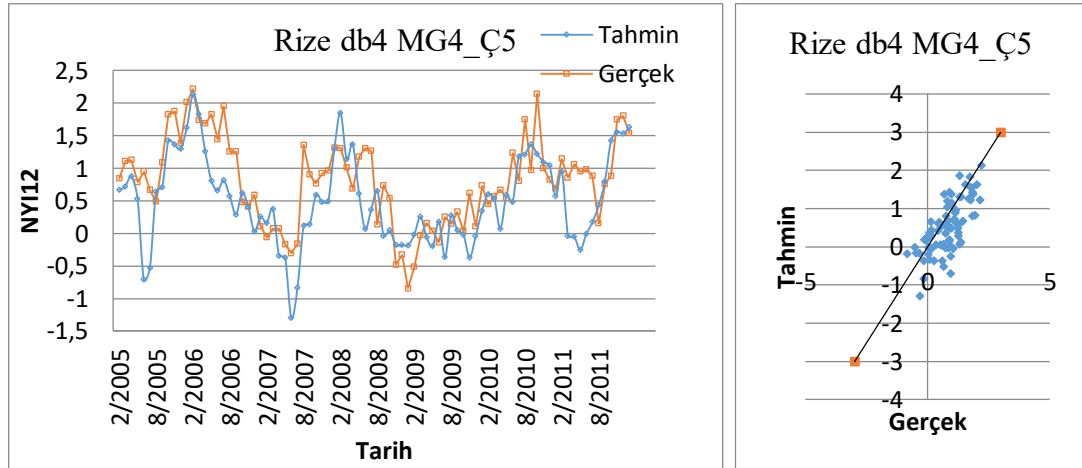
Şekil 4.68' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Dört aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.85' te verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.85:** Rize NYI12 verisinin Db4 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç5).

| DB4 RİZE MG4_Ç5 |              |              |              |              |
|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL           | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM      | 0.509        | 1.024        | 1.012        | -1.302       |
| 15PETHypLM      | 0.266        | 1.579        | 1.256        | -2.552       |
| 10PETHypLMCG    | 0.395        | 1.258        | 1.122        | -1.831       |
| 10PETHypCG      | 0.586        | 0.659        | 0.812        | -0.483       |
| 10PESigLM       | 0.675        | 0.422        | 0.650        | 0.050        |
| <b>8PESigLM</b> | <b>0.700</b> | <b>0.354</b> | <b>0.595</b> | <b>0.203</b> |
| 12PESigLM       | 0.660        | 0.481        | 0.694        | -0.082       |

Çizelge 4.85' e göre MG4\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.69' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.69:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Db4 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.69' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında

görülmektedir. Girdi verisi olarak Db4 dalgacık ayrışımına tabi tutulan dört aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.86' da verilmiştir.

**Çizelge 4.86:** Rize istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG4_Ç1   | 10PESigmLM | 0.959 | 0.039 | 0.197 | 0.911 |
| MG4_Ç2   | 10PESigmLM | 0.888 | 0.103 | 0.321 | 0.763 |
| MG4_Ç3   | 12PETHypCG | 0.852 | 0.141 | 0.376 | 0.675 |
| MG4_Ç4   | 10PESigmLM | 0.707 | 0.234 | 0.483 | 0.463 |
| MG4_Ç5   | 8PESigmLM  | 0.700 | 0.354 | 0.595 | 0.203 |

#### 4.3.2 Rize istasyonu için Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller

##### Bir aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

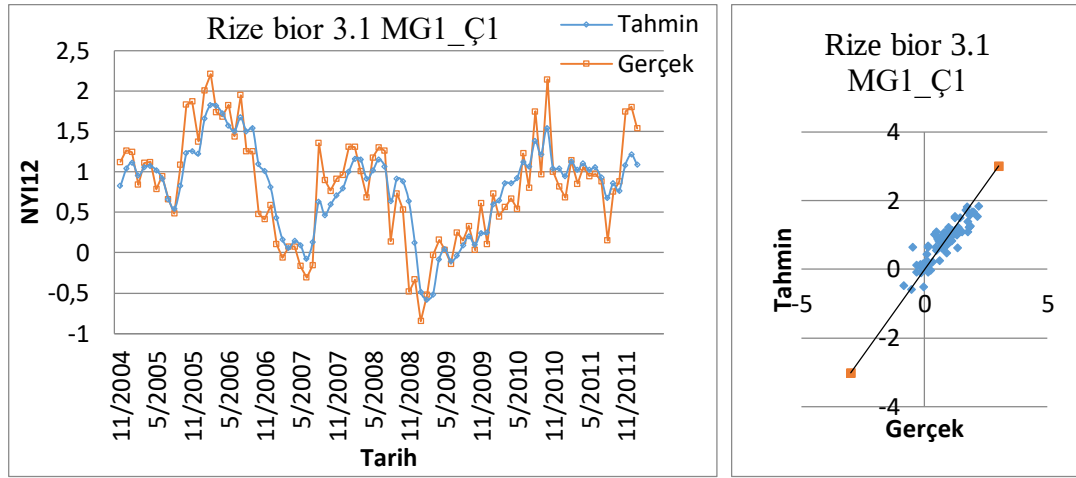
Bir aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.87' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.87:** Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç1).

| BİOR 3.1 RİZE MG1_Ç1 |              |              |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM           | 0.776        | 0.177        | 0.421        | 0.593        |
| 15PETHypLM           | 0.783        | 0.178        | 0.422        | 0.590        |
| 10PETHypLMCG         | 0.745        | 0.414        | 0.643        | 0.048        |
| <b>10PETHypCG</b>    | <b>0.878</b> | <b>0.102</b> | <b>0.319</b> | <b>0.766</b> |
| 10PESigmLM           | 0.794        | 0.191        | 0.437        | 0.562        |
| 8PESigmLM            | 0.848        | 0.139        | 0.373        | 0.680        |

Rize' nin MG1\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri

Şekil 4.70' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.70:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.70' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

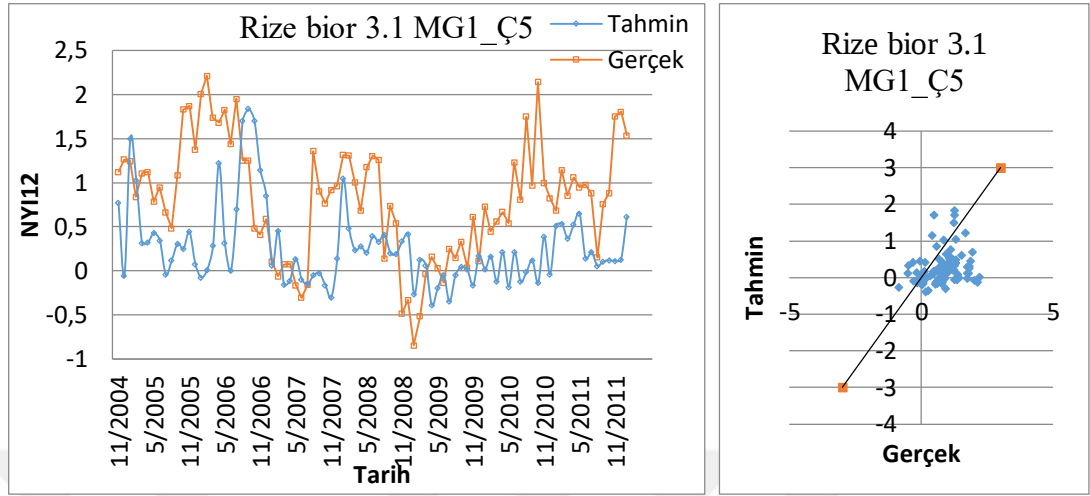
Bir aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.88' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.88:** Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç5).

| BİÖR 3.1 RİZE MG1_Ç5 |        |       |       |        |
|----------------------|--------|-------|-------|--------|
| MODEL                | R      | OKH   | OKHK  | N-S    |
| 10PETHypLM           | -0.097 | 1.692 | 1.301 | -2.891 |
| 15PETHypLM           | -0.035 | 1.391 | 1.179 | -2.198 |
| 10PETHypLMCG         | 0.130  | 1.401 | 1.184 | -2.221 |
| 10PETHypCG           | 0.191  | 0.861 | 0.928 | -0.979 |
| 10PESigmLM           | 0.240  | 0.794 | 0.891 | -0.826 |
| 8PESigmLM            | 0.063  | 1.023 | 1.011 | -1.352 |

Çizelge 4.88' e göre MG1\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg

Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.71' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.71:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.71' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan Bir aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.89' de verilmiştir.

**Çizelge 4.89:** Rize istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| MG1_Ç1   | 10PEThypCG | 0.878 | 0.102 | 0.319 | 0.766  |
| MG1_Ç2   | 8PESigmLM  | 0.687 | 0.248 | 0.498 | 0.431  |
| MG1_Ç3   | 10PEThypCG | 0.487 | 0.430 | 0.656 | 0.011  |
| MG1_Ç4   | 10PESigmLM | 0.403 | 0.460 | 0.678 | -0.057 |
| MG1_Ç5   | 10PESigmLM | 0.240 | 0.794 | 0.891 | -0.826 |

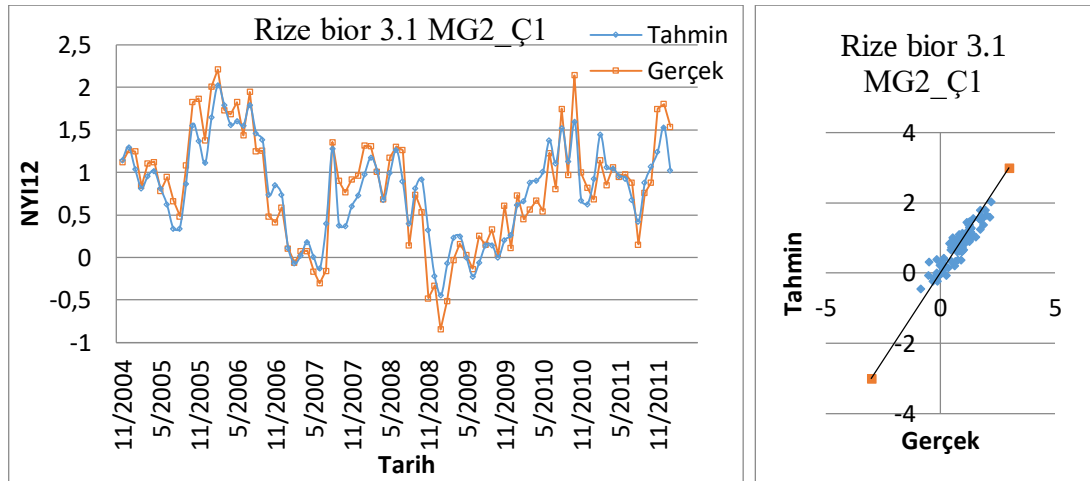
### İki aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

İki aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.90' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.90:** Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç1).

| BİOR 3.1 RİZE MG2_Ç1 |       |       |       |       |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM           | 0.786 | 0.228 | 0.477 | 0.477 |
| 15PETHypLM           | 0.829 | 0.148 | 0.385 | 0.660 |
| 10PETHypLMCG         | 0.771 | 0.182 | 0.426 | 0.583 |
| 10PETHypCG           | 0.879 | 0.101 | 0.317 | 0.769 |
| 10PESigLM            | 0.862 | 0.116 | 0.340 | 0.734 |
| 8PESigLM             | 0.917 | 0.073 | 0.270 | 0.833 |

Rize 'nin MG2\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.72' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



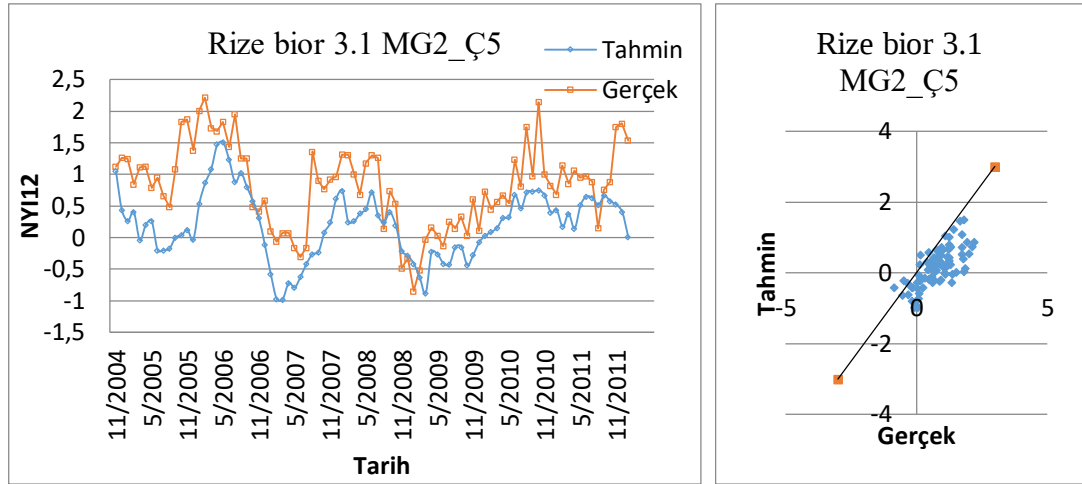
**Şekil 4.72:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.72' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir. İki aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.91' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.91:** Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç5).

| BİOR 3.1 RİZE MG2_Ç5 |              |              |              |               |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| MODEL                | R            | OKH          | OKHK         | N-S           |
| 10PETHypLM           | 0.473        | 0.653        | 0.808        | -0.501        |
| 15PETHypLM           | 0.126        | 1.149        | 1.072        | -1.641        |
| 10PETHypLMCG         | 0.384        | 1.001        | 1.001        | -1.303        |
| <b>10PETHypCG</b>    | <b>0.709</b> | <b>0.593</b> | <b>0.770</b> | <b>-0.362</b> |
| 10PESigmLM           | 0.489        | 0.710        | 0.842        | -0.632        |
| 8PESigmLM            | 0.637        | 0.792        | 0.890        | -0.821        |

Çizelge 4.91' e göre MG2\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.73' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.73:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.73' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir. Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan iki aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.92' de verilmiştir.

