

Eksik Akım Verilerinin Tahmin Modelinin Oluşturulmasında Yapay Sinir Ağlarının Kullanımı: Asi Nehri-Demirköprü Akım Gözlem İstasyonu Örneği

Evren TURHAN*¹, Hatice Özmen ÇAĞATAY²

¹Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana

²Çukurova Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana

Geliş tarihi: 06.01.2016

Kabul tarihi: 22.04.2016

Özet

Hidrolojik planlamalarda eksik olan akım verilerinin tahmin edilmesi su yapılarının tasarım süreçlerinin çok önemli bir aşaması olmaktadır. Bu çalışmada Ülkemizin en önemli sel havzalarından biri olarak kabul edilen Hatay suları havzası'nda bulunan 1907 numaralı Asi nehri-Demirköprü AGİ'ye ait eksik aylık akım verileri havzadaki yakın diğer istasyonların akım verileri kullanılarak, İleri beslemeli geri yayınlı yapay sinir ağları (İBGYSA) yöntemi yardımıyla ayrı ayrı modellenmiştir. Her bir model sonucu çoklu doğrusal regresyon (ÇDR) ve çoklu doğrusal olmayan regresyon (ÇDOR) yöntemleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda İBGYSA yönteminin ÇDR ve ÇDOR yöntemlerine göre az da olsa daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları (YSA), Çoklu regresyon, Demirköprü.

Using of Artificial Neural Network (ANN) for Setting Estimation Model of Missing Flow Data: Asi River-Demirköprü Flow Observation Station (FOS)

Abstract

Estimation of missing data in hidrological planning is a very important stage of design processes of water structures. In this study, missing monthly flow data of Asi River-Demirköprü Flow Observation Station (FOS) (No:1907) were estimated with using existed flow data of other flow stations which close to these stations in the same basin. By using Feed Forward Back Propagation Neural Network (FFBPNN) as the model of Artificial Neural Network (ANN) method, missing flow data was modelled. The results of each FFBPNNs were compared with Multiple Regression (MR) results. According to the results of this study, FFBPNN method produced mostly better results than MR.

Keywords: Artificial neural networks (ANN), Multiple regression, Demirköprü.

* Yazışmaların yapılacağı yazar: Evren TURHAN, ABTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Adana.
eturhan@adanabtu.edu.tr

1. GİRİŞ

Globalleşen dünyada, iklim değişiklikleri ile birlikte çevresel problemler artmakta, kullanılabilir su kaynaklarının azalmasının ciddi bir risk oluşturacağı öngörülmektedir. Sınırlı bir kaynak olan suyun kullanımına yönelik iyi bir plânlamanın yapılması çok önemli bir durum haline gelmiştir. Bu doğrultuda su yapılarının geliştirilmesinde daha kapsamlı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Su kaynakları açısından potansiyellerin belirlenmesinde; yönetsel stratejilerin oluşturulması çok önemli olmakta; plânlama, inşaat ve işletilme konularının da ele alınması su kaynakları mühendisliğinin temelini oluşturmaktadır. Yapılan bu çalışma sonucunda, su yapılarının tasarımında önemli bir etken olan eksik akım verilerinin tahmini konusu ele alınmaya çalışılmıştır.

Efektif bir planlama oluşturabilmek yeterli sayıda akım verilerini mecbur kılmaktadır. Bu doğrultuda havza sınırlarındaki su kaynaklarının mevcut akım verileri ile tahmin yapmak hidrolojik açıdan önemli olmaktadır. Fakat akım bilgi elde etme süreçlerinin genelde lineer olmayan özellikte olması hesaplamalara zorluk oluşturmaktadır. Bu sebeple YSA'nın lineer olmayan modellemelerinin mevcut gözlenmiş akım verilerinin analizinde kullanılması tahmin modelini kolaylaştırmaktadır [1].

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde havza modellemesi konularında YSA'nın ve birçok farklı modellerin kullanıldığı çeşitli çalışmalar bulunmaktadır.

Kişî [2], yaptığı çalışmada Göksudere Nehri üzerinde bulunan İsaköy AGİ'ye ait aylık akımları YSA ve değişik istatistikî yöntemler yardımı ile tahmin etmeye çalışmış ve çalışma sonucunda YSA yönteminin akım tahmininde rahatlıkla kullanılabilceği sonucunu elde etmiştir.

Önal [3], yaptığı çalışmada YSA metodu ile Kızılırmak Nehri üzerinde akım tahmin modellemesi üzerine çalışmış, sonuç olarak YSA

metodunun akım tahmin problemlerinde kullanılabilceği sonucuna varmıştır.

Gümüş vd. [4], yaptığı çalışmada Orta Fırat Havzası'nda bulunan 2122 numaralı AGİ'ye ait aylık ortalama akım verileri ile 17099 numaralı Yağış Gözlem İstasyonuna (YAGİ) ait aylık toplam yağış verileri arasındaki ilişkiyi araştırmışlar, İBGYSA metodu ile elde edilen sonuçları ÇDR yöntemi ile karşılaştırmışlardır. Çalışma neticesinde İBGYSA yönteminin ÇDR yöntemine göre daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir.

Terzi ve Köse [5], yaptıkları çalışmada YSA yöntemi ile Göksu Nehri'nin akım tahminleri üzerine çalışarak eksik verileri tamamlama üzerine odaklanmışlardır. Çalışma neticesinde YSA yönteminin akım tahmininde kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir.

Kavşut ve Gümüş [6], yaptıkları çalışmada Seyhan Havzası'nda bulunan 1806 numaralı Zamantı Nehri-Ergenuşağı AGİ'ye ait eksik aylık akım verilerinin tahminini ele almışlar ve çalışma sonucunda eksik veri tahmininde İBGYSA yönteminin eksik verilerin tamamlanmasında diğer yöntemlere göre daha iyi sonuç verdiği sonuca varmışlardır.

Turhan ve Çağatay [7], yaptıkları çalışmada Ceyhan Nehri Poskoflu AGİ'ye ait eksik aylık akım verilerini yine aynı havzada yer alan yakın diğer bir istasyon olan Kabağağaç (Akçıl) AGİ'ye ait akım verileri yardımı ile tahmin etmeye çalışmışlar ve İBGYSA yönteminin ÇDR yöntemine göre daha iyi sonuçlar verdiğini gözlemlemişlerdir.

Bu çalışmada, ülkemizin sel rejimi yüksek havzalarından biri olan Hatay Suları Havzası'nda bulunan 1907 numaralı Ası Nehri-Demirköprü AGİ'ye ait eksik aylık akım verileri aynı havzada bulunan, mevcut akım verilerinin korelasyonunun uygun olduğu 1905 numaralı Karasu Nehri-Torun Köprüsü AGİ, 1906 numaralı Afrin Deresi-Müşrüflü AGİ ve 1908 numaralı Ası Nehri-Antakya AGİ'lerine ait akım verileri yardımıyla İBGYSA metodu kullanılarak ayrı ayrı

modellenecek tahmin edilmeye çalışılmıştır. Sonuçlar Çoklu Regresyon yöntemleri ile karşılaştırılarak YSA yönteminin güvenilirlik analizi yapılmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. İleri Beslemeli Geri Yayımlı Yapay Sinir Ağı (İBGYSA)

İBGYSA metodunda girdi, gizli ve çıkış birimleri şeklinde üç farklı adım yer almaktadır. Her kısım genelde birden fazla nörondan oluşmakta, adımlar birbirleri ile ağırlıklar vasıtası ile bağlanmaktadır.

Bağlanma durumu ve her kısımdaki nöron sayısı farklılık gösterebilmektedir [8].

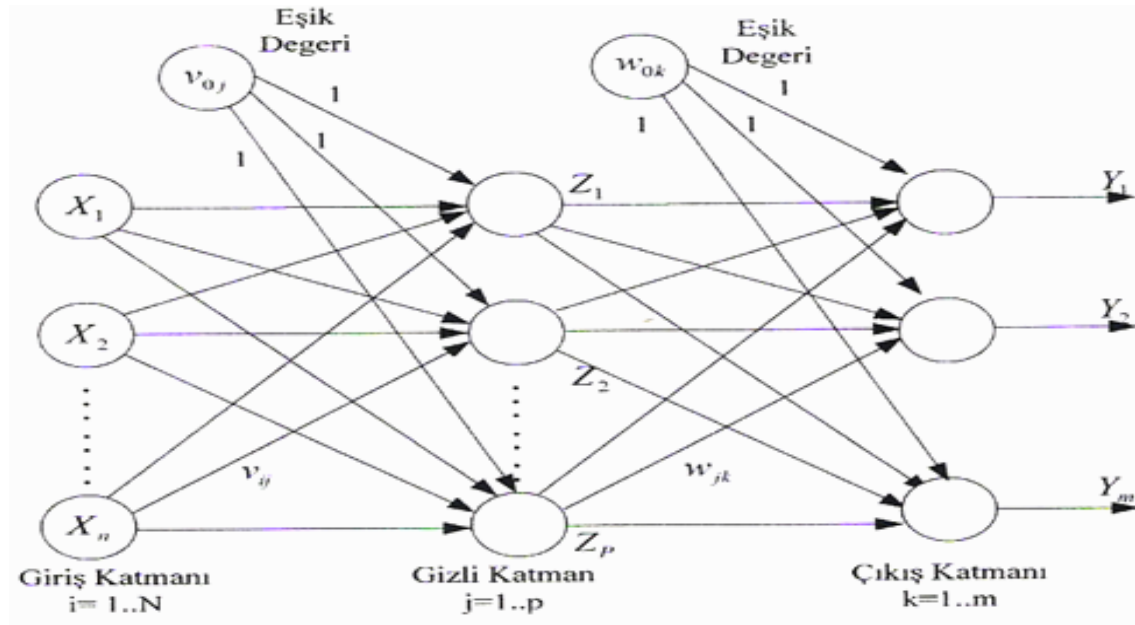
İBGYSA iki ana bölümden oluşmaktadır. Birinci kısım çıkış birimindeki verileri hesaplayabilmek için dış girdi verilerini ileriye doğru aktaran bir ileri doğru hesaplama adımı; ikinci kısım ise çıkış

birimindeki hesaplanan ve gözlenmiş verilerin arasındaki değişikliklere göre bağlantı İBGYSA modeli ile birer girdi, gizli ve çıktı birimlerinden oluşan üç adımlı bir öğrenme ağı kısmı şeklindedir [9].

Her bir kısmın girdi nöronlarında x_a ; $a=1, \dots, k$ girdi değerlerini almakta ve çıkış nöronlarında ise; T_b ; $b=1, \dots, m$ çıktı değerleri ile birlikte toplam N adet girdi grubunu oluşturmaktadır. Girdi değerleri gizli nöronlardaki ilk ara ağırlıkları, w_{aj} ; $j=1, \dots, h$ ile çarpılmakta ve sonuçlar a endeksi boyunca toplanmakta ve gizli birimlerin girdilerini oluşturmaktadırlar. Şekil 1'de bir İBGYSA yapısı görülmektedir [10].

Örneğin;

$$H_j = \sum_{a=1}^k w_{aj} x_a \quad (j = 1, \dots, h, \dots) \quad (1)$$



Şekil 1. Bir İBGYSA yapısı [10].

Burada H_j , j gizli nodunun girdisi, w_{aj} ise; a nöronundan j nöronuna doğru bağlantı ağırlığıdır.

Her gizli nöronun bir aktivasyon fonksiyonu ile türevi alınabilir bir fonksiyon olması sebebiyle

tercih edilen sigmoid fonksiyonu ile bir gizli nöron çıkışında, HR_j oluşmaktadır [11].

Dolayısı ile HR_j 'yi şu şekilde tanımlayabiliriz:

$$HR_j = f(H_j) = \frac{1}{1 + \exp[-(H_j + \beta_j)]} \quad (2)$$

H_j nöronun girdisi, $f(H_j)$ nöron çıkışı ve β_j başlangıç değeridir. HR_j çıkışı bir sonraki kısmın girdisi olarak ele alınmakta ve bu işlem çıkış kısmına kadar devam etmektedir.

m adet çıktı nöronlarına ulaşan girdi şu şekilde bulunmaktadır:

$$LO_b = \sum_{j=1}^h w_{jb} HR_{jb} \quad (b = 1, \dots, m) \quad (3)$$

Bu girdi değerleri daha önce belirtilmiş olan logaritmik sigmoid fonksiyonu tarafından uygulanarak sinir ağı çıkış değerleri, R_b elde edilmektedir. Ağırlık düzenlemesi ya da öğrenme süreci geriye doğru ilerleme algoritması ile elde edilmektedir. Çıkış kısmındaki R_b hedef değeri T_b ile aynı olmamaktadır.