**Çizelge 4.92:** Rize istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| MG2_Ç1   | 8PESigmLM  | 0.917 | 0.073 | 0.270 | 0.833  |
| MG2_Ç2   | 10PESigmLM | 0.808 | 0.169 | 0.411 | 0.612  |
| MG2_Ç3   | 10PESigmLM | 0.761 | 0.202 | 0.449 | 0.536  |
| MG2_Ç4   | 8PESigmLM  | 0.672 | 0.273 | 0.522 | 0.373  |
| MG2_Ç5   | 10PETHypCG | 0.709 | 0.593 | 0.770 | -0.362 |

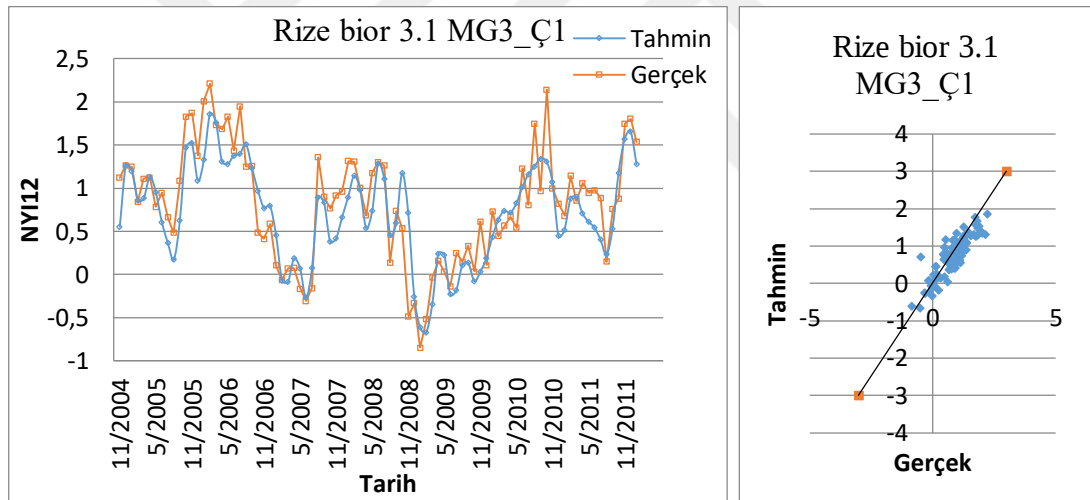
#### Üç aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Üç aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.93' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.93:** Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç1).

| BİOR 3.1 RİZE MG3 Ç1 |              |              |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM           | 0.888        | 0.168        | 0.410        | 0.614        |
| 15PETHypLM           | 0.421        | 0.723        | 0.851        | -0.663       |
| 10PETHypLMCG         | 0.812        | 0.192        | 0.438        | 0.559        |
| <b>10PETHypCG</b>    | <b>0.874</b> | <b>0.114</b> | <b>0.337</b> | <b>0.739</b> |
| 10PESigmLM           | 0.874        | 0.139        | 0.373        | 0.680        |
| 8PESigmLM            | 0.875        | 0.117        | 0.343        | 0.730        |

Rize' nin MG3\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.74' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.74:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.74' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

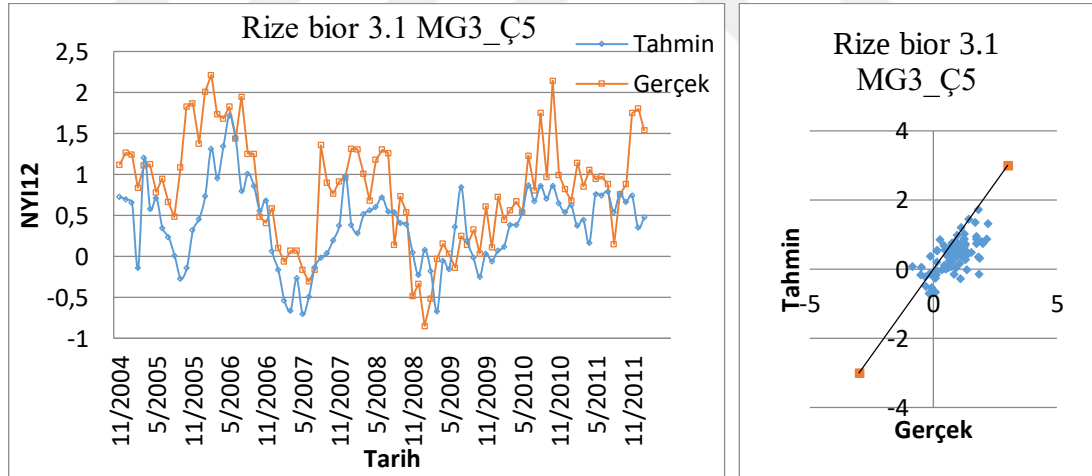
Üç aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.94' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için

farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.94:** Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç5).

| BİOR 3.1 RİZE MG3_Ç5 |              |              |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL                | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM           | 0.549        | 0.715        | 0.845        | -0.643       |
| 15PETHypLM           | 0.140        | 1.419        | 1.191        | -2.262       |
| 10PETHypLMCG         | 0.531        | 1.333        | 1.155        | -2.065       |
| 10PETHypCG           | 0.611        | 0.729        | 0.854        | -0.676       |
| 10PESigLM            | 0.652        | 1.674        | 1.294        | -2.850       |
| <b>8PESigLM</b>      | <b>0.644</b> | <b>0.432</b> | <b>0.657</b> | <b>0.007</b> |

Çizelge 4.94' e göre MG3\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.75' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.75:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.75' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir. Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan üç aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin

etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.95' te verilmiştir.

**Çizelge 4.95:** Rize istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| MG3_Ç1   | 10PETHypCG | 0.874 | 0.114 | 0.337 | 0.739  |
| MG3_Ç2   | 10PETHypCG | 0.814 | 0.189 | 0.435 | 0.565  |
| MG3_Ç3   | 10PESigmLM | 0.721 | 0.222 | 0.471 | 0.490  |
| MG3_Ç4   | 10PETHypCG | 0.614 | 0.451 | 0.672 | -0.037 |
| MG3_Ç5   | 8PESigmLM  | 0.644 | 0.432 | 0.657 | 0.007  |

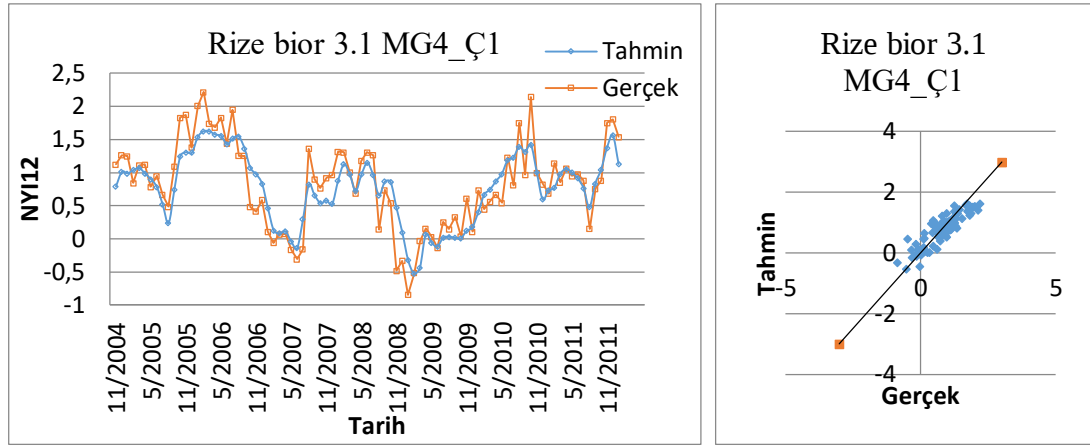
#### Dört aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Dört aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.96' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.96:** Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç1).

| BİOR 3.1 RİZE MG4_Ç1 |       |       |       |       |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL                | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM           | 0.807 | 0.168 | 0.410 | 0.613 |
| 15PETHypLM           | 0.815 | 0.148 | 0.385 | 0.659 |
| 10PETHypLMCG         | 0.677 | 0.329 | 0.573 | 0.244 |
| 10PETHypCG           | 0.883 | 0.101 | 0.319 | 0.767 |
| 10PESigmLM           | 0.810 | 0.150 | 0.387 | 0.655 |
| 8PESigmLM            | 0.896 | 0.110 | 0.331 | 0.748 |

Rize' nin MG4\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.76' te zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.76:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

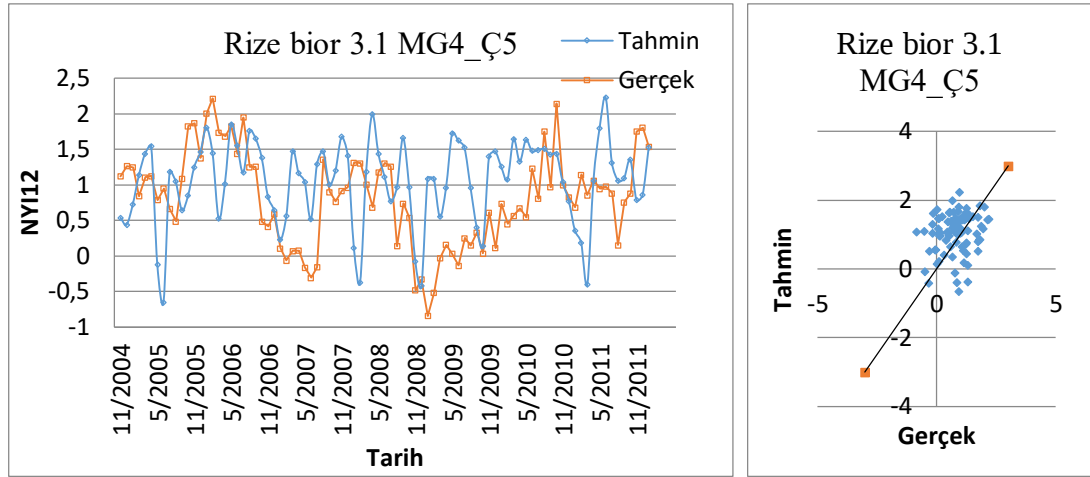
Şekil 4.76' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Dört aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.97' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.97:** Rize NYI12 verisinin Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç5).

| BİÖR RİZE 3.1 MG4_Ç5 |              |              |              |               |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| MODEL                | R            | OKH          | OKHK         | N-S           |
| 10PEThypLM           | 0.386        | 0.819        | 0.905        | -0.882        |
| 15PEThypLM           | 0.327        | 1.828        | 1.352        | -3.204        |
| 10PEThypLMCG         | 0.379        | 0.879        | 0.938        | -1.022        |
| 10PEThypCG           | 0.328        | 1.254        | 1.120        | -1.884        |
| <b>10PESigmLM</b>    | <b>0.188</b> | <b>0.686</b> | <b>0.828</b> | <b>-0.578</b> |
| 8PESigmLM            | 0.320        | 1.340        | 1.158        | -2.082        |

Çizelge 4.97' ye göre MG4\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.77' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.77:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Bior 3.1 dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.77' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pık değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Bior 3.1 dalgacık ayrışımına tabi tutulan dört aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.98' de verilmiştir.

**Çizelge 4.98:** Rize istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH    | OKHK   | N-S    |
|----------|------------|-------|--------|--------|--------|
| MG4_Ç1   | 10PEThypCG | 0.883 | 0.101  | 0.319  | 0.767  |
| MG4_Ç2   | 10PESigmLM | 0.752 | 0.206  | 0.454  | 0.526  |
| MG4_Ç3   | 8PESigmLM  | 0.715 | 0.242  | 0.4920 | 0.443  |
| MG4_Ç4   | 8PESigmLM  | 0.656 | 0.3958 | 0.628  | 0.092  |
| MG4_Ç5   | 10PESigmLM | 0.188 | 0.686  | 0.828  | -0.578 |

#### 4.3.3 Rize istasyonu için Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış modeller

##### Bir aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

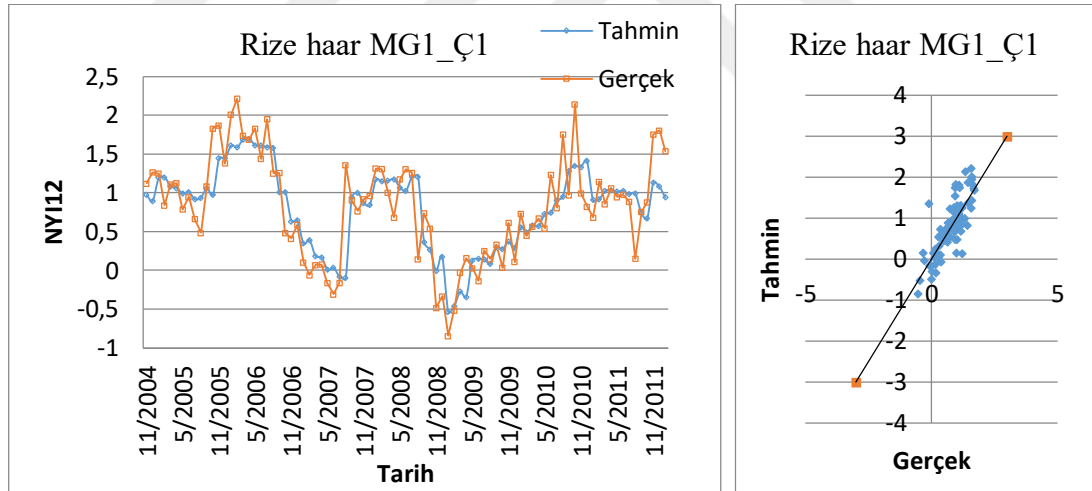
Bir aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.99' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak;

bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.99:** Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç1).

| HAAR RİZE MG1_Ç1  |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM        | 0.788        | 0.211        | 0.459        | 0.515        |
| 15PETHypLM        | 0.775        | 0.207        | 0.455        | 0.524        |
| 10PETHypLMCG      | 0.758        | 0.216        | 0.465        | 0.502        |
| <b>10PETHypCG</b> | <b>0.817</b> | <b>0.145</b> | <b>0.381</b> | <b>0.666</b> |
| 10PESigmLM        | 0.807        | 0.161        | 0.402        | 0.629        |
| 8PESigmLM         | 0.818        | 0.148        | 0.385        | 0.659        |

Rize' nin MG1\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.78' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.78:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.78' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

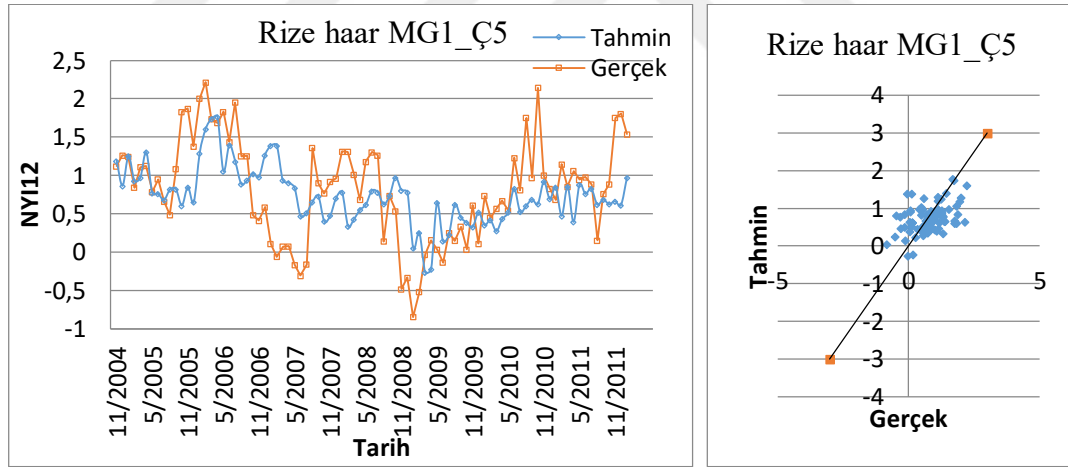
Bir aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.100' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları

için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.100:** Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan bir aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG1\_Ç5).

| HAAR RİZE MG1_Ç5 |        |       |       |        |
|------------------|--------|-------|-------|--------|
| MODEL            | R      | OKH   | OKHK  | N-S    |
| 10PETHypLM       | 0.047  | 1.476 | 1.215 | -2.393 |
| 15PETHypLM       | 0.237  | 1.339 | 1.157 | -2.078 |
| 10PETHypLMCG     | -0.129 | 1.945 | 1.395 | -3.473 |
| 10PETHypCG       | 0.156  | 1.085 | 1.042 | -1.494 |
| 10PESigmLM       | 0.432  | 0.366 | 0.605 | 0.157  |
| 8PESigmLM        | -0.036 | 2.069 | 1.438 | -3.757 |

Çizelge 4.100' e göre MG1\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.79' da zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.79:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.79' da görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir. Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan Bir aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin

etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.101' de verilmiştir.