Her girdi grubu için hata karelerinin toplamı, e_s , s 'nci girdi grubu için şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$e_s = \sum_{b=1}^m (T_b - R_b)^2 \quad (4)$$

Ortalama kare hatası (OKH), C , bütün girdi grupları için şu şekilde hesaplanmaktadır:

$$C = \frac{1}{2N} \sum_{s=1}^N \sum_{b=1}^m (T_{sb} - R_{sb})^2 \quad (5)$$

Burada T_{sb} , s 'nci grup için T_b hedef değeri; R_{sb} ise s 'nci grup için R_b çıkış değeridir. Geriye doğru ilerleme algoritmasının hedefi ortalama kare hatasının iterasyonla en azami seviyeye indirilmesidir [12]. Bu önce çıkış kısmındaki her nöron için δ_b gradyanının hesaplanması ile

gerçekleştirilir:

$$\delta_b = R_b (1 - R_b) (T_b - R_b) \quad (6)$$

Hata gradyanı δ_j daha sonra gizli birimler için bir önceki kısımda oluşan hataların ağırlıklı toplamının hesaplanması ile bulunmaktadır:

$$\delta_j = HR_j (1 - HR_j) \sum_{b=1}^m \delta_b w_{jb} \quad (7)$$

Hata gradyanları, ağ ağırlıklarını düzenlemek için kullanılmaktadır:

$$\Delta w_{aj}(z) = \lambda f_j x_a \quad (8)$$

$$w_{aj}(z + 1) = w_{ja}(z) + \Delta w_{ja}(z) \quad (9)$$

b 'inci veri sunumundan sonraki ağırlık değişimi şu şekildedir:

$$\Delta w_{ja}(z) = \lambda f_j x_a + \phi \Delta w_j(z - 1) \quad (10)$$

Burada ϕ , sonuca hızlı ulaşılmasını sağlayan momentum oran terimi; λ , etap boyutunu ayarlayan öğrenme oranı; z ise iterasyon numarasıdır [1].

3.2. Çoklu Doğrusal Regresyon (ÇDR)

Bu çalışmada akım tahmininde YSA ile elde edilen sonuçları karşılaştırmak için ÇDR analizinden faydalanılmıştır. Regresyon analizinin yapılmasının sebebi ise; değişkenler arasında anlamsal düzeyde bir ilişki olup olmadığını belirlemek, ilişki varsa bu ilişkiyi ifade eden regresyon denklemini elde etmek, bu denklemi kullanarak da tahmin yapabilmek ve sonucunda bu tahminlerin güven aralıklarını hesaplayabilmektir. İki değişken arasında anlamsal düzeyde bir ilişki olup olmadığına karar verebilmek amacı ile korelasyon katsayısına bakılır. Eğer korelasyon katsayısının mutlak değeri 1'e yakın bir değer ise; iki değişken arasında bağımlılığın güçlenerek deterministik bir ilişkiye yaklaştığı öngörülmektedir. ÇDR analizi MATLAB programı, ÇDOR analizi ise Excel programı yardımı ile yapılmıştır.

ÇDR analizinde bağımlı değişken y ; bağımsız değişkenler $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_s$ ile ifade edildiğinde aralarındaki ilişki:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i + \dots + \beta_s x_s + \varphi \quad (11)$$

(11) denklemindeki $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_i, \dots, \beta_s$ bilinmeyenlerine 'Regresyon Katsayıları' denilmektedir. Herhangi bir β_i katsayısı, diğer değişken ifadeleri sabit olarak alındığında x_i ifadesindeki bir birim değişme sonucunda y değişkeninde meydana gelecek değişim miktarını göstermektedir. β_i ($i=1,2,\dots,s$) parametreleri ise 'Kısmi Regresyon Katsayıları' olarak ifade edilmektedir. β_0 'a sabit denmekte ve tüm x_i değişkenleri sıfıra eşit olduğunda elde edilen değeri göstermektedir. φ ise hata sabiti olmaktadır [6].

Regresyon için veriler sürekli halde reel sayı olduğu ve eksik veri sayısı tahmin yapmayı etkileyecek kadar çok olmadığı için regresyona uygun olduğu düşünülmüştür.

3.3. Çoklu Doğrusal Olmayan Regresyon (ÇDOR)

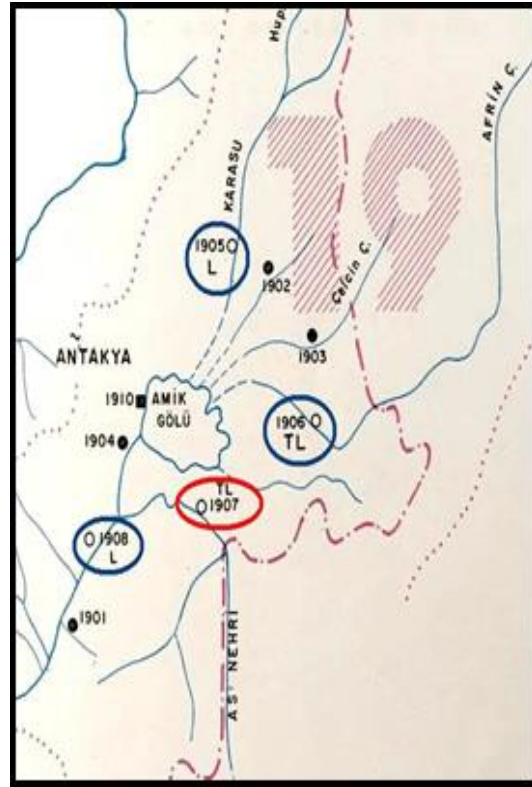
Lineer regresyon ile temelde benzer olmakla beraber lineer olmayan regresyonda da ulaşılmak istenen hedef bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında lineer olmayan bir ilişkinin var olup olmadığıdır. Lineer olmayan regresyonda lojistik, üstel ve polinom denklemleri genelde kullanılmaktadır. Bu tip denklemlerde, üzerinde ilişki olup olmadığı irdelenen değişken ve bağımlı parametreler ele alınarak bulunması gereken, bir kaç bilinmeyen parametre mevcut olmaktadır. Örneğin P bağımlı değişkeni ile denklem (12)'de verilen bağımsız değişkenler arasında üstel bir fonksiyon düşünülerek lineer olmayan regresyon analizi gerçekleştirilmiştir.

$$P = v a_1^{\beta_1} a_2^{\beta_2} a_3^{\beta_3} \dots a_n^{\beta_n} \quad (12)$$

Burada β_i i'nci model parametresi, v çarpımsal hata terimi, ve n değişken sayısını belirtmektedir [13].