**Çizelge 4.101:** Rize istasyonu için bir aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterler.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
|----------|------------|-------|-------|-------|-------|
| MG1_Ç1   | 10PETHypCG | 0.817 | 0.145 | 0.381 | 0.666 |
| MG1_Ç2   | 10PETHypCG | 0.760 | 0.194 | 0.440 | 0.797 |
| MG1_Ç3   | 10PESigmLM | 0.709 | 0.230 | 0.479 | 0.472 |
| MG1_Ç4   | 10PESigmLM | 0.563 | 0.303 | 0.550 | 0.304 |
| MG1_Ç5   | 10PESigmLM | 0.432 | 0.366 | 0.605 | 0.157 |

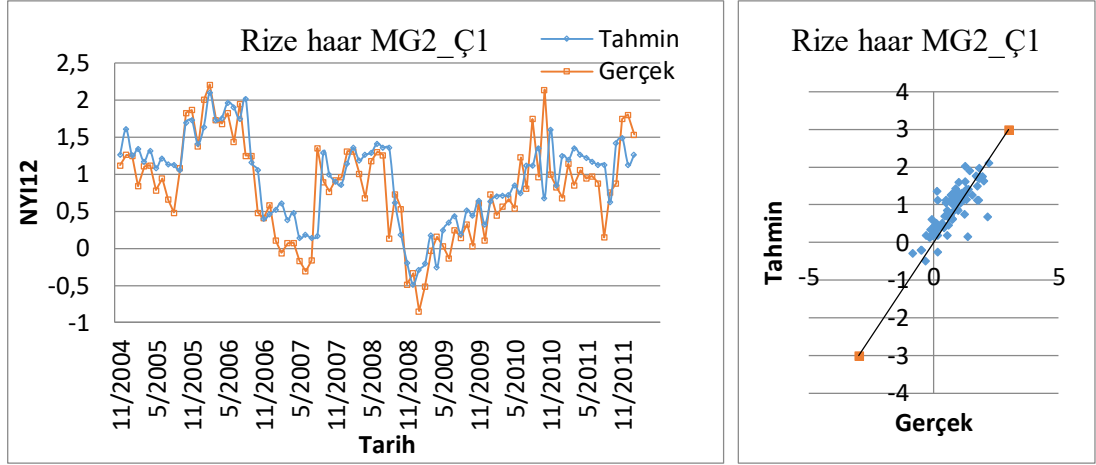
#### İki aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

İki aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.102' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.102:** Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç1).

| HAAR RİZE MG2_Ç1 |       |       |       |       |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| MODEL            | R     | OKH   | OKHK  | N-S   |
| 10PETHypLM       | 0.774 | 0.261 | 0.511 | 0.399 |
| 15PETHypLM       | 0.805 | 0.177 | 0.420 | 0.594 |
| 10PETHypLMCG     | 0.783 | 0.576 | 0.759 | -0.32 |
| 10PETHypCG       | 0.835 | 0.134 | 0.367 | 0.691 |
| 10PESigmLM       | 0.803 | 0.175 | 0.419 | 0.597 |
| 8PESigmLM        | 0.763 | 0.391 | 0.625 | 0.101 |

Rize' nin MG2\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.80' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.80:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

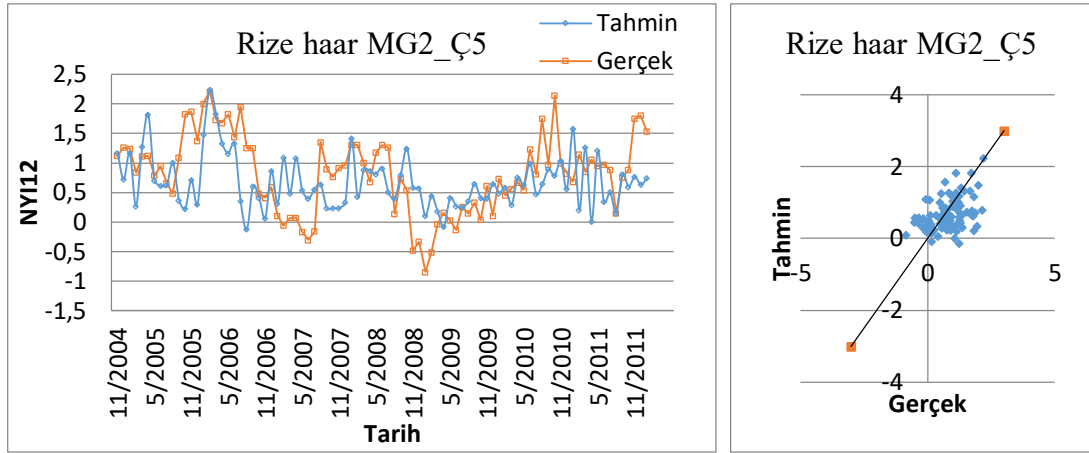
Şekil 4.80' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

İki aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.103' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.103:** Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan iki aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG2\_Ç5).

| HAAR RİZE MG2_Ç5 |              |              |              |              |
|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL            | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM       | 0.161        | 1.609        | 1.269        | -2.700       |
| 15PETHypLM       | 0.386        | 1.052        | 1.026        | -1.419       |
| 10PETHypLMCG     | 0.320        | 1.320        | 1.149        | -2.035       |
| 10PETHypCG       | 0.313        | 1.096        | 1.047        | -1.519       |
| <b>10PESigLM</b> | <b>0.398</b> | <b>0.418</b> | <b>0.646</b> | <b>0.039</b> |
| 8PESigLM         | 0.268        | 0.814        | 0.902        | -0.872       |

Çizelge 4.103' e göre MG2\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.81' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.81:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan iki aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.81' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan iki aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.104' te verilmiştir.

**Çizelge 4.104:** Rize istasyonu için iki aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| MG2_Ç1   | 10PESigmLM | 0.803 | 0.175 | 0.419 | 0.597  |
| MG2_Ç2   | 10PEThypCG | 0.744 | 0.210 | 0.458 | 0.517  |
| MG2_Ç3   | 10PESigmLM | 0.610 | 0.276 | 0.525 | 0.366  |
| MG2_Ç4   | 10PESigmLM | 0.564 | 0.444 | 0.667 | -0.022 |
| MG2_Ç5   | 10PESigmLM | 0.398 | 0.418 | 0.646 | 0.039  |

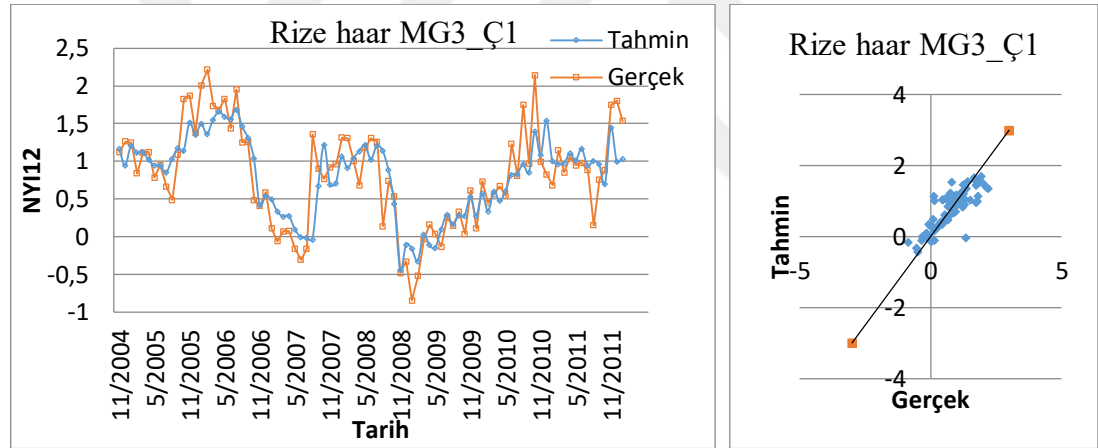
#### Üç aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Üç aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.105' te verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.105:** Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç1).

| HAAR RİZE MG3_Ç1  |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM        | 0.719        | 0.3415       | 0.584        | 0.217        |
| 15PETHypLM        | 0.648        | 0.399        | 0.632        | 0.082        |
| 10PETHypLMCG      | 0.727        | 0.322        | 0.568        | 0.259        |
| <b>10PETHypCG</b> | <b>0.830</b> | <b>0.136</b> | <b>0.370</b> | <b>0.685</b> |
| 10PESigmLM        | 0.811        | 0.391        | 0.626        | 0.100        |
| 8PESigmLM         | 0.826        | 0.180        | 0.424        | 0.587        |

Rize' nin MG3\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.82' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.82:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

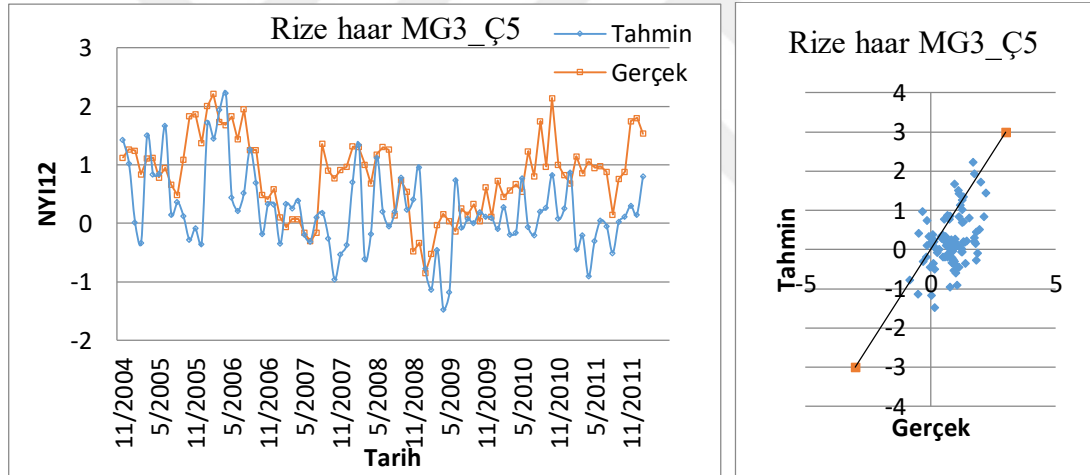
Şekil 4.82' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

Üç aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.106' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.106:** Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan üç aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG3\_Ç5).

| HAAR RİZE MG3_Ç5  |              |              |              |               |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S           |
| 10PETHypLM        | 0.275        | 1.550        | 1.245        | -2.564        |
| 15PETHypLM        | 0.334        | 2.044        | 1.430        | -3.699        |
| 10PETHypLMCG      | 0.343        | 1.487        | 1.219        | -2.419        |
| <b>10PETHypCG</b> | <b>0.412</b> | <b>0.887</b> | <b>0.942</b> | <b>-1.040</b> |
| 10PESigmLM        | 0.316        | 0.966        | 0.983        | -1.221        |
| 8PESigmLM         | 0.365        | 0.975        | 0.987        | -1.241        |

Çizelge 4.106' ya göre MG3\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.83' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.83:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan üç aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.83' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir.

Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan üç aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.107' de verilmiştir.

**Çizelge 4.107:** Rize istasyonu için üç aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| MG3_Ç1   | 10PETHypCG | 0.830 | 0.137 | 0.370 | 0.685  |
| MG3_Ç2   | 10PETHypCG | 0.803 | 0.168 | 0.410 | 0.613  |
| MG3_Ç3   | 10PETHypCG | 0.611 | 0.423 | 0.650 | 0.028  |
| MG3_Ç4   | 8PESigmLM  | 0.466 | 0.420 | 0.648 | 0.034  |
| MG3_Ç5   | 10PETHypCG | 0.412 | 0.887 | 0.942 | -1.040 |

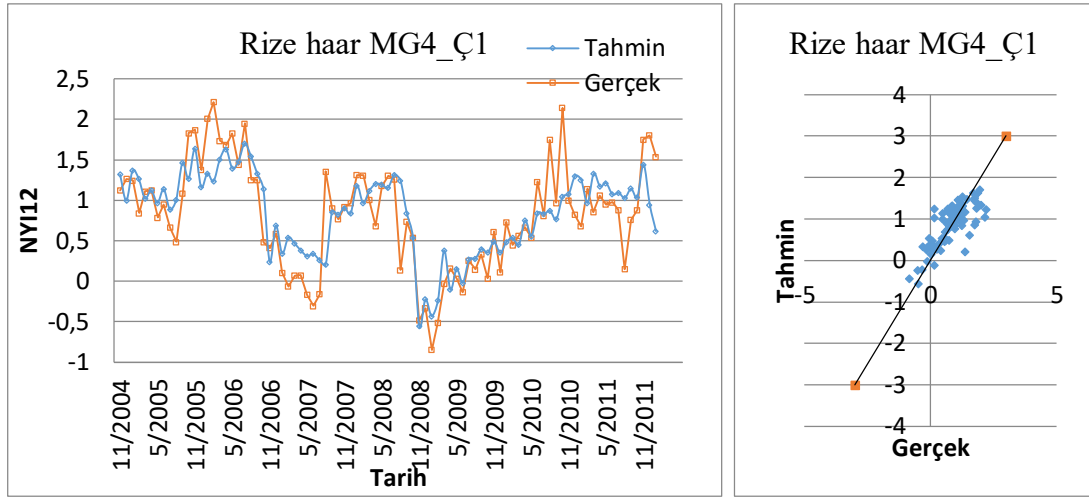
Dört aylık girdi verisi kullanılarak oluşturulan modeller

Dört aylık girdi verisi kullanılarak bir sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.108' de verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.108:** Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve bir sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç1).

| HAAR RİZE MG4_Ç1  |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| MODEL             | R            | OKH          | OKHK         | N-S          |
| 10PETHypLM        | 0.666        | 0.361        | 0.601        | 0.171        |
| 15PETHypLM        | 0.734        | 0.361        | 0.601        | 0.170        |
| 10PETHypLMCG      | 0.711        | 0.322        | 0.567        | 0.260        |
| <b>10PETHypCG</b> | <b>0.786</b> | <b>0.168</b> | <b>0.410</b> | <b>0.614</b> |
| 10PESigmLM        | 0.826        | 0.184        | 0.429        | 0.577        |
| 8PESigmLM         | 0.761        | 0.279        | 0.528        | 0.358        |

Rize' nin MG4\_Ç1 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 10, transfer fonksiyonu Tanjant Hiperbolik Axon, öğrenme kuralı Conjugate Gradient olduğu gözlemlenmiştir. Bu modele ait olan YSA tahmini ve gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.84' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.84:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin bir ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.84' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilen değerler arasında oldukça iyi bir uyum gözlenmiş maksimum ve minimum değerler oldukça iyi tahmin edilmiş bu durum saçılma diyagramının  $45^0$  lik doğru etrafında dağılmasıyla da gözlemlenmiştir.

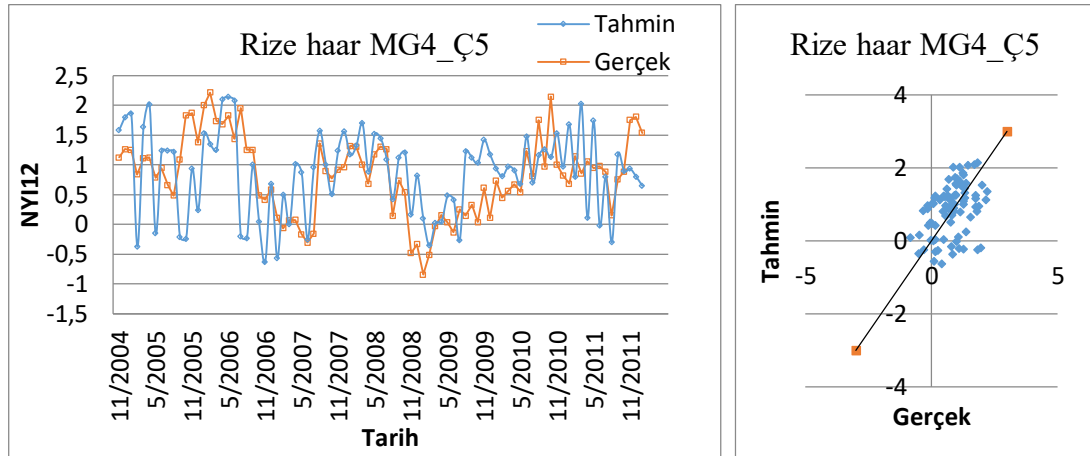
Dört aylık veriler kullanılarak beş sonraki ayın kuraklık tahminleri için oluşturulmuş YSA modelleri Çizelge 4.109' da verilmiştir. Bu çizelgede değişik işlemci sayıları için farklı eğitim algoritmaları ile çeşitli YSA modelleri kurularak; bu modellere farklı istatistiksel kriterler uygulanmış ve böylece en iyi model tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.109:** Rize NYI12 verisinin Haar dalgacık ayrıştırmasıyla kurulmuş olan dört aylık girdi ve beş sonraki ayın tahminleri için oluşturulan YSA modelleri (MG4\_Ç5).

| HAAR RİZE MG4_Ç5 |              |              |              |               |
|------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| MODEL            | R            | OKH          | OKHK         | N-S           |
| 10PETHypLM       | 0.212        | 1.943        | 1.394        | -3.468        |
| 15PETHypLM       | 0.156        | 1.832        | 1.354        | -3.213        |
| 10PETHypLMCG     | 0.220        | 2.291        | 1.514        | -4.267        |
| 10PETHypCG       | 0.415        | 1.103        | 1.050        | -1.537        |
| 10PESigmLM       | 0.534        | 0.618        | 0.786        | -0.421        |
| <b>8PESigmLM</b> | <b>0.404</b> | <b>0.547</b> | <b>0.740</b> | <b>-0.258</b> |

Çizelge 4.109' a göre MG4\_Ç5 modeli için en uygun sonucu veren; ara katman eleman sayısı 8, transfer fonksiyonu Sigmoid Axon, öğrenme kuralı Levenberg Marquardt olan YSA modeli bulunmuştur. Bu modele ait olan YSA tahmini ve

gerçek ölçüm değerleri Şekil 4.85' de zamana göre değişimleri ve saçılma diyagramları karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



**Şekil 4.85:** Rize istasyonu 12 aylık NYI kuraklık indisinin Haar dalgacık yöntemiyle ayrıştırılmış olan dört aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahmini ve ölçülmüş değerlerin karşılaştırılması.

Şekil 4.85' de görüldüğü gibi ölçülmüş ve tahmin edilmiş model sonuçları arasında iyi bir uyum gözlenmemiştir. Pik değerlerde sapmalar gözlemlenmiştir. Minimum değerlerin tahmininde başarı oranı düşüktür. Bu durum saçılma diyagramında görülmektedir. Girdi verisi olarak Haar dalgacık ayrışımına tabi tutulan dört aylık Rize NYI12 verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonraki kuraklık indislerini tahmin etmek için kurulan YSA modelleri arasında bulunan en iyi YSA modelleri Çizelge 4.110' da verilmiştir.

**Çizelge 4.110:** Rize istasyonu için dört aylık girdi verisi kullanılarak 1, 2, 3, 4 ve 5 ay sonrası tahmin edilen kuraklık indisleri için bulunan en iyi YSA modelleri ve istatistiksel kriterleri.

| Model No | MODEL      | R     | OKH   | OKHK  | N-S    |
|----------|------------|-------|-------|-------|--------|
| MG4_Ç1   | 10PETHypCG | 0.786 | 0.168 | 0.410 | 0.614  |
| MG4_Ç2   | 8PESigmLM  | 0.763 | 0.195 | 0.442 | 0.552  |
| MG4_Ç3   | 10PETHypCG | 0.619 | 0.480 | 0.693 | -0.104 |
| MG4_Ç4   | 10PESigmLM | 0.594 | 0.285 | 0.534 | 0.344  |
| MG4_Ç5   | 8PESigmLM  | 0.404 | 0.547 | 0.740 | -0.258 |

#### 4.4 Tartışma

Bu bölümde her bir istasyonda oluşturulan 20 adet modelin farklı dalgacık ayrıştırma fonksiyonlarındaki performanslarının korelasyon katsayısı ve Nash-Sutcliffe (N-S) kriteri ile değerlendirilmeleri verilmiştir.

Karapınar istasyonuna ait NYI12 kuraklık verisi için Db4, Bior 3.1 ve Haar dalgacık ayrışimlarıyla oluşturulan en iyi modellerin korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi Çizelge 4.111' de ve N-S kriteriyle karşılaştırılması Çizelge 4.112 de verilmiştir.

**Çizelge 4.111:** Karapınar istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi.

| KARAPINAR |           |              |       |              |       |            |       |
|-----------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|------------|-------|
| Model no  | Model adı | DB4          | R     | BiOR 3.1     | R     | HAAR       | R     |
| M1        | MG1_Ç1    | 8PEThypCG    | 0.953 | 8PESigmLM    | 0.941 | 10PEThypCG | 0.923 |
| M2        | MG1_Ç2    | 8PESigmLM    | 0.887 | 10PESigmLM   | 0.868 | 8PESigmLM  | 0.845 |
| M3        | MG1_Ç3    | 10PESigmLM   | 0.790 | 10PEThypCG   | 0.775 | 10PESigmLM | 0.783 |
| M4        | MG1_Ç4    | 8PESigmLM    | 0.703 | 10PEThypCG   | 0.669 | 10PEThypCG | 0.700 |
| M5        | MG1_Ç5    | 12PEThypCG   | 0.597 | 10PEThypCG   | 0.496 | 10PEThypCG | 0.615 |
| M6        | MG2_Ç1    | 8PEThypLMCG  | 0.978 | 10PESigmLM   | 0.973 | 10PEThypLM | 0.932 |
| M7        | MG2_Ç2    | 12PEThypCG   | 0.955 | 10PEThypCG   | 0.934 | 8PESigmLM  | 0.849 |
| M8        | MG2_Ç3    | 10PEThypCG   | 0.928 | 8PESigmLM    | 0.910 | 10PEThypCG | 0.737 |
| M9        | MG2_Ç4    | 10PESigmLM   | 0.811 | 8PESigmLM    | 0.871 | 8PESigmLM  | 0.713 |
| M10       | MG2_Ç5    | 10PESigmLM   | 0.753 | 10PEThypCG   | 0.791 | 10PESigmLM | 0.612 |
| M11       | MG3_Ç1    | 12PESigmLM   | 0.982 | 10PEThypLMCG | 0.970 | 10PEThypCG | 0.932 |
| M12       | MG3_Ç2    | 12PEThypCG   | 0.958 | 10PESigmLM   | 0.895 | 10PESigmLM | 0.868 |
| M13       | MG3_Ç3    | 10PESigmLM   | 0.919 | 8PESigmLM    | 0.912 | 8PESigmLM  | 0.786 |
| M14       | MG3_Ç4    | 10PESigmLM   | 0.820 | 10PEThypCG   | 0.838 | 10PEThypCG | 0.715 |
| M15       | MG3_Ç5    | 10PEThypLMCG | 0.806 | 8PESigmLM    | 0.756 | 10PEThypCG | 0.637 |
| M16       | MG4_Ç1    | 10PESigmLM   | 0.985 | 10PEThypLM   | 0.953 | 10PEThypCG | 0.920 |
| M17       | MG4_Ç2    | 8PEThypLMCG  | 0.943 | 10PESigmLM   | 0.941 | 10PEThypCG | 0.874 |
| M18       | MG4_Ç3    | 8PEThypCG    | 0.920 | 10PEThypCG   | 0.890 | 10PESigmLM | 0.799 |
| M19       | MG4_Ç4    | 10PEThypLM   | 0.821 | 8PESigmLM    | 0.866 | 8PESigmLM  | 0.678 |
| M20       | MG4_Ç5    | 10PEThypCG   | 0.799 | 10PEThypCG   | 0.771 | 8PESigmLM  | 0.616 |

**Çizelge 4.112:** Karapınar istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin N-S ile değerlendirilmesi.

| KARAPINAR |           |              |       |              |       |            |       |
|-----------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|------------|-------|
| Model no  | Model adı | DB4          | N-S   | BİOR 3.1     | N-S   | HAAR       | N-S   |
| M1        | MG1_Ç1    | 8PETHypCG    | 0.906 | 8PESigmLM    | 0.879 | 10PETHypCG | 0.850 |
| M2        | MG1_Ç2    | 8PESigmLM    | 0.783 | 10PESigmLM   | 0.726 | 8PESigmLM  | 0.652 |
| M3        | MG1_Ç3    | 10PESigmLM   | 0.616 | 10PETHypCG   | 0.565 | 10PESigmLM | 0.538 |
| M4        | MG1_Ç4    | 8PESigmLM    | 0.435 | 10PETHypCG   | 0.401 | 10PETHypCG | 0.434 |
| M5        | MG1_Ç5    | 12PETHypCG   | 0.330 | 10PETHypCG   | 0.231 | 10PETHypCG | 0.268 |
| M6        | MG2_Ç1    | 8PETHypLMCG  | 0.956 | 10PESigmLM   | 0.940 | 10PETHypLM | 0.866 |
| M7        | MG2_Ç2    | 12PETHypCG   | 0.911 | 10PETHypCG   | 0.863 | 8PESigmLM  | 0.719 |
| M8        | MG2_Ç3    | 10PETHypCG   | 0.859 | 8PESigmLM    | 0.805 | 10PETHypCG | 0.541 |
| M9        | MG2_Ç4    | 10PESigmLM   | 0.631 | 8PESigmLM    | 0.743 | 8PESigmLM  | 0.415 |
| M10       | MG2_Ç5    | 10PESigmLM   | 0.514 | 10PETHypCG   | 0.622 | 10PESigmLM | 0.297 |
| M11       | MG3_Ç1    | 12PESigmLM   | 0.964 | 10PETHypLMCG | 0.925 | 10PETHypCG | 0.869 |
| M12       | MG3_Ç2    | 12PETHypCG   | 0.914 | 10PESigmLM   | 0.885 | 10PESigmLM | 0.751 |
| M13       | MG3_Ç3    | 10PESigmLM   | 0.834 | 8PESigmLM    | 0.810 | 8PESigmLM  | 0.607 |
| M14       | MG3_Ç4    | 10PESigmLM   | 0.653 | 10PETHypCG   | 0.701 | 10PETHypCG | 0.497 |
| M15       | MG3_Ç5    | 10PETHypLMCG | 0.594 | 8PESigmLM    | 0.560 | 10PETHypCG | 0.375 |
| M16       | MG4_Ç1    | 10PESigmLM   | 0.970 | 10PETHypLM   | 0.908 | 10PETHypCG | 0.842 |
| M17       | MG4_Ç2    | 8PETHypLMCG  | 0.888 | 10PESigmLM   | 0.882 | 10PETHypCG | 0.763 |
| M18       | MG4_Ç3    | 8PETHypCG    | 0.846 | 10PETHypCG   | 0.755 | 10PESigmLM | 0.614 |
| M19       | MG4_Ç4    | 10PETHypLM   | 0.644 | 8PESigmLM    | 0.736 | 8PESigmLM  | 0.450 |
| M20       | MG4_Ç5    | 10PETHypCG   | 0.596 | 10PETHypCG   | 0.594 | 8PESigmLM  | 0.297 |

Çalışmanın sonucuna bağlı olarak çalışmada kullanılan düşük varyansa sahip ve yüksek varyansa sahip veriler neticesinde farklı dalgacık ayrıştırmalarının sonuçlara olan etkisi bu kısımda incelenmiştir. Orta dereceli varyansa sahip Karapınar istasyonunda Db4 dalgacık ayrışımı kullanıldığında oluşturulan modellerin performansı korelasyon katsayısına göre diğer modellere oranla daha başarılı olduğu görülmektedir. N-S kriterinde de benzer başarıyı görebiliriz. İkinci sırada Bior 3.1 dalgacık ayrışımı alıyor. Haar dalgacık ayrışımı başarı gösteremiyor.

Manisa istasyonuna ait NYI12 kuraklık verisi için Db4, Bior 3.1 ve Haar dalgacık ayrışimlarıyla oluşturulan en iyi modellerin korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi Çizelge 4.113' de ve N-S kriteriyle değerlendirilmesi Çizelge 4.114' de verilmiştir.

**Çizelge 4.113:** Manisa istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi.

| MANİSA   |           |            |       |              |       |            |       |
|----------|-----------|------------|-------|--------------|-------|------------|-------|
| Model no | Model adı | DB4        | R     | BİOR 3.1     | R     | HAAR       | R     |
| M1       | MG1_Ç1    | 12PEThypCG | 0.947 | 10PEThypCG   | 0.946 | 10PEThypCG | 0.926 |
| M2       | MG1_Ç2    | 10PEThypCG | 0.892 | 8PESigLM     | 0.863 | 8PESigLM   | 0.797 |
| M3       | MG1_Ç3    | 10PEThypCG | 0.806 | 10PEThypCG   | 0.718 | 8PESigLM   | 0.739 |
| M4       | MG1_Ç4    | 12PESigLM  | 0.717 | 10PEThypLMCG | 0.677 | 10PEThypCG | 0.683 |
| M5       | MG1_Ç5    | 8PESigLM   | 0.650 | 10PEThypLM   | 0.592 | 10PEThypCG | 0.612 |
| M6       | MG2_Ç1    | 12PESigLM  | 0.964 | 8PESigLM     | 0.969 | 10PEThypCG | 0.934 |
| M7       | MG2_Ç2    | 12PESigLM  | 0.948 | 10PEThypCG   | 0.933 | 10PEThypCG | 0.874 |
| M8       | MG2_Ç3    | 12PEThypCG | 0.925 | 8PESigLM     | 0.846 | 10PESigLM  | 0.784 |
| M9       | MG2_Ç4    | 10PEThypCG | 0.824 | 10PESigLM    | 0.792 | 10PEThypCG | 0.702 |
| M10      | MG2_Ç5    | 10PESigLM  | 0.753 | 10PESigLM    | 0.595 | 10PEThypCG | 0.666 |
| M11      | MG3_Ç1    | 10PESigLM  | 0.981 | 10PEThypCG   | 0.956 | 10PEThypCG | 0.935 |
| M12      | MG3_Ç2    | 12PESigLM  | 0.950 | 10PESigLM    | 0.902 | 10PEThypCG | 0.909 |
| M13      | MG3_Ç3    | 8PESigLM   | 0.923 | 10PEThypCG   | 0.843 | 10PEThypCG | 0.810 |
| M14      | MG3_Ç4    | 10PEThypCG | 0.813 | 8PESigLM     | 0.823 | 10PESigLM  | 0.717 |
| M15      | MG3_Ç5    | 12PESigLM  | 0.701 | 10PEThypCG   | 0.718 | 10PEThypCG | 0.661 |
| M16      | MG4_Ç1    | 10PESigLM  | 0.983 | 10PEThypCG   | 0.957 | 10PEThypCG | 0.941 |
| M17      | MG4_Ç2    | 10PESigLM  | 0.944 | 10PEThypCG   | 0.947 | 10PESigLM  | 0.878 |
| M18      | MG4_Ç3    | 10PESigLM  | 0.910 | 10PESigLM    | 0.887 | 10PEThypCG | 0.820 |
| M19      | MG4_Ç4    | 12PEThypCG | 0.817 | 8PESigLM     | 0.865 | 10PESigLM  | 0.602 |
| M20      | MG4_Ç5    | 8PESigLM   | 0.694 | 8PESigLM     | 0.768 | 10PEThypCG | 0.706 |

Çizelge 4.113' e göre yüksek varyansa sahip Manisa istasyonunda farklı dalgacık ayrıştırıcıları ile korelasyon katsayısı kriterine göre değerlendirilmesinde Db4 dalgacık ayrıştırmasında 14 adet, Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasına göre 7 adet başarılı model bulunmuştur. Haar dalgacık ayrıştırmasına göre ise başarılı model bulunamamıştır. Bu karşılaştırmaya göre Db4 dalgacık ayrıştırması ile kurulan modellerin performansı diğer dalgacık ayrıştırıcılarına göre kurulan modellere kıyasla daha başarılı olmuştur.