4. BULGULAR

Çalışma dahilinde, Hatay-Reyhanlı karayolunun Hatay'dan itibaren 22. km'sindeki Demirköprü köyünde bulunan 1907 numaralı Ası Nehri-Demirköprü AGİ'ye ait 1960 yılı eksik aylık akım verileri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Eksik aylık akım verileri aynı havzada yakında yer alan 1905 numaralı Karasu-Torun Köprüsü AGİ; 1906 numaralı Afrin Deresi-Müşrüflü AGİ ve 1908 numaralı Ası Nehri- Antakya AGİ verileri yardımı ile ayrı ayrı İBGYSA yöntemi ile MATLAB programında modellenmiştir. Ayrıca ÇDR ve ÇDOR yöntemleri de kullanılarak İBGYSA sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Şekil 2'de Hatay Suları Havzası'nın Genel Haritası ve AGİ'ler gösterilmektedir [14].



Şekil 2. Hatay suları havzası AGİ'leri [14].

1907 numaralı Ası Nehri-Demirköprü AGİ'nin 1960 yılı eksik verilerinin tahminine yönelik

İBGYSA, ÇDR ve ÇDOR modellemeleri 1905, 1906 ve 1908 numaralı AGİ'lerinin verileri yardımı ile ayrı ayrı ele alınmıştır. Her bir modellemede dört farklı deneme yapılmıştır. İstasyonlar arasında oluşturulan YSA mimari yapıları Çizelge 1'de görülmektedir. Çalışmada 1905 numaralı AGİ'lere ait 105 verinin 73'ü eğitim, 32'si test kısmında; 1906 numaralı AGİ'ye ait 67 verinin 47'si eğitim, 20'si test kısmında; 1908 numaralı AGİ'ye ait 94 verinin 66'sı eğitim, 28'i test kısmında sınanmıştır.

Çizelge 1'de görüldüğü üzere örnek olarak Q_{1905t} 1905 numaralı AGİ'nin o aya ait; $Q_{1905t+1}$ 1905 numaralı AGİ'nin bir sonraki ayına ait; $Q_{1905t+2}$ 1905 numaralı AGİ'nin iki sonraki ayına ait; $Q_{1905t+3}$ 1905 numaralı AGİ'nin üç sonraki ayına ait akım değerlerini; Q_{1906t} 1906 numaralı AGİ'nin o aya ait; $Q_{1906t-1}$ 1906 numaralı AGİ'nin bir önceki ayına ait; $Q_{1906t-2}$ 1906 numaralı AGİ'nin iki önceki ayına ait; $Q_{1906t-3}$ 1906 numaralı AGİ'nin üç önceki ayına ait akım değerlerini göstermektedir. Q_{1907t} 'nin t-1 ve t+1 olarak girdileri de mimarilere eklenmektedir.

Model oluşturulurken transfer fonksiyonu olarak

'Logaritmik Sigmoid Transfer Fonksiyonu' kullanılmakta ve çıkışlar (0,1) aralığında çıkış katmanı ise doğrusal fonksiyon şeklindedir.

Bu sebeple veriler ağ yapısına girmeden normalize edilmelidir. Normalizasyon yapıldığından çok yüksek veriler olduğu halde bir sorun oluşturmamaktadır. Denklem (13) kullanılarak normalize işlemi gerçekleştirilmektedir.

$$Q_{ne} = \psi \frac{Q_e - Q_{min}}{Q_{mak} - Q_{min}} + \rho \quad (13)$$

Q_{min} ve Q_{max} her bir istasyonun minimum ve maksimum debisini; Q_e normalize edilmiş debi değerlerini göstermektedir. Denklemdeki Ψ ve ρ değerleri sırası ile 0.6 ve 0.2 olarak sabit değerlendirilmiştir. Denklem ters işlem uygulanarak normalizasyon tamamlanmıştır. Ortalama Mutlak Göreceli Hata (OMGH) değerlerinin sıfıra, R^2 değerinin de 1 değerine yakın olması iyi bir tahmin yapıldığını göstermektedir. Saklı tabaka ve ara katmanlarda farklı nöron değerleri yani hücre sayıları kullanılmıştır. Çıkış değeri 1 olarak belirtilmiştir.

Tahmin verileri OMGH ve Belirlilik Katsayısı (R^2) baz alınarak $Q_{ölçülen}$ gözlenmiş akım verilerini, $Q_{hesaplanan}$ modelleme sonucu akım verilerini göstermektedir. Eldeki mevcut verilerin %70'i eğitim, %30'u test aşamasında kullanılmıştır.

Ayrı ayrı senaryolar, model yapısından görüldüğü üzere Eğitim ve Test aşamasında denenmiştir. OMGH ve Belirlilik Katsayıları (R^2) değerlendirildiğinde;

N ifadesi toplam veri olarak değerlendirildiğinde,

$$OMGH = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \frac{Q_{ölçülen} - Q_{hesaplanan}}{Q_{ölçülen}} \right| \times 100 \quad (14)$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{ölçülen} - Q_{ortalama})^2 - \sum_{i=1}^N (Q_{ölçülen} - Q_{hesaplanan})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{ölçülen} - Q_{ortalama})^2} \quad (15)$$