**Çizelge 4.114:** Manisa istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin N-S ile değerlendirilmesi

| MANİSA   |           |            |       |              |       |            |       |
|----------|-----------|------------|-------|--------------|-------|------------|-------|
| Model no | Model adı | DB4        | N-S   | BİOR 3.1     | N-S   | HAAR       | N-S   |
| M1       | MG1_Ç1    | 12PEThypCG | 0.897 | 10PEThypCG   | 0.891 | 10PEThypCG | 0.857 |
| M2       | MG1_Ç2    | 10PEThypCG | 0.783 | 8PESigLM     | 0.742 | 8PESigLM   | 0.731 |
| M3       | MG1_Ç3    | 10PEThypCG | 0.604 | 10PEThypCG   | 0.391 | 8PESigLM   | 0.527 |
| M4       | MG1_Ç4    | 12PESigLM  | 0.322 | 10PEThypLMCG | 0.326 | 10PEThypCG | 0.387 |
| M5       | MG1_Ç5    | 8PESigLM   | 0.375 | 10PEThypLM   | 0.165 | 10PEThypCG | 0.239 |
| M6       | MG2_Ç1    | 12PESigLM  | 0.926 | 8PESigLM     | 0.939 | 10PEThypCG | 0.873 |
| M7       | MG2_Ç2    | 12PESigLM  | 0.888 | 10PEThypCG   | 0.868 | 10PEThypCG | 0.754 |
| M8       | MG2_Ç3    | 12PEThypCG | 0.848 | 8PESigLM     | 0.647 | 10PESigLM  | 0.564 |
| M9       | MG2_Ç4    | 10PEThypCG | 0.642 | 10PESigLM    | 0.559 | 10PEThypCG | 0.357 |
| M10      | MG2_Ç5    | 10PESigLM  | 0.474 | 10PESigLM    | 0.348 | 10PEThypCG | 0.283 |
| M11      | MG3_Ç1    | 10PESigLM  | 0.960 | 10PEThypCG   | 0.903 | 10PEThypCG | 0.869 |
| M12      | MG3_Ç2    | 12PESigLM  | 0.893 | 10PESigLM    | 0.807 | 10PEThypCG | 0.816 |
| M13      | MG3_Ç3    | 8PESigLM   | 0.832 | 10PEThypCG   | 0.692 | 10PEThypCG | 0.612 |
| M14      | MG3_Ç4    | 10PEThypCG | 0.634 | 8PESigLM     | 0.672 | 10PESigLM  | 0.361 |
| M15      | MG3_Ç5    | 12PESigLM  | 0.376 | 10PEThypCG   | 0.451 | 10PEThypCG | 0.226 |
| M16      | MG4_Ç1    | 10PESigLM  | 0.964 | 10PEThypCG   | 0.914 | 10PEThypCG | 0.883 |
| M17      | MG4_Ç2    | 10PESigLM  | 0.880 | 10PEThypCG   | 0.880 | 10PESigLM  | 0.756 |
| M18      | MG4_Ç3    | 10PESigLM  | 0.822 | 10PESigLM    | 0.750 | 10PEThypCG | 0.636 |
| M19      | MG4_Ç4    | 12PEThypCG | 0.648 | 8PESigLM     | 0.669 | 10PESigLM  | 0.244 |
| M20      | MG4_Ç5    | 8PESigLM   | 0.410 | 8PESigLM     | 0.567 | 10PEThypCG | 0.321 |

Çizelge 4.114' e göre yüksek varyasyona sahip Manisa istasyonunda farklı dalgacık ayrıştırıcıları ile N-S kriterine göre değerlendirilmesinde Db4 dalgacık ayrıştırmasında 14 adet, Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasına göre 6 adet, Haar dalgacık ayrıştırmasına göre ise 1 tane başarılı model bulunmuştur. Bu karşılaştırmaya göre Db4 dalgacık ayrıştırması ile kurulan modellerin performansı diğer dalgacık ayrıştırıcılarına göre kurulan modellere kıyasla daha başarılı olmuştur.

Rize istasyonuna ait NYI12 kuraklık verisi için Db4, Bior 3.1 ve Haar dalgacık ayrıştırıcılarıyla oluşturulan en iyi modellerin korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi Çizelge 4.115' te ve N-S kriteriyle değerlendirilmesi Çizelge 4.116' da verilmiştir.

**Çizelge 4.115:** Rize istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi.

| RİZE     |           |            |       |            |       |            |       |
|----------|-----------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| Model no | Model adı | DB4        | R     | BİOR 3.1   | R     | HAAR       | R     |
| M1       | MG1_Ç1    | 12PETHypCG | 0.918 | 10PETHypCG | 0.878 | 10PETHypCG | 0.817 |
| M2       | MG1_Ç2    | 10PETHypCG | 0.772 | 8PESigLM   | 0.687 | 10PETHypCG | 0.760 |
| M3       | MG1_Ç3    | 8PESigLM   | 0.734 | 10PETHypCG | 0.487 | 10PESigLM  | 0.709 |
| M4       | MG1_Ç4    | 10PESigLM  | 0.548 | 10PESigLM  | 0.403 | 10PESigLM  | 0.563 |
| M5       | MG1_Ç5    | 10PESigLM  | 0.486 | 10PESigLM  | 0.240 | 10PESigLM  | 0.432 |
| M6       | MG2_Ç1    | 10PETHypLM | 0.929 | 8PESigLM   | 0.917 | 10PESigLM  | 0.803 |
| M7       | MG2_Ç2    | 12PESigLM  | 0.884 | 10PESigLM  | 0.808 | 10PETHypCG | 0.744 |
| M8       | MG2_Ç3    | 10PETHypCG | 0.834 | 10PESigLM  | 0.761 | 10PESigLM  | 0.610 |
| M9       | MG2_Ç4    | 10PESigLM  | 0.713 | 8PESigLM   | 0.672 | 10PESigLM  | 0.564 |
| M10      | MG2_Ç5    | 12PESigLM  | 0.599 | 10PETHypCG | 0.709 | 10PESigLM  | 0.398 |
| M11      | MG3_Ç1    | 10PESigLM  | 0.952 | 10PETHypCG | 0.874 | 10PETHypCG | 0.830 |
| M12      | MG3_Ç2    | 10PESigLM  | 0.867 | 10PETHypCG | 0.814 | 10PETHypCG | 0.803 |
| M13      | MG3_Ç3    | 12PESigLM  | 0.779 | 10PESigLM  | 0.721 | 10PETHypCG | 0.611 |
| M14      | MG3_Ç4    | 8PESigLM   | 0.707 | 10PETHypCG | 0.614 | 8PESigLM   | 0.466 |
| M15      | MG3_Ç5    | 10PESigLM  | 0.654 | 8PESigLM   | 0.644 | 10PETHypCG | 0.412 |
| M16      | MG4_Ç1    | 10PESigLM  | 0.959 | 10PETHypCG | 0.883 | 10PETHypCG | 0.786 |
| M17      | MG4_Ç2    | 10PESigLM  | 0.888 | 10PESigLM  | 0.752 | 8PESigLM   | 0.763 |
| M18      | MG4_Ç3    | 12PETHypCG | 0.852 | 8PESigLM   | 0.715 | 10PETHypCG | 0.619 |
| M19      | MG4_Ç4    | 10PESigLM  | 0.707 | 8PESigLM   | 0.656 | 10PESigLM  | 0.594 |
| M20      | MG4_Ç5    | 8PESigLM   | 0.700 | 10PESigLM  | 0.188 | 8PESigLM   | 0.404 |

Çizelge 4.115' e göre düşük varyasyona sahip Rize istasyonunda farklı dalgacık ayrıştırmaları ile korelasyon katsayısı kriterine göre değerlendirilmesinde Db4 dalgacık ayrıştırmada 18 adet, Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmaya göre 1 adet ve haar dalgacık ayrıştırmaya göre 1 adet başarılı model bulunmuştur. Bu karşılaştırmaya göre Db4 dalgacık ayrıştırmaları ile kurulan modellerin performansı diğer dalgacık ayrıştırmalarına göre kurulan modellere kıyasla daha başarılı olmuştur.

**Çizelge 4.116:** Rize istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin N-S ile değerlendirilmesi.

| RİZE     |           |            |        |            |        |            |        |
|----------|-----------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| Model no | Model adı | DB4        | N-S    | BİOR 3.1   | N-S    | HAAR       | N-S    |
| M1       | MG1_Ç1    | 12PETHypCG | 0.842  | 10PETHypCG | 0.766  | 10PETHypCG | 0.666  |
| M2       | MG1_Ç2    | 10PETHypCG | 0.563  | 8PESigLM   | 0.431  | 10PETHypCG | 0.797  |
| M3       | MG1_Ç3    | 8PESigLM   | 0.513  | 10PETHypCG | 0.011  | 10PESigLM  | 0.472  |
| M4       | MG1_Ç4    | 10PESigLM  | 0.273  | 10PESigLM  | -0.057 | 10PESigLM  | 0.304  |
| M5       | MG1_Ç5    | 10PESigLM  | 0.194  | 10PESigLM  | -0.826 | 10PESigLM  | 0.157  |
| M6       | MG2_Ç1    | 10PETHypLM | 0.848  | 8PESigLM   | 0.833  | 10PESigLM  | 0.597  |
| M7       | MG2_Ç2    | 12PESigLM  | 0.780  | 10PESigLM  | 0.612  | 10PETHypCG | 0.517  |
| M8       | MG2_Ç3    | 10PETHypCG | 0.626  | 10PESigLM  | 0.536  | 10PESigLM  | 0.366  |
| M9       | MG2_Ç4    | 10PESigLM  | 0.289  | 8PESigLM   | 0.373  | 10PESigLM  | -0.022 |
| M10      | MG2_Ç5    | 12PESigLM  | -0.153 | 10PETHypCG | -0.362 | 10PESigLM  | 0.039  |
| M11      | MG3_Ç1    | 10PESigLM  | 0.895  | 10PETHypCG | 0.739  | 10PETHypCG | 0.685  |
| M12      | MG3_Ç2    | 10PESigLM  | 0.735  | 10PETHypCG | 0.565  | 10PETHypCG | 0.613  |
| M13      | MG3_Ç3    | 12PESigLM  | 0.593  | 10PESigLM  | 0.490  | 10PETHypCG | 0.028  |
| M14      | MG3_Ç4    | 8PESigLM   | 0.376  | 10PETHypCG | -0.037 | 8PESigLM   | 0.034  |
| M15      | MG3_Ç5    | 10PESigLM  | 0.006  | 8PESigLM   | 0.007  | 10PETHypCG | -1.040 |
| M16      | MG4_Ç1    | 10PESigLM  | 0.911  | 10PETHypCG | 0.767  | 10PETHypCG | 0.614  |
| M17      | MG4_Ç2    | 10PESigLM  | 0.763  | 10PESigLM  | 0.526  | 8PESigLM   | 0.552  |
| M18      | MG4_Ç3    | 12PETHypCG | 0.675  | 8PESigLM   | 0.443  | 10PETHypCG | -0.104 |
| M19      | MG4_Ç4    | 10PESigLM  | 0.463  | 8PESigLM   | 0.092  | 10PESigLM  | 0.344  |
| M20      | MG4_Ç5    | 8PESigLM   | 0.203  | 10PESigLM  | -0.578 | 8PESigLM   | -0.258 |

Çizelge 4.116' ya göre düşük varyansa sahip Rize istasyonunda farklı dalgacık ayrıştırmaları ile N-S kriterine göre değerlendirilmesinde Db4 dalgacık ayrıştırmada 15 adet, Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmaya göre 2 adet başarılı model bulunmuştur., Haar dalgacık ayrıştırmaya göre ise 3 adet başarılı model bulunmuştur. Bu karşılaştırmaya göre Db4 dalgacık ayrıştırmaları ile kurulan modellerin performansı diğer dalgacık ayrıştırmalarına göre kurulan modellere kıyasla daha başarılı olmuştur.

Db4 dalgacık ayrıştırmaya göre oluşturulan modellerin performanslarının düşük, orta ve yüksek varyansa sahip istasyonlara göre korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi Çizelge 4.117' de ve N-S kriteriyle değerlendirilmesi Çizelge 4.118' de verilmiştir.

**Çizelge 4.117:** Db4 dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin performanslarının düşük, orta ve yüksek varyansa sahip istasyonlara göre korelasyon katsayısı ile değerlendirmesi.

| DB4      |           |            |       |              |       |            |       |
|----------|-----------|------------|-------|--------------|-------|------------|-------|
| Model no | Model adı | MANİSA     | R     | KARAPINAR    | R     | RİZE       | R     |
| M1       | MG1_Ç1    | 12PETHypCG | 0.947 | 8PETHypCG    | 0.953 | 12PETHypCG | 0.918 |
| M2       | MG1_Ç2    | 10PETHypCG | 0.892 | 8PESigLM     | 0.887 | 10PETHypCG | 0.772 |
| M3       | MG1_Ç3    | 10PETHypCG | 0.806 | 10PESigLM    | 0.790 | 8PESigLM   | 0.734 |
| M4       | MG1_Ç4    | 12PESigLM  | 0.717 | 8PESigLM     | 0.703 | 10PESigLM  | 0.548 |
| M5       | MG1_Ç5    | 8PESigLM   | 0.650 | 12PETHypCG   | 0.597 | 10PESigLM  | 0.486 |
| M6       | MG2_Ç1    | 12PESigLM  | 0.964 | 8PETHypLMCG  | 0.978 | 10PETHypLM | 0.929 |
| M7       | MG2_Ç2    | 12PESigLM  | 0.948 | 12PETHypCG   | 0.955 | 12PESigLM  | 0.884 |
| M8       | MG2_Ç3    | 12PETHypCG | 0.925 | 10PETHypCG   | 0.928 | 10PETHypCG | 0.834 |
| M9       | MG2_Ç4    | 10PETHypCG | 0.824 | 10PESigLM    | 0.811 | 10PESigLM  | 0.713 |
| M10      | MG2_Ç5    | 10PESigLM  | 0.753 | 10PESigLM    | 0.753 | 12PESigLM  | 0.599 |
| M11      | MG3_Ç1    | 10PESigLM  | 0.981 | 12PESigLM    | 0.982 | 10PESigLM  | 0.952 |
| M12      | MG3_Ç2    | 12PESigLM  | 0.950 | 12PETHypCG   | 0.958 | 10PESigLM  | 0.867 |
| M13      | MG3_Ç3    | 8PESigLM   | 0.923 | 10PESigLM    | 0.919 | 12PESigLM  | 0.779 |
| M14      | MG3_Ç4    | 10PETHypCG | 0.813 | 10PESigLM    | 0.820 | 8PESigLM   | 0.707 |
| M15      | MG3_Ç5    | 12PESigLM  | 0.701 | 10PETHypLMCG | 0.806 | 10PESigLM  | 0.654 |
| M16      | MG4_Ç1    | 10PESigLM  | 0.983 | 10PESigLM    | 0.985 | 10PESigLM  | 0.959 |
| M17      | MG4_Ç2    | 10PESigLM  | 0.944 | 8PETHypLMCG  | 0.943 | 10PESigLM  | 0.888 |
| M18      | MG4_Ç3    | 10PESigLM  | 0.910 | 8PETHypCG    | 0.920 | 12PETHypCG | 0.852 |
| M19      | MG4_Ç4    | 12PETHypCG | 0.817 | 10PETHypLM   | 0.821 | 10PESigLM  | 0.707 |
| M20      | MG4_Ç5    | 8PESigLM   | 0.694 | 10PETHypCG   | 0.799 | 8PESigLM   | 0.700 |

Not: Manisa: Yüksek varyans; Karapınar: Orta derecede varyans, Rize: Düşük varyansa sahip istasyonlardır

Çizelge 4.117' ye göre Db4 dalgacık ayrıştırmasının korelasyon katsayısına göre değerlendirilmesinde orta seviyede varyansa sahip olan Karapınar istasyonunda 13 adet, yüksek varyansa sahip olan Manisa istasyonunda 8 adet başarılı model bulunmuş ve düşük varyansa sahip olan Rize istasyonunda ise başarılı model bulunamamıştır. Bu karşılaştırmaya göre Db4 ayrıştırması ile kurulan modellerin performansı, düşük varyansa sahip olan istasyonda diğer istasyonlara göre çok büyük olmamıştır.

**Çizelge 4.118:** Db4 dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin performanslarının düşük, orta ve yüksek varyansa sahip istasyonlara göre N-S kriteri ile değerlendirmesi.

| DB4      |           |            |       |              |       |            |        |
|----------|-----------|------------|-------|--------------|-------|------------|--------|
| Model no | Model adı | MANİSA     | N-S   | KARAPINAR    | N-S   | RİZE       | N-S    |
| M1       | MG1_Ç1    | 12PETHypCG | 0.897 | 8PETHypCG    | 0.906 | 12PETHypCG | 0.842  |
| M2       | MG1_Ç2    | 10PETHypCG | 0.783 | 8PESigLM     | 0.783 | 10PETHypCG | 0.563  |
| M3       | MG1_Ç3    | 10PETHypCG | 0.604 | 10PESigLM    | 0.616 | 8PESigLM   | 0.513  |
| M4       | MG1_Ç4    | 12PESigLM  | 0.322 | 8PESigLM     | 0.435 | 10PESigLM  | 0.273  |
| M5       | MG1_Ç5    | 8PESigLM   | 0.375 | 12PETHypCG   | 0.330 | 10PESigLM  | 0.194  |
| M6       | MG2_Ç1    | 12PESigLM  | 0.926 | 8PETHypLMCG  | 0.956 | 10PETHypLM | 0.848  |
| M7       | MG2_Ç2    | 12PESigLM  | 0.888 | 12PETHypCG   | 0.911 | 12PESigLM  | 0.780  |
| M8       | MG2_Ç3    | 12PETHypCG | 0.848 | 10PETHypCG   | 0.859 | 10PETHypCG | 0.626  |
| M9       | MG2_Ç4    | 10PETHypCG | 0.642 | 10PESigLM    | 0.631 | 10PESigLM  | 0.289  |
| M10      | MG2_Ç5    | 10PESigLM  | 0.474 | 10PESigLM    | 0.514 | 12PESigLM  | -0.153 |
| M11      | MG3_Ç1    | 10PESigLM  | 0.960 | 12PESigLM    | 0.964 | 10PESigLM  | 0.895  |
| M12      | MG3_Ç2    | 12PESigLM  | 0.893 | 12PETHypCG   | 0.914 | 10PESigLM  | 0.735  |
| M13      | MG3_Ç3    | 8PESigLM   | 0.832 | 10PESigLM    | 0.834 | 12PESigLM  | 0.593  |
| M14      | MG3_Ç4    | 10PETHypCG | 0.634 | 10PESigLM    | 0.653 | 8PESigLM   | 0.376  |
| M15      | MG3_Ç5    | 12PESigLM  | 0.376 | 10PETHypLMCG | 0.594 | 10PESigLM  | 0.006  |
| M16      | MG4_Ç1    | 10PESigLM  | 0.964 | 10PESigLM    | 0.970 | 10PESigLM  | 0.911  |
| M17      | MG4_Ç2    | 10PESigLM  | 0.880 | 8PETHypLMCG  | 0.888 | 10PESigLM  | 0.763  |
| M18      | MG4_Ç3    | 10PESigLM  | 0.822 | 8PETHypCG    | 0.846 | 12PETHypCG | 0.675  |
| M19      | MG4_Ç4    | 12PETHypCG | 0.648 | 10PETHypLM   | 0.644 | 10PESigLM  | 0.463  |
| M20      | MG4_Ç5    | 8PESigLM   | 0.410 | 10PETHypCG   | 0.596 | 8PESigLM   | 0.203  |

Not: Manisa: Yüksek varyans; Karapınar: Orta derecede varyans, Rize: Düşük varyansa sahip istasyonlardır

Çizelge 4.118’ de Db4 dalgacık ayrıştırmasının üç farklı istasyon için kurulan en iyi modellerin N-S kriterine göre performansları verilmiştir. Bu çizelgeye göre orta seviyede varyansa sahip olan Karapınar istasyonunda 17 adet, yüksek varyansa sahip olan Manisa istasyonunda 4 adet model başarılı bulunmuş ve düşük varyansa sahip olan Rize istasyonunda ise başarılı model bulunamamıştır. N-S kriterine göre yapılan bu karşılaştırmada Db4 ayrıştırması modellerinin performansı en iyi orta seviyede varyans gösteren istasyon olan Karapınar için olmuştur. Bu sonuçtan hareketle N-S kriterinin R kriterine göre daha hassas tahminde bulunduğunu söylenebilir. Ayrıca Db4 ayrışımı kullanılarak elde edilen en iyi modeller arasında yapılan gözlemde 9 adet Levenberg Marquardt ve 9 adet Conjugate Gradient transfer fonksiyonunu kullanan modellerin en iyisi olduğu bulunduğu; bu transfer fonksiyonları arasında birbirlerine göre bir üstünlük olmadığı görülmüştür.

Bu çalışmada kullanılan dalgacık ayrıştırıcılarının düşük ve yüksek varyansa sahip veriler ile olan etkileşimi bu kısımda incelenmiştir. Rize, Karapınar ve Manisa istasyonlarının aylık ve yıllık yağış toplamalarının değişim katsayıları (Cv) Çizelge 4.1' de verilmiştir. Buna göre Rize en düşük değişim katsayısına Manisa ise en yüksek değişim katsayısına sahiptir. Db4 dalgacık ayrışımı kullanıldığında, oluşturulan modellerin performansı korelasyon katsayısı için Çizelge 4.117' de ve N-S kriteri için Çizelge 4.118' de verilmiştir. Çizelge 4.117' ye göre (Korelasyon katsayısı kriterine göre) Db4 dalgacık ayrışımı kullanılarak oluşturulan çeşitli girdi ve çeşitli çıktı verileri için kurulmuş olan YSA modelleri varyansı yüksek olan Karapınar ve Manisa verilerinde varyansı düşük olan Rize verilerine göre çok daha iyi performans göstermiştir. Benzer durum Db4 dalgacık ayrıştırıcıyla oluşturulan modellerin N-S kriteriyle değerlendirilmesi sonucu elde edilen çizelge 4.118 incelendiğinde de görülmektedir. Çizelgede 4.118 incelendiğinde en düşük varyansa sahip Rize istasyonuna ait oluşturulan modellerin hiçbirinin Db4 ayrıştırmasına göre en iyi model seçilememiş olmasından dolayı Db4 ayrıştırıcısının varyansı yüksek olan veriler için daha iyi sonuç verdiği söylenebilir.

Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin performanslarının düşük, orta ve yüksek varyansa sahip istasyonlara göre korelasyon katsayıları ile değerlendirilmesi Çizelge 4.119' de ve N-S kriteriyle değerlendirilmesi Çizelge 4.120' de verilmiştir.

**Çizelge 4.119:** Bior 3.1. dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin varyansı yüksek ve düşük varyansa sahip veriler için korelasyon katsayısına göre performans değerlendirmesi.

| BİOR 3.1 |           |              |       |              |       |            |       |
|----------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|------------|-------|
| Model no | Model adı | MANİSA       | R     | KARAPINAR    | R     | RİZE       | R     |
| M1       | MG1_Ç1    | 10PETHypCG   | 0.946 | 8PESigLM     | 0.941 | 10PETHypCG | 0.878 |
| M2       | MG1_Ç2    | 8PESigLM     | 0.863 | 10PESigLM    | 0.868 | 8PESigLM   | 0.687 |
| M3       | MG1_Ç3    | 10PETHypCG   | 0.718 | 10PETHypCG   | 0.775 | 10PETHypCG | 0.487 |
| M4       | MG1_Ç4    | 10PETHypLMCG | 0.677 | 10PETHypCG   | 0.669 | 10PESigLM  | 0.403 |
| M5       | MG1_Ç5    | 10PETHypLM   | 0.592 | 10PETHypCG   | 0.496 | 10PESigLM  | 0.240 |
| M6       | MG2_Ç1    | 8PESigLM     | 0.969 | 10PESigLM    | 0.973 | 8PESigLM   | 0.917 |
| M7       | MG2_Ç2    | 10PETHypCG   | 0.933 | 10PETHypCG   | 0.934 | 10PESigLM  | 0.808 |
| M8       | MG2_Ç3    | 8PESigLM     | 0.846 | 8PESigLM     | 0.910 | 10PESigLM  | 0.761 |
| M9       | MG2_Ç4    | 10PESigLM    | 0.792 | 8PESigLM     | 0.871 | 8PESigLM   | 0.672 |
| M10      | MG2_Ç5    | 10PESigLM    | 0.595 | 10PETHypCG   | 0.791 | 10PETHypCG | 0.709 |
| M11      | MG3_Ç1    | 10PETHypCG   | 0.956 | 10PETHypLMCG | 0.970 | 10PETHypCG | 0.874 |
| M12      | MG3_Ç2    | 10PESigLM    | 0.902 | 10PESigLM    | 0.895 | 10PETHypCG | 0.814 |
| M13      | MG3_Ç3    | 10PETHypCG   | 0.843 | 8PESigLM     | 0.912 | 10PESigLM  | 0.721 |
| M14      | MG3_Ç4    | 8PESigLM     | 0.823 | 10PETHypCG   | 0.838 | 10PETHypCG | 0.614 |
| M15      | MG3_Ç5    | 10PETHypCG   | 0.718 | 8PESigLM     | 0.756 | 8PESigLM   | 0.644 |
| M16      | MG4_Ç1    | 10PETHypCG   | 0.957 | 10PETHypLM   | 0.953 | 10PETHypCG | 0.883 |
| M17      | MG4_Ç2    | 10PETHypCG   | 0.947 | 10PESigLM    | 0.941 | 10PESigLM  | 0.752 |
| M18      | MG4_Ç3    | 10PESigLM    | 0.887 | 10PETHypCG   | 0.890 | 8PESigLM   | 0.715 |
| M19      | MG4_Ç4    | 8PESigLM     | 0.865 | 8PESigLM     | 0.866 | 8PESigLM   | 0.656 |
| M20      | MG4_Ç5    | 8PESigLM     | 0.768 | 10PETHypCG   | 0.771 | 10PESigLM  | 0.188 |

Not: Manisa: Yüksek varyans; Karapınar: Orta derecede varyans, Rize: Düşük varyansa sahip istasyonlardır.

Çizelge 4.119' a göre Bior 3.1 dalgacık ayrıştırmasının korelasyon katsayısına göre değerlendirilmesinde orta seviyede varyansa sahip olan Karapınar istasyonunda 14 adet, yüksek varyansa sahip olan Manisa istasyonunda 6 adet başarılı model bulunmuştur ve düşük varyansa sahip olan Rize istasyonunda ise hiç başarılı model bulunamamıştır. Bu karşılaştırmaya göre Bior 3.1 ayrıştırması ile kurulan modellerin performansı, düşük varyansa sahip olan istasyonda diğer istasyonlara göre çok büyük olmamıştır.

**Çizelge 4.120:** Bior 3.1. dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin varyansı yüksek ve düşük varyansa sahip veriler için N-S kriterine göre performans değerlendirmesi.

| BİOR 3.1 |           |              |       |              |       |            |        |
|----------|-----------|--------------|-------|--------------|-------|------------|--------|
| Model no | Model adı | MANİSA       | N-S   | KARAPINAR    | N-S   | RİZE       | N-S    |
| M1       | MG1_Ç1    | 10PETHypCG   | 0.891 | 8PESigmLM    | 0.879 | 10PETHypCG | 0.766  |
| M2       | MG1_Ç2    | 8PESigmLM    | 0.742 | 10PESigmLM   | 0.726 | 8PESigmLM  | 0.431  |
| M3       | MG1_Ç3    | 10PETHypCG   | 0.391 | 10PETHypCG   | 0.565 | 10PETHypCG | 0.011  |
| M4       | MG1_Ç4    | 10PETHypLMCG | 0.326 | 10PETHypCG   | 0.401 | 10PESigmLM | -0.057 |
| M5       | MG1_Ç5    | 10PETHypLM   | 0.165 | 10PETHypCG   | 0.231 | 10PESigmLM | -0.826 |
| M6       | MG2_Ç1    | 8PESigmLM    | 0.939 | 10PESigmLM   | 0.940 | 8PESigmLM  | 0.833  |
| M7       | MG2_Ç2    | 10PETHypCG   | 0.868 | 10PETHypCG   | 0.863 | 10PESigmLM | 0.612  |
| M8       | MG2_Ç3    | 8PESigmLM    | 0.647 | 8PESigmLM    | 0.805 | 10PESigmLM | 0.536  |
| M9       | MG2_Ç4    | 10PESigmLM   | 0.559 | 8PESigmLM    | 0.743 | 8PESigmLM  | 0.373  |
| M10      | MG2_Ç5    | 10PESigmLM   | 0.348 | 10PETHypCG   | 0.622 | 10PETHypCG | -0.362 |
| M11      | MG3_Ç1    | 10PETHypCG   | 0.903 | 10PETHypLMCG | 0.925 | 10PETHypCG | 0.739  |
| M12      | MG3_Ç2    | 10PESigmLM   | 0.807 | 10PESigmLM   | 0.885 | 10PETHypCG | 0.565  |
| M13      | MG3_Ç3    | 10PETHypCG   | 0.692 | 8PESigmLM    | 0.810 | 10PESigmLM | 0.490  |
| M14      | MG3_Ç4    | 8PESigmLM    | 0.672 | 10PETHypCG   | 0.701 | 10PETHypCG | -0.037 |
| M15      | MG3_Ç5    | 10PETHypCG   | 0.451 | 8PESigmLM    | 0.560 | 8PESigmLM  | 0.007  |
| M16      | MG4_Ç1    | 10PETHypCG   | 0.914 | 10PETHypLM   | 0.908 | 10PETHypCG | 0.767  |
| M17      | MG4_Ç2    | 10PETHypCG   | 0.880 | 10PESigmLM   | 0.882 | 10PESigmLM | 0.526  |
| M18      | MG4_Ç3    | 10PESigmLM   | 0.750 | 10PETHypCG   | 0.755 | 8PESigmLM  | 0.443  |
| M19      | MG4_Ç4    | 8PESigmLM    | 0.669 | 8PESigmLM    | 0.736 | 8PESigmLM  | 0.092  |
| M20      | MG4_Ç5    | 8PESigmLM    | 0.567 | 10PETHypCG   | 0.594 | 10PESigmLM | -0.578 |

Not: Manisa: Yüksek varyans; Karapınar: Orta derecede varyans, Rize: Düşük varyansa sahip istasyonlardır

Bior 3.1 ile kurulan modellerde korelasyon katsayısı açısından en iyi sonuçlar orta derecede varyansa sahip olan Karapınar istasyonunda elde edilmiştir. Bior 3.1 ayrıştırması kullanılarak elde edilen modellerde N-S kriterine göre elde edilen sonuçlar R kriteri ile elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir. En fazla sayıda Karapınar istasyonunda bulunmuş olup, en düşük varyansa sahip olan Rize istasyonunda ise başarılı model elde edilememiştir.

Haar dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin performanslarının düşük, orta ve yüksek varyansa sahip istasyonlara göre korelasyon katsayıları ile

değerlendirilmesi Çizelge 4.121' de ve N-S kriteriyle değerlendirilmesi Çizelge 4.122' de verilmiştir.