Çizelge 1. İBGYSA, ÇDR ve ÇDOR modelleri için eğitim ve test sonuçları

ÇIKIŞ: Q1907 _t		İBGYSA				ÇDR		ÇDOR	
		Eğitim		Test		Test		Test	
Deneme	Giriş Katmanı	R ²	OMGH	R ²	OMGH	R ²	OMGH	R ²	OMGH
1	Q1905 _t , Q1905 _{t+1} , Q1907 _{t+1}	0,871	0,097	0,877	7,152	0,796	1,030	0,883	4,174
2	Q1905 _t , Q1905 _{t+1} , Q1905 _{t+2} , Q1907 _{t+1}	0,841	6,782	0,775	0,343	0,805	0,616	0,883	8,675
3	Q1905 _t , Q1905 _{t+1} , Q1905 _{t+2} , Q1905 _{t+3} , Q1907 _{t+1}	0,880	1,830	0,892	8,386	0,772	4,950	0,890	29,09
4	Q1905 _t , Q1905 _{t+1} , Q1905 _{t+2} , Q1905 _{t+3} , Q1907 _{t+1} , Q1907 _{t+2}	0,876	0,052	0,900	9,957	0,870	2,876	0,897	15,942
5	Q1906 _t , Q1906 _{t-1} , Q1907 _{t-1}	0,789	0,03	0,317	46,172	0,510	18,190	0,277	4,255
6	Q1906 _t , Q1906 _{t-1} , Q1906 _{t-2} , Q1907 _{t-1}	0,823	0,066	0,318	46,213	0,290	8,163	0,271	9,480
7	Q1906 _t , Q1906 _{t-1} , Q1906 _{t-2} , Q1906 _{t-3} , Q1907 _{t-1}	0,879	0,214	0,615	2,340	0,525	9,577	0,708	6,145
8	Q1906 _t , Q1906 _{t-1} , Q1906 _{t-2} , Q1906 _{t-3} , Q1907 _{t-1} , Q1907 _{t-2}	0,908	0,005	0,669	3,979	0,734	7,844	0,755	7,052
9	Q1908 _t , Q1908 _{t+1} , Q1907 _{t+1}	0,715	0,013	0,546	0,841	0,587	0,078	0,805	5,891

Çizelge 1. (devamı)

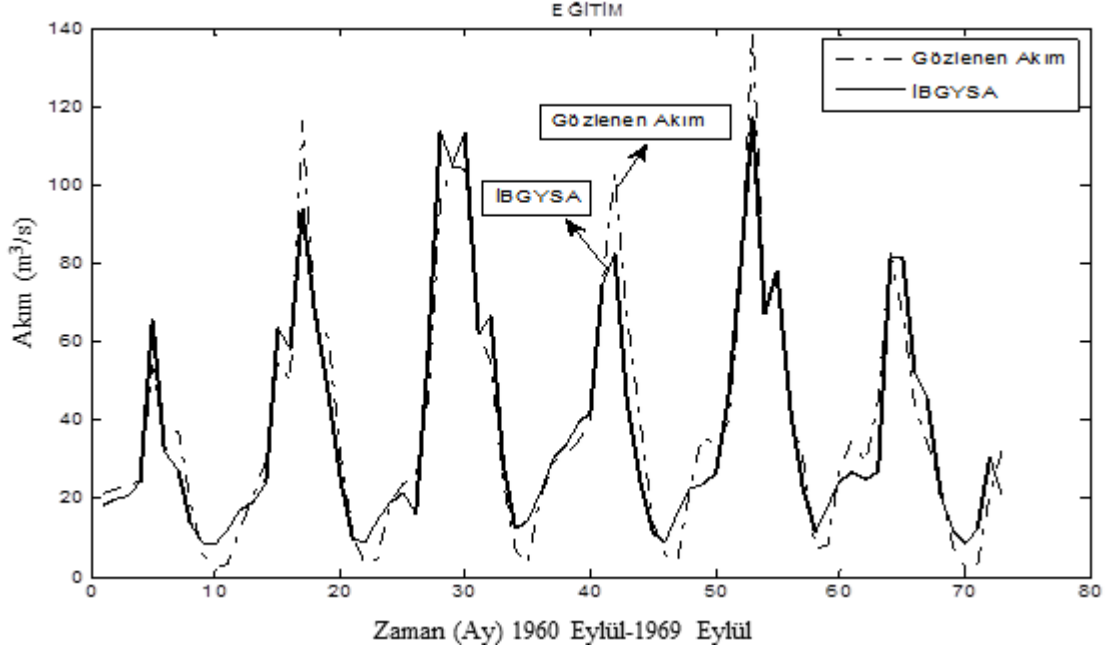
10	Q1908 _t , Q1908 _{t+1} , Q1908 _{t+2} , Q1907 _{t+1}	0,716	0,037	0,543	0,625	0,580	0,125	0,778	4,750
11	Q1908 _t , Q1908 _{t+1} , Q1908 _{t+2} , Q1908 _{t+3} , Q1907 _{t+1}	0,718	0,023	0,774	8,847	0,797	2,652	0,752	3,561
12	Q1908 _t , Q1908 _{t+1} , Q1908 _{t+2} , Q1908 _{t+3} , Q1907 _{t+1} , Q1907 _{t+2}	0,718	0,016	0,771	9,177	0,795	5,612	0,708	5,235

test aşamasında İBGYSA yöntemi en yüksek R² ve en düşük OMGH değerlerini vermiştir. Genelde İBGYSA, ÇDR ve ÇDOR yöntemleri sonucu elde edilen değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. İBGYSA yönteminde test aşamasında R² değeri 0,892; OMGH değeri 8,386 olarak elde edilmiştir. ÇDR yönteminde test aşamasında R² değeri 0,772; OMGH değeri 4,950 olarak bulunmuştur. ÇDOR yönteminde test aşamasında R² değeri 0,890; OMGH değeri 29,09 olarak elde edilmiştir.

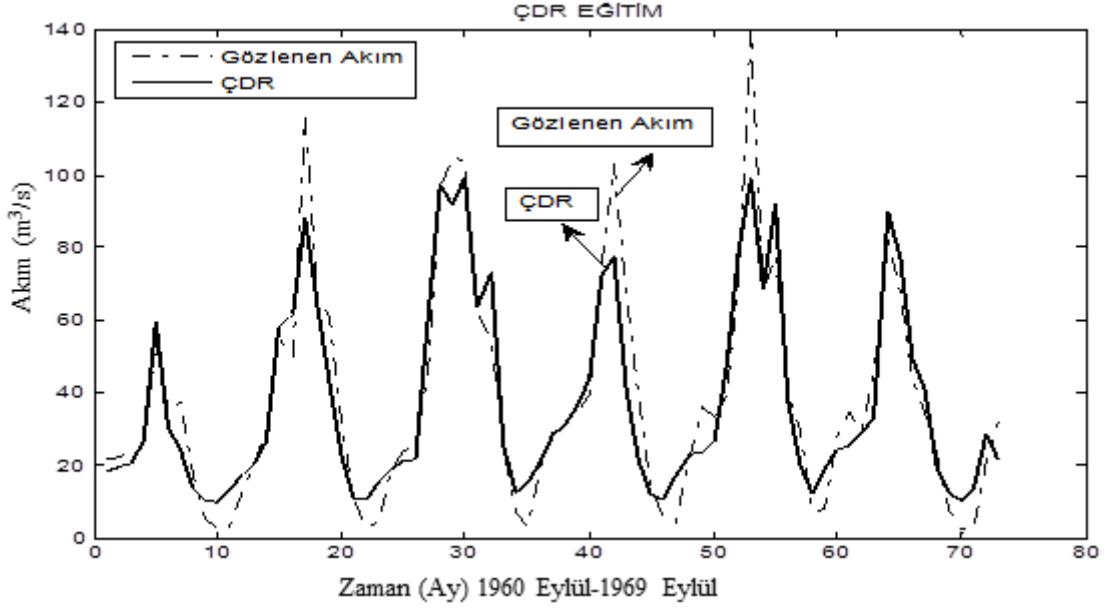
1905 No'lu istasyonun o aya ve sonraki üç aya ait değerlerinin bağımsız değişkenler ve 1907 No'lu istasyonun tahmin edilecek olan akım değerinin bir ve iki sonraki aylarının bağımlı değişkenler olarak kabul edildiği yapıda İBGYSA mimarisinin ÇDR ve ÇDOR değerleri ile yakın sonuçlar elde ettiği görülmekle beraber, az da olsa daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Yapılan tahmin modelinde en iyi sonucu Deneme 3'ün sağladığı görülmüştür. 1906 no'lu istasyonun o aya ve önceki üç aya ait değerlerinin bağımsız değişkenler ve 1907 no'lu istasyonun tahmin edilecek olan akım değerinin bir ve iki sonraki aylarının bağımlı değişkenler olarak kabul edildiği yapıda ise genelde Test sonuçları R² değerlerinin çok düşük olduğu, aralarındaki anlamsal düzeydeki bağımlı zayıf olduğu görülmüştür. Eğitim sonuçları yüksek çıkmakla birlikte Test aşamasında korelasyon epey

düşmüştür. Bu noktada girilen veri sayısının az olmasının bir etken olduğu düşünülmektedir. 1908 no'lu istasyonun o aya ve sonraki üç aya ait değerlerinin bağımsız değişkenler ve 1907 No'lu istasyonun tahmin edilecek olan akım değerinin bir ve iki ay sonraki değerlerinin bağımlı değişkenler olarak kabul edildiği yapıda genelde test sonuçlarının birbirine çok yakın sonuçlar verdiği, genelde ÇDOR değerlerinin daha iyi tahmin sağladığı görülmüştür.

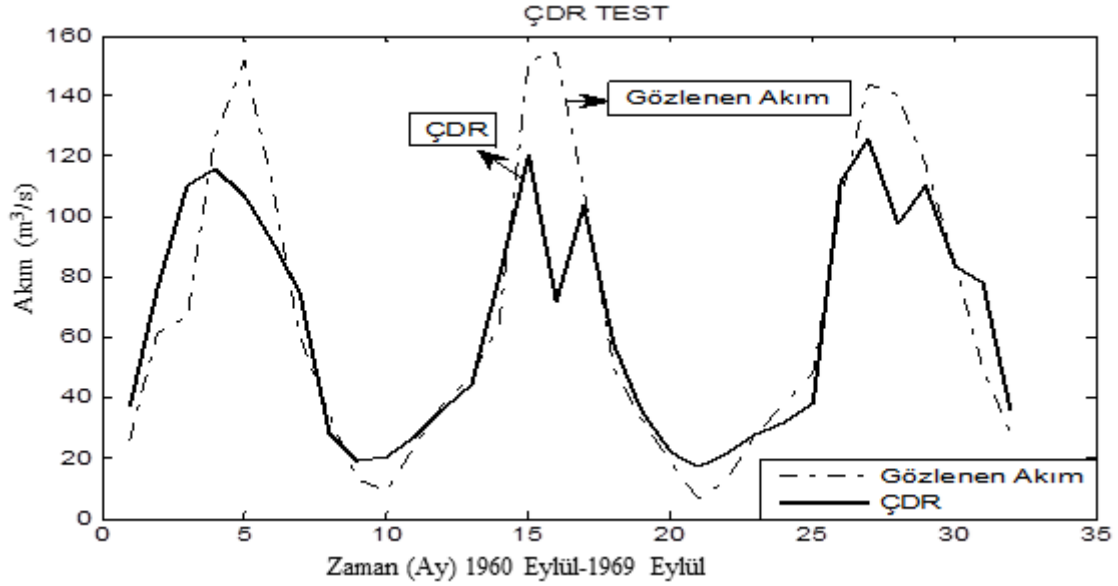
En iyi sonucu sağlayan YSA Mimari Yapısı (5,2,1) olarak belirlenmiş olup; Deneme 3'ün Eğitim Dönemi için İBGYSA yöntemi ile Tahmin Edilen ve Gözlenen Akım Değerleri grafiği Şekil 3'te; Deneme 3'ün Eğitim Dönemi için ÇDR yöntemi ile Tahmin Edilen ve Gözlenen Akım Değerleri Şekil 4'te; Deneme 3'ün Test Dönemi için ÇDR yöntemi ile Tahmin Edilen ve Gözlenen Akım Değerleri Şekil 5'te; Deneme 3'ün test dönemi için İBGYSA yöntemi ile Tahmin Edilen ve Gözlenen Akım Değerleri Şekil 6'da; Deneme 3'ün Eğitim ve Test Dönemi için ÇDOR yöntemi ile Tahmin Edilen ve Gözlenen Akım Değerleri Şekil 7 ve Şekil 8'de; Deneme 3'ün Test Dönemine ait İBGYSA, ÇDR ve ÇDOR yöntemleri ile Tahmin Edilen ve Gözlenen Akım Değerleri Belirlilik Katsayısı (R²) grafikleri Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11'de gösterilmektedir.