**Çizelge 4.121:** Haar dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin varyansı yüksek ve düşük varyansa sahip veriler için korelasyon katsayısına göre performans değerlendirmesi.

| HAAR     |           |            |       |            |       |            |       |
|----------|-----------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
| Model no | Model adı | MANİSA     | R     | KARAPINAR  | R     | RİZE       | R     |
| M1       | MG1_Ç1    | 10PETHypCG | 0.926 | 10PETHypCG | 0.923 | 10PETHypCG | 0.817 |
| M2       | MG1_Ç2    | 8PESigLM   | 0.797 | 8PESigLM   | 0.845 | 10PETHypCG | 0.760 |
| M3       | MG1_Ç3    | 8PESigLM   | 0.739 | 10PESigLM  | 0.783 | 10PESigLM  | 0.709 |
| M4       | MG1_Ç4    | 10PETHypCG | 0.683 | 10PETHypCG | 0.700 | 10PESigLM  | 0.563 |
| M5       | MG1_Ç5    | 10PETHypCG | 0.612 | 10PETHypCG | 0.615 | 10PESigLM  | 0.432 |
| M6       | MG2_Ç1    | 10PETHypCG | 0.934 | 10PETHypLM | 0.932 | 10PESigLM  | 0.803 |
| M7       | MG2_Ç2    | 10PETHypCG | 0.874 | 8PESigLM   | 0.849 | 10PETHypCG | 0.744 |
| M8       | MG2_Ç3    | 10PESigLM  | 0.784 | 10PETHypCG | 0.737 | 10PESigLM  | 0.610 |
| M9       | MG2_Ç4    | 10PETHypCG | 0.702 | 8PESigLM   | 0.713 | 10PESigLM  | 0.564 |
| M10      | MG2_Ç5    | 10PETHypCG | 0.666 | 10PESigLM  | 0.612 | 10PESigLM  | 0.398 |
| M11      | MG3_Ç1    | 10PETHypCG | 0.935 | 10PETHypCG | 0.932 | 10PETHypCG | 0.830 |
| M12      | MG3_Ç2    | 10PETHypCG | 0.909 | 10PESigLM  | 0.868 | 10PETHypCG | 0.803 |
| M13      | MG3_Ç3    | 10PETHypCG | 0.810 | 8PESigLM   | 0.786 | 10PETHypCG | 0.611 |
| M14      | MG3_Ç4    | 10PESigLM  | 0.717 | 10PETHypCG | 0.715 | 8PESigLM   | 0.466 |
| M15      | MG3_Ç5    | 10PETHypCG | 0.661 | 10PETHypCG | 0.637 | 10PETHypCG | 0.412 |
| M16      | MG4_Ç1    | 10PETHypCG | 0.941 | 10PETHypCG | 0.920 | 10PETHypCG | 0.786 |
| M17      | MG4_Ç2    | 10PESigLM  | 0.878 | 10PETHypCG | 0.874 | 8PESigLM   | 0.763 |
| M18      | MG4_Ç3    | 10PETHypCG | 0.820 | 10PESigLM  | 0.799 | 10PETHypCG | 0.619 |
| M19      | MG4_Ç4    | 10PESigLM  | 0.602 | 8PESigLM   | 0.678 | 10PESigLM  | 0.594 |
| M20      | MG4_Ç5    | 10PETHypCG | 0.706 | 8PESigLM   | 0.616 | 8PESigLM   | 0.404 |

Not: Manisa: Yüksek varyans; Karapınar: Orta derecede varyans, Rize: Düşük varyansa sahip istasyonlardır

Çizelge 4.121' e göre Haar dalgacık ayrıştırmasının korelasyon katsayısına göre değerlendirilmesinde yüksek varyansa sahip olan Manisa istasyonunda 14 adet, orta seviyede varyansa sahip Karapınar istasyonunda 6 adet başarılı model bulunmuştur. Düşük varyansa sahip olan Rize istasyonunda ise başarılı model bulunamamıştır. Bu karşılaştırmaya göre Haar ayrıştırması ile kurulan modellerin performansı, yüksek varyansa sahip olan istasyonda diğer istasyonlara göre daha başarılı olmuştur.

**Çizelge 4.122:** Haar dalgacık ayrıştırmasına göre oluşturulan modellerin varyansı yüksek ve düşük varyansa sahip veriler için N-S kriterine göre performans değerlendirmesi.

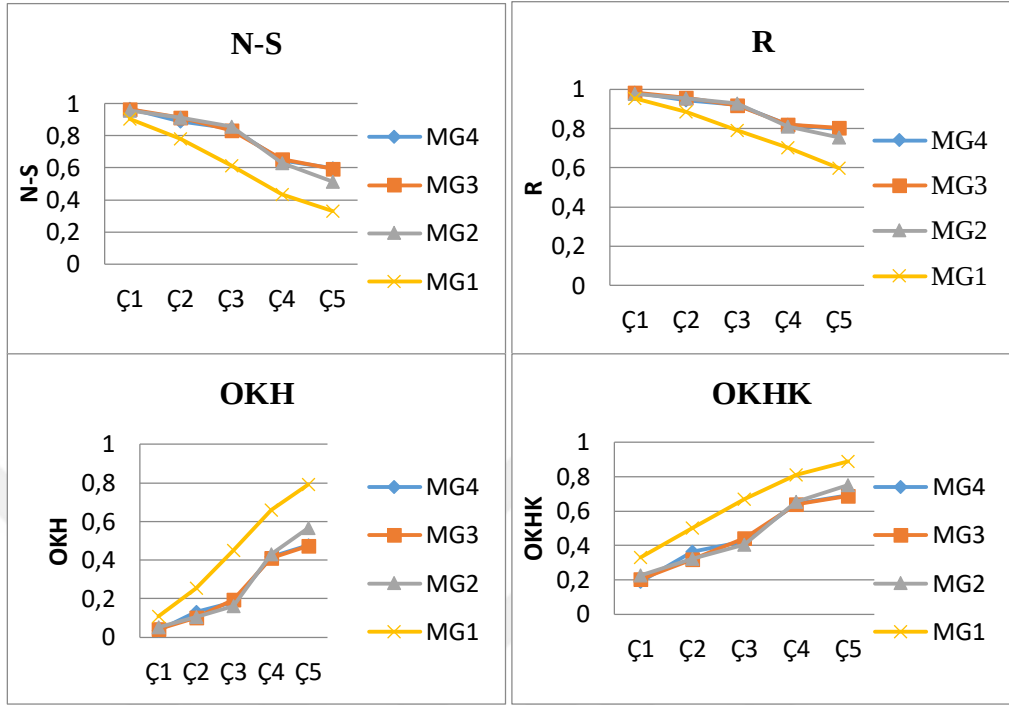
| HAAR     |           |            |       |            |       |            |        |
|----------|-----------|------------|-------|------------|-------|------------|--------|
| Model no | Model adı | MANİSA     | N-S   | KARAPINAR  | N-S   | RİZE       | N-S    |
| M1       | MG1_Ç1    | 10PETHypCG | 0.857 | 10PETHypCG | 0.850 | 10PETHypCG | 0.666  |
| M2       | MG1_Ç2    | 8PESigLM   | 0.731 | 8PESigLM   | 0.652 | 10PETHypCG | 0.797  |
| M3       | MG1_Ç3    | 8PESigLM   | 0.527 | 10PESigLM  | 0.538 | 10PESigLM  | 0.472  |
| M4       | MG1_Ç4    | 10PETHypCG | 0.387 | 10PETHypCG | 0.434 | 10PESigLM  | 0.304  |
| M5       | MG1_Ç5    | 10PETHypCG | 0.239 | 10PETHypCG | 0.268 | 10PESigLM  | 0.157  |
| M6       | MG2_Ç1    | 10PETHypCG | 0.873 | 10PETHypLM | 0.866 | 10PESigLM  | 0.597  |
| M7       | MG2_Ç2    | 10PETHypCG | 0.754 | 8PESigLM   | 0.719 | 10PETHypCG | 0.517  |
| M8       | MG2_Ç3    | 10PESigLM  | 0.564 | 10PETHypCG | 0.541 | 10PESigLM  | 0.366  |
| M9       | MG2_Ç4    | 10PETHypCG | 0.357 | 8PESigLM   | 0.415 | 10PESigLM  | -0.022 |
| M10      | MG2_Ç5    | 10PETHypCG | 0.283 | 10PESigLM  | 0.297 | 10PESigLM  | 0.039  |
| M11      | MG3_Ç1    | 10PETHypCG | 0.869 | 10PETHypCG | 0.869 | 10PETHypCG | 0.685  |
| M12      | MG3_Ç2    | 10PETHypCG | 0.816 | 10PESigLM  | 0.751 | 10PETHypCG | 0.613  |
| M13      | MG3_Ç3    | 10PETHypCG | 0.612 | 8PESigLM   | 0.607 | 10PETHypCG | 0.028  |
| M14      | MG3_Ç4    | 10PESigLM  | 0.361 | 10PETHypCG | 0.497 | 8PESigLM   | 0.034  |
| M15      | MG3_Ç5    | 10PETHypCG | 0.226 | 10PETHypCG | 0.375 | 10PETHypCG | -1.040 |
| M16      | MG4_Ç1    | 10PETHypCG | 0.883 | 10PETHypCG | 0.842 | 10PETHypCG | 0.614  |
| M17      | MG4_Ç2    | 10PESigLM  | 0.756 | 10PETHypCG | 0.763 | 8PESigLM   | 0.552  |
| M18      | MG4_Ç3    | 10PETHypCG | 0.636 | 10PESigLM  | 0.614 | 10PETHypCG | -0.104 |
| M19      | MG4_Ç4    | 10PESigLM  | 0.244 | 8PESigLM   | 0.450 | 10PESigLM  | 0.344  |
| M20      | MG4_Ç5    | 10PETHypCG | 0.321 | 8PESigLM   | 0.297 | 8PESigLM   | -0.258 |

Not: Manisa: Yüksek varyans; Karapınar: Orta derecede varyans, Rize: Düşük varyansa sahip istasyonlardır

Haar ayrıştırması kullanılarak elde edilen modellerde N-S kriterine göre elde edilen sonuçlarda başarılı model sayısı yüksek varyansa sahip Manisa istasyonu ile orta dereceli varyansa sahip karapınar istasyonunda aynı bulunmuş olup Rize istasyonunda ise 1 adet başarılı model elde edilmiştir.

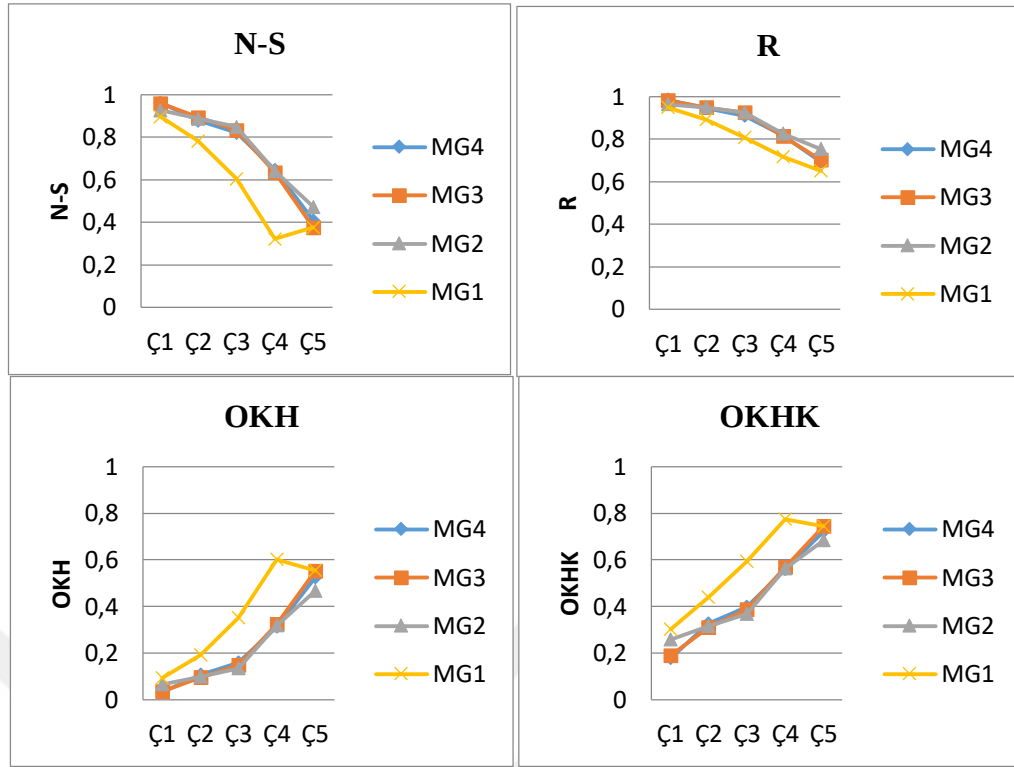
Haar ayrıştırmasından elde edilen modellerin performansları incelendiğinde, yüksek varyanslı ve orta dereceli varyanslı verilere ait modellerin performansları uygun model olarak bulunduğu gözlemlenmiştir. N-S kriterinde değerin 1'e yaklaşması daha çok başarı elde edildiğini ifade ettiği için orta derece varyansa sahip Karapınar istasyonu daha başarılı seçilmiştir. Db4 dalgacık ayrıştırması kullanılarak oluşturulan modeller ile yapılan tahminler diğer modellere göre daha iyi performans göstermiştir.

Db4 ayrıştırması ile kurulan modellere ait istatistik kriterlerin (R, OKH, OKHK ve N-S) performansları Karapınar istasyonu için Şekil 4.86, Manisa istasyonu için Şekil 4.87 ve Rize istasyonu için Şekil 4.88’ de verilmiştir.



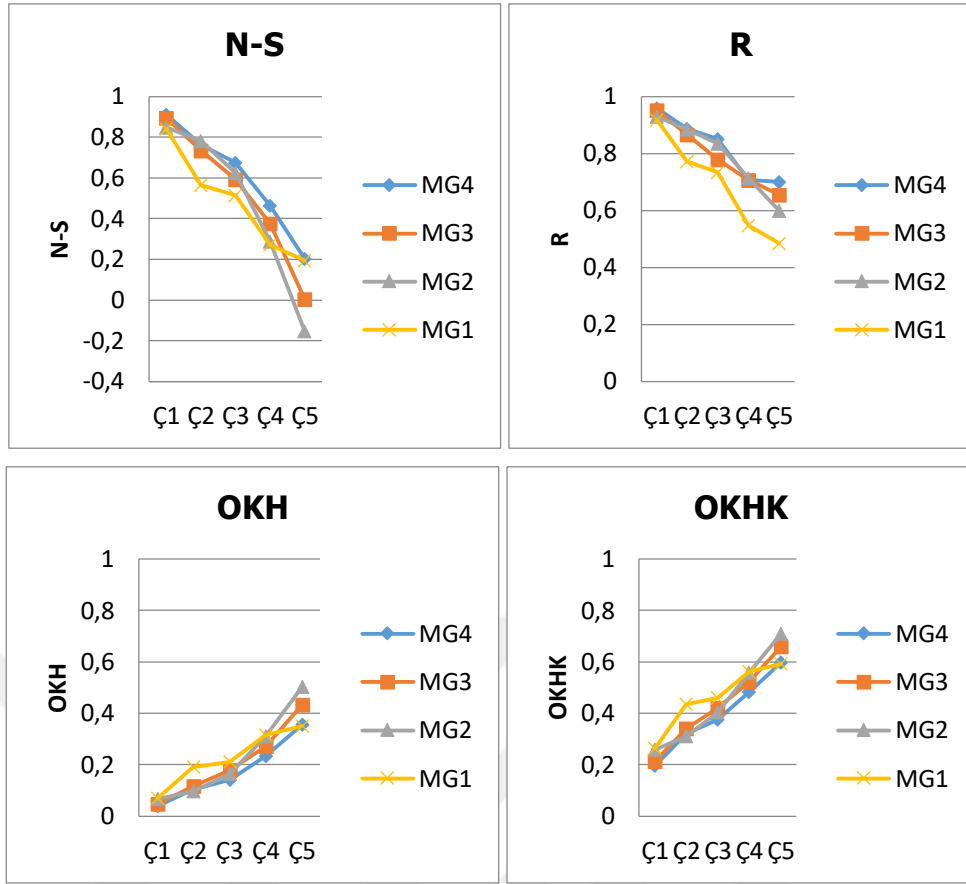
**Şekil 4.86:** Karapınar istasyonuna ait Db4 ayrıştırması ile oluşturulan en iyi modellerin R, OKH, OKHK ve N-S ile karşılaştırılması.

Karapınar istasyonu kuraklık tahmininde elde edilen modellerin N-S ile R (korelasyon katsayısı) kriterleri karşılaştırıldığında;1 ay, 2 ay, 3 ay, 4 ay ve 5 ay sonraki kuraklık tahmini performansının giderek azaldığı görülmektedir. Ancak bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahminindeki performans düşüklüğü ile iki, üç ve dört aylık girdi verisinin performans düşüklüğü aynı olmadığı hatta iki, üç ve dört aylık girdi verisinin üç ay sonraki tahmininin ise hemen hemen aynı olduğu gözlemlenmektedir.



**Şekil 4.87:** Manisa istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin R, OKH, OKHK ve N-S ile karşılaştırılması.

Manisa istasyonu modellerinin değerlendirmesinde; 4 ay sonraki kuraklık tahmini ile 5 ay sonraki kuraklık tahmininde elde edilen modellerin N-S ile R (korelasyon katsayısı) kriterleri karşılaştırıldığında N-S kriterinde 5 ay sonraki tahminde bir yükselme olduğu R kriterinde ise böyle bir yükselmenin olmadığı görülmüştür. Benzer durum OKH ve OKHK kriterleri içinde görülmektedir. Dolayısı ile R kriterinin N-S kriteri kadar hassas olmadığı; N-S kriterinin daha hassas tahminde bulunduğu görülmektedir.