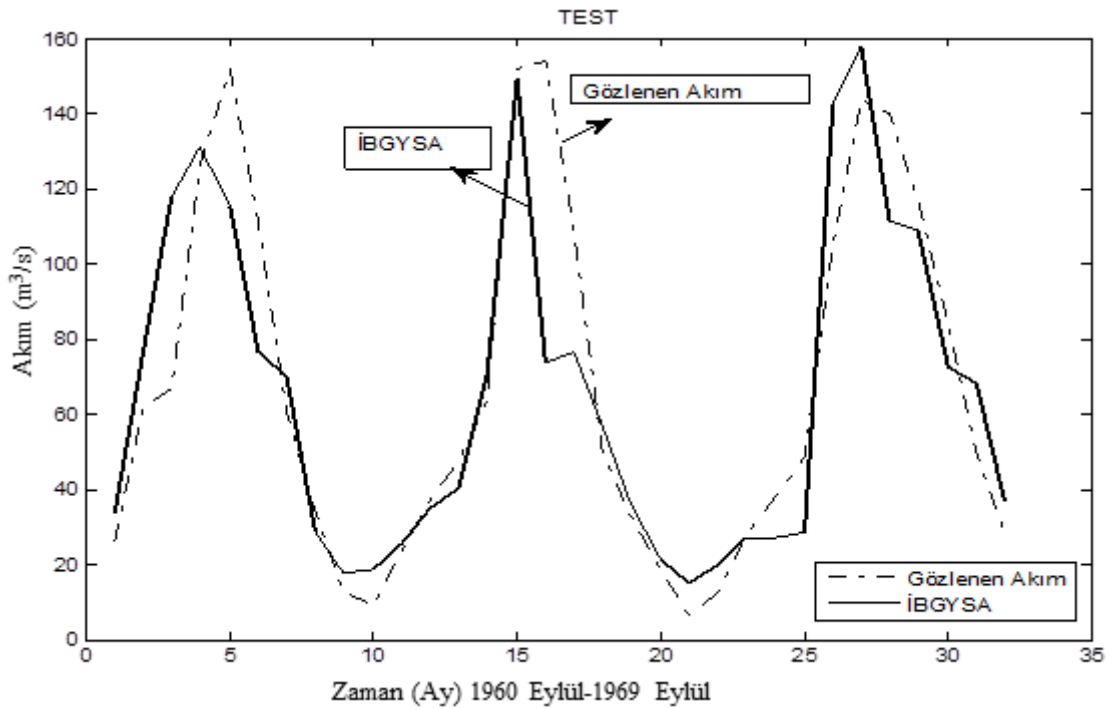
Şekil 3. Deneme 3'ün eğitim dönemi için İBGYSA Yöntemi ile tahmin edilen ve gözlenen akım değerleri



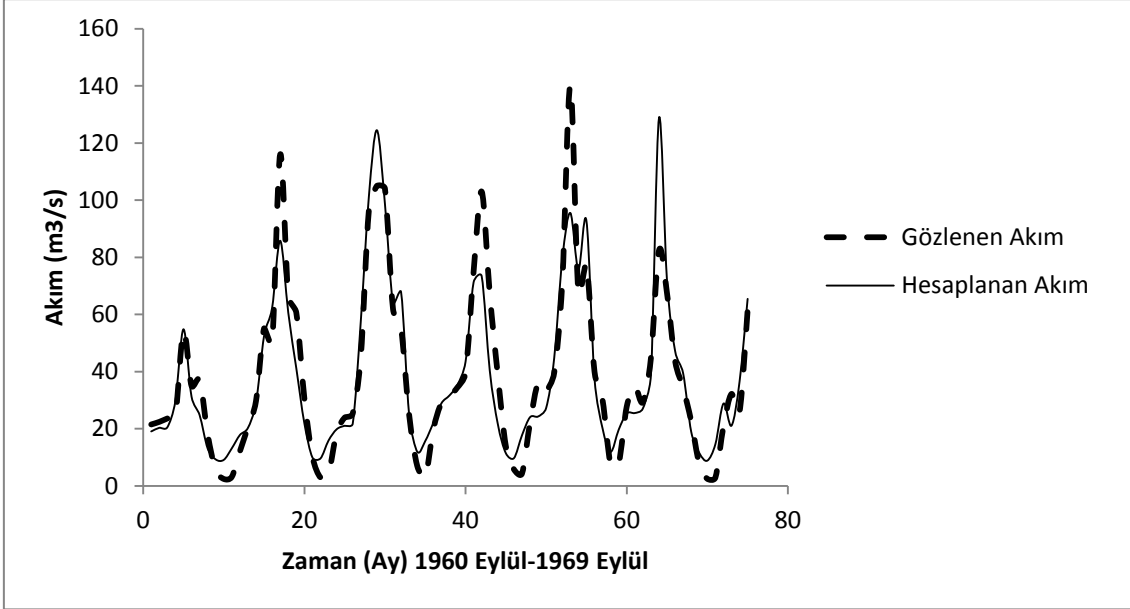
Şekil 4. Deneme 3'ün eğitim dönemi için ÇDR Yöntemi ile tahmin edilen ve gözlenen akım değerleri



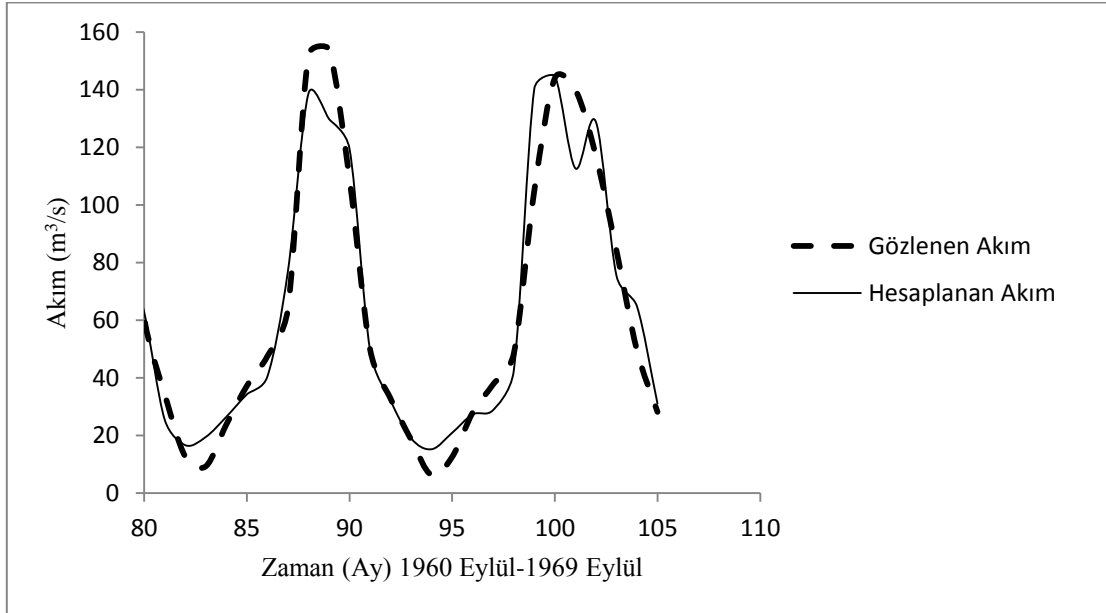
Şekil 5. Deneme 3'ün test dönemi için ÇDR Yöntemi ile tahmin edilen ve gözlenen akım değerleri