**Şekil 4.88:** Rize istasyonuna ait oluşturulan en iyi modellerin R, OKH, OKHK ve N-S ile karşılaştırılması.

Rize istasyonu kuraklık tahmininde elde edilen modellerin N-S ile R (korelasyon katsayısı) kriterleri karşılaştırıldığında; 1 ay, 2 ay, 3 ay, 4 ay ve 5 ay sonraki kuraklık tahmini performansının giderek azaldığı görülmektedir. Ancak bir aylık girdi verisinin beş ay sonraki tahminindeki performans düşüklüğü ile iki, üç ve dört aylık girdi verisinin performans düşüklüğü aynı olmadığı gözlemlenmektedir.

## 5. SONUÇLAR

Kuraklık canlı hayatı ve ekonomisi açısından büyük etkiye sahip, telafi edilemez zararlara yol açan, başlangıcı ve sonu belli olmayan bir felakettir. Bu nedenle gerekli önlemlerin alınabilmesi için kuraklık tahmini çalışmalarının yapılması oldukça önemlidir. Kuraklık tahmini için literatürde pek çok yöntem ileri sürülmüş ve hibrit yöntemler halen geliştirilmektedir. Bu amaçla literatürde en çok kullanılan tahmin yöntemlerinden biri olan YSA ile son yıllarda öndemi giderek artan dalgacık analizi bu çalışmada birleştirilerek kuraklık tahmin performansı artırılmak istenmiştir. Çalışmada kuraklık analizi ve tahmini için Türkiye'deki üç ayrı bölgedeki istasyon seçilmiştir. Bu amaçla yüksek varyansa sahip Manisa istasyonu, orta dereceli varyansa sahip Karapınar istasyonu, ve düşük varyansa sahip Rize ili yağış istasyonlarından elde edilen aylık yağış toplam verileri kullanılmıştır.

Bu 3 istasyona ait veriler kullanılarak Normalleşmiş Yağış İndisi (NYI) ile 3, 6, 9, 12 aylık kuraklık değerleri hesaplanmıştır. Geleceğe yönelik hidrolojik kuraklık tahminleri için 12 aylık NYI verileri girdi olarak seçilerek çok katmanlı YSA modellemesi yapılmıştır. Daha sonra Db4, Bior 3.1 ve Haar dalgacık ayrıştırma yöntemiyle frekanslarına ayrıştırılarak modeller oluşturuldu. 3 istasyonun modelleri arasında Korelasyon katsayısı (R), OKH, OKHK ve N-S kriterlerine göre kıyaslamalarda bulunuldu. İki farklı açıdan bakıldı. İlk olarak farklı varyanslara sahip istasyonların farklı dalgacık ayrıştırmalarının sonuçlara olan etkisi araştırıldı. İkinci olarak ise dalgacık ayrıştırmalarının farklı varyansa sahip istasyonlara göre değerlendirilmesine dikkat edildi.

Bu değerlendirmelere göre;

Orta dereceli varyansa sahip Karapınar istasyonunda Db4 dalgacık ayrışımı kullanıldığında oluşturulan modellerin performansı korelasyon katsayısına göre diğer modellere göre daha başarılı olduğu görülmektedir. N-S kriterinde de benzer başarı elde edilmiştir. Performans olarak ikinci sırada Bior 3.1 dalgacık ayrışımı yer almıştır. Haar dalgacık ayrışımı ise diğer dalgacık ayrışımlarına kıyasla daha düşük performans göstermiştir. Yüksek değişim katsayısına sahip Manisa istasyonunda farklı dalgacık ayrıştırmaları ile korelasyon katsayısı kriterine göre değerlendirilmesinde Db4 dalgacık ayrıştırması ile kurulan modellerin performansı diğer dalgacık ayrıştırmalarına göre kurulan modellere kıyasla daha başarılı olmuştur. N-S kriterinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Düşük varyasyona sahip Rize istasyonunda farklı dalgacık ayrıştırmaları ile korelasyon katsayısı kriterine göre değerlendirilmesinde Db4 dalgacık ayrıştırması ile kurulan modellerin performansı diğer

dalgacık ayrıştırımlarına göre kurulan modellere kıyasla daha başarılı olmuştur. N-S kriterinde benzer sonuç elde edilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen diğer bir değerlendirme ise farklı dalgacık ayrıştırımlarında üç farklı istasyon için kurulan en iyi modellerin korelasyon katsayısına ve N-S kriterlerinin performanslarına göre karşılaştırma yapıldı. Bu çizelgeye göre orta seviyede varyansa sahip olan Karapınar istasyonunda 17 adet, yüksek varyansa sahip olan Manisa istasyonunda 4 adet model başarılı bulunmuş ve düşük varyansa sahip olan Rize istasyonunda başarılı model bulunamamıştır. N-S kriterine göre yapılan bu karşılaştırmada Db4 ayrıştırması modellerinin performansı en iyi orta seviyede varyans gösteren istasyon olan Karapınar için olmuştur. Bu sonuçtan hareketle N-S kriterinin R kriterine göre daha hassas tahminde bulunduğunu söylenebilir.

Bior 3.1 ile kurulan modellerde korelasyon katsayısı açısından en iyi sonuçlar orta derecede varyansa sahip olan Karapınar istasyonunda elde edilmiştir. Bunun yanında korelasyon katsayısına göre en düşük varyansa sahip olan Rize istasyonuna hiç başarılı sonuç bulunamazken en yüksek varyansa sahip olan Manisa istasyonunda ise 6 adet modelde en iyi sonuç elde edilmiştir. Bior 3.1 ayrıştırması kullanılarak elde edilen modellerde N-S kriterine göre elde edilen sonuçlar R kriteri ile elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Haar ile kurulan modellerde korelasyon katsayısı açısından en iyi sonuçlar yüksek derecede varyansa sahip olan Manisa istasyonunda elde edilmiştir. Bunun yanında korelasyon katsayısına göre en düşük varyansa sahip olan Rize istasyonuna ait hiç başarılı sonuç elde edilememiştir. Orta derece varyansa sahip olan Karapınar istasyonunda ise 6 adet modelde en iyi sonuç elde edilmiştir. Haar ayrıştırması kullanılarak elde edilen modellerde N-S kriterine göre yüksek varyansa sahip Manisa istasyonu ile orta derece varyansa sahip Karapınar istasyonu eşit sayıda başarılı model elde etmiştir. Rize istasyonunda ise tek başarılı model elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre bütün modeller gözönüne alındığında, Db4 dalgacık modeli diğer modellere göre baskın bir şekilde daha başarılı bulunmuştur. Db4 ayrıştırmasıyla elde edilen modellerin performanlarında Levenberg - Marquardt ve Conjugate Gradient eşit sayıda bulunmuştur. Genel anlamda bu dalgacık modellerinde tahmin değerleriyle hesap değerleri arasındaki fark göz önüne alındığında YSA 'nın dalgacık ayrıştırmasıyla kullanımının daha yüksek performans gösterdikleri görülmüştür. Modellerin oluşturulmasında üçüncü seviyeye kadar dalgacık ayrıştırması kullanılmıştır. Diğer seviyedeki ayrıştırımların model

performanslara etkisi bilinmemektedir. İleride diğer seviyedeki ayrıştırmaların model performansına etkisi araştırılması düşünölmektedir.



## KAYNAKLAR

- Afşar, S., 2008. Yapay sinir ağları ve bulanık mantık yöntemleri kullanılarak tava buharlaşma tahmini yapılması. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Alp, M. ve Cıgızoğlu, H. K., 2004. Farklı yapay sinir ağı metodları ile yağış-akış ilişkisinin modellenmesi. İTÜ Dergisi/d, 3, 1.
- Altunkaynak, A. ve Nigussie, T. A., 2016. Günlük akımların tahmini açısından çok tabakalı perseptron ve dalgacık - çok tabakalı perseptron modellerinin performans karşılaştırması. VII. Ulusal Hidroloji Kongresi, 7, 2, 291-308.
- Arı, N., Özen, S. ve Çolak, Ö.H., 2008. Dalgacık teorisi (wavelet) Matlab uygulamaları ile. Palme Yayıncılık, Sıhhiye, Ankara.
- Aslan, E., 2008. Değişik yapay sinir ağı metodlarının su kaynakları verisinin uzun zaman aralıklı tahminlerinde kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bhuiyan, C., 2004. Various drought indices for monitoring drought condition in Aravalli terrain of India. ISPRS Congress, Istanbul, Turkey 12-23.
- Can, M., 2012. Yapay sinir ağları ile akım tahmini: Mahmudiye göleti örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Kültür Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Daubechies, I., 1996. Where do wavelets come from? A personal point of view. Proceedings of the IEEE, 84, 4, 510-513.
- Demirpençe, H., 2005. Köprüçay akımlarının yapay sinir ağları ile tahmini. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya.
- Doğan, E., Ateş, A., Yılmaz, E.C. ve Eren, B., 2008. Application of artificial neural networks to estimate wastewater treatment plant inlet biochemical oxygen demand, Environmental Progress, 27, 4, 439-446.
- Doğru, F., 2015. Gravite yönteminde dalgacık (wavelet) dönüşüm uygulamaları. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Erhardt, T. M. ve Czado, C., 2015. Standardized drought indices: A novel uni-and multivariate approach. Journal of Royal Statistical Society, Applied Statistics, 67, 3, 643-664.
- Flint, L.E., Flint, A.L., Mendoza, J., Kalansky, J. ve Ralph, F.M., 2018. Characterizing drought in California: new drought indices and scenario-testing in support of resource management, Ecological Processes, 7, 1.

- Fuchs, B., 2012. Drought indices and indicators in use around the World. National Drouht Mitigation Center, Caribbean Drought Workshop, 22-24.
- Gupta, H.V., Kling, H., Yilmaz K.K. ve Martinez G.F., 2009. Decomposition of the mean squared error and NSE performance criteria: Implications for improving hydrological modelling, *Journal of Hydrology* 377, 80-91.
- Gülsever, H., 2006. Dicle havzasında sıcaklık - yağış ve kuraklık analizi. Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.
- Hayes, M. J., 2006. Drought indices. John Wiley and Sons, Inc..
- Hayes, M., Svoboda, M., Wall, N., ve Widhalm, M., 2011. The Lincoln declaration on drought indices: universal meteorological drought index recommended, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 92, 4, 485-488.
- Hınıs, M. A., 2013. Bütünleşik kuraklık indeksi ile Aksaray' da hidrometeorolojik kuraklık analizi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28, 4.
- İpek, Ş. İ., 2008. Türkiye' de kuraklığa karşı alınacak tedbirlerin kuraklık planlaması kavramı açısından değerlendirilmesi. *TMMOB 2. Su Politikaları Kongresi*, 493-500.
- Kabataş, M. B., 2014. Sediment taşınımının bulanık mantık ve dalgacık analizi kombinasyonu metoduyla tahmin edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kadıoğlu, M. ve Özdamar, E., 2008. Kuraklık kıranı risk yönetimi.. *Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri*, 277-300.
- Kankal, M., 2010. Liman içi çalkantılarının fiziksel ve sayısal modellenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kapluhan, E., 2013. Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 487-510.
- Kokkokoğlu, N., 2006. İç Anadolu Bölgesi Kuraklık sürelerinin parametrik ve nonparametrik yaklaşımla analizi. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Küçük, M. ve Ağralıoğlu, N., 2006. Dalgacık dönüşüm tekniği kullanılarak hidrolojik akım serilerinin modellenmesi. *İTÜ Dergisi/d*, 5, 2.
- Küçükyaman, D., 2010. Kovada Gölü' nün hidrolojik ve meteorolojik kuraklık analizi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

- McKee, T.B., Dosken, N.J. ve Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales, Eight Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, California. 179-184.
- Mengü, G. P., Anaç, S. ve Özçakal, E., 2011. Kuraklık yönetim stratejileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 48, 2.
- Nacar, S., 2014. Farklı yapay zeka yöntemleriyle günlük akarsu değerlerinin tahmini - Haldizen Deresi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Öcal, O., 2007. Yapay sinir ağları algoritması kullanılarak akarsu havzalarında yağış - akış - katı madde ilişkisinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Öztemel, E., 2006. Yapay sinir ağları. Papatya yayıncılık, İstanbul.
- Pamuk, G., Özgürel, M. ve Topçuoğlu, K., 2004. Standart yağış indisi (SPI) ile Ege bölgesinde kuraklık analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41, 1.
- Partal, T., 2007. Türkiye yağış miktarlarının yapay sinir ağları ve dalgacık dönüşümü yöntemleri ile tahmini. Doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Partal, T., Kahya, E. ve Cıgızoglu, K., 2008. Yağış verilerinin yapay sinir ağları ve dalgacık dönüşümü yöntemleri ile tahmini. İTÜ Dergisi/d, 7, 3.
- Sattari, M. T., Yürekli, K. ve Ünlükara, A., 2011. Drought prediction by using artificial neural networks approach in Karaman Province. TABAD, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 4, 1, 7-13.
- Serrano, V. ve S. M. Beguería, S., 2016. Comment on ‘candidate distributions for climatological drought indices (SPI and SPEI) by James H. Stagge et al. International Journal of Climatology, 36, 4, 2120-2131.
- Sırdaş, S. ve Şen, Z., 2010. Meteorolojik kuraklık modellemesi ve Türkiye uygulaması. İTÜ Dergisi /d, 2, 2.
- Singh, K.P., Basant, A., Malik, A. ve Jain, G., 2009. Artificial neural network modeling of the river water quality, Ecological Modelling, 220, 6, 888-895.
- Şahin, A.U., 2008. Artificial neural networks approach for the determination of aquifer parameters. Yüksek Lisans Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Şahin, M., 2007. Karadeniz bölgesindeki yağış - akış ilişkisinin farklı YSA metotlarıyla belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Terzi, Ö. ve Barak, M., 2015. Dalgacık - sinir ağı yaklaşımı ile yağış - akış tahmini: Kızılırmak Nehri örneği. Tarım Bilimleri Dergisi, 21, 546-557.
- Turan, M.E., 2007, Akarsu akımlarının tahmininde yapay zekâ tekniklerinin kullanılması. Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Türkoğlu, H. İ., 2013. Terkos Gölüne gelen aylık debinin çeşitli metotlarla tahmini. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Türktemiz, B., 2008. Baraj haznelerine giren akımların yapay sinir ağları (YSA) ile tahmini. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Wells, N., Goddard, S. ve Hayes, M. J., (2004). A self-calibrating Palmer drought severity index. Journal of Climate, 17, 12, 2335-2351.
- Yarar, A., 2004. Beyşehir Gölü su seviyesi değişimlerinin yapay sinir ağları ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yaşar, M., 2004. Günlük akışlardaki boşlukların yapay sinir ağları kullanılarak tamamlanması. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Zargar, A., Sadiq, R., Naser, B. ve Khan, F. I., 2011. A review of drought indices. Environmental Reviews, 19(NA), 333-349.
- URL-1<<https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/brosurler/kuraklik.pdf>> alındığı tarih: 31.05.2018.
- URL-2<<https://www.mgm.gov.tr/kurumsal/istasyonlarimiz.aspx?sSirala=17&m=KONYA#sfB>> alındığı tarih: 07.07.2018.
- URL-3<[https://tr.wikipedia.org/wiki/Yapay\\_sinir\\_ağları](https://tr.wikipedia.org/wiki/Yapay_sinir_ağları)> alındığı tarih: 03.09.2016.
- URL-4< <http://rasatlar.dsi.gov.tr/#>> alındığı tarih: 01.06.2018.

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı ve Soyadı** : Berna ERENSON  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 01/02/1989 - Bergama/İzmir  
**E-posta adresi** : bernakarakuzu45@gmail.com

### EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

**Lisans** : Celal Bayar Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2013  
**Yüksek Lisans** : Aksaray Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2018

### MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

MTL Yapı Denetim Ltd. Şti., Kontrol Mühendisi, 2013-2014.

TYT Prefabrik Müh. İnş. Tar. San. ve Tic. Ltd. Şti., Proje ve Kont. Müh., 2015 - halen.