Şekil 6. Deneme 3'ün test dönemi için İBGYSA Yöntemi ile tahmin edilen ve gözlenen akım değerleri

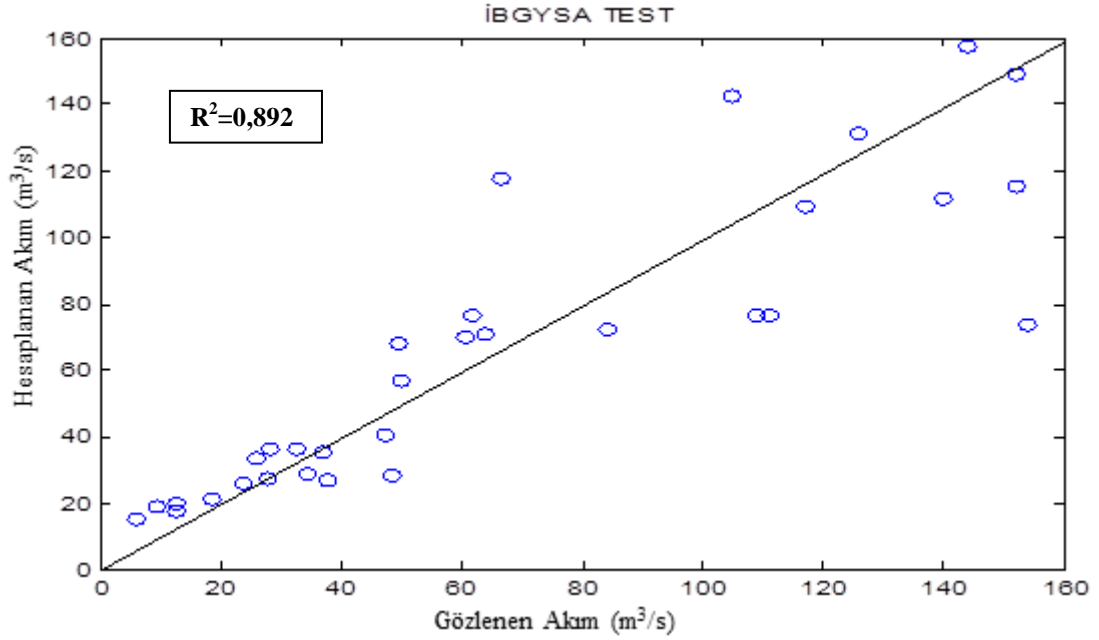


Şekil 7. Deneme 3'ün eğitim dönemi için ÇDOR Yöntemi ile tahmin edilen ve gözlenen akım değerleri

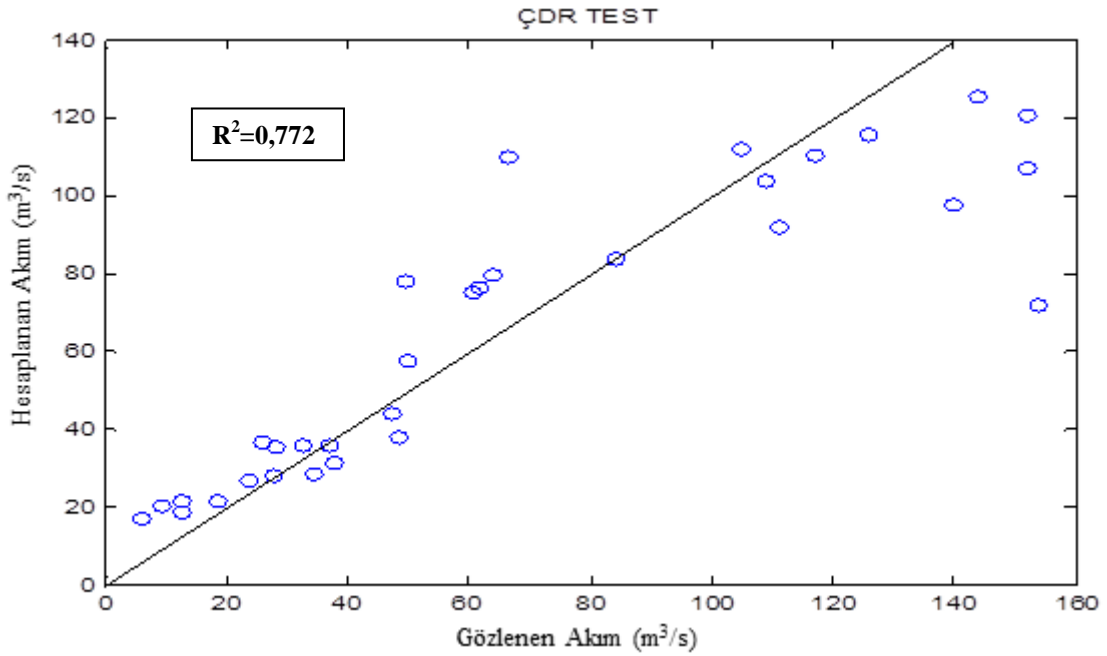


Şekil 8. Deneme 3'ün test dönemi için ÇDOR Yöntemi ile tahmin edilen ve gözlenen akım değerleri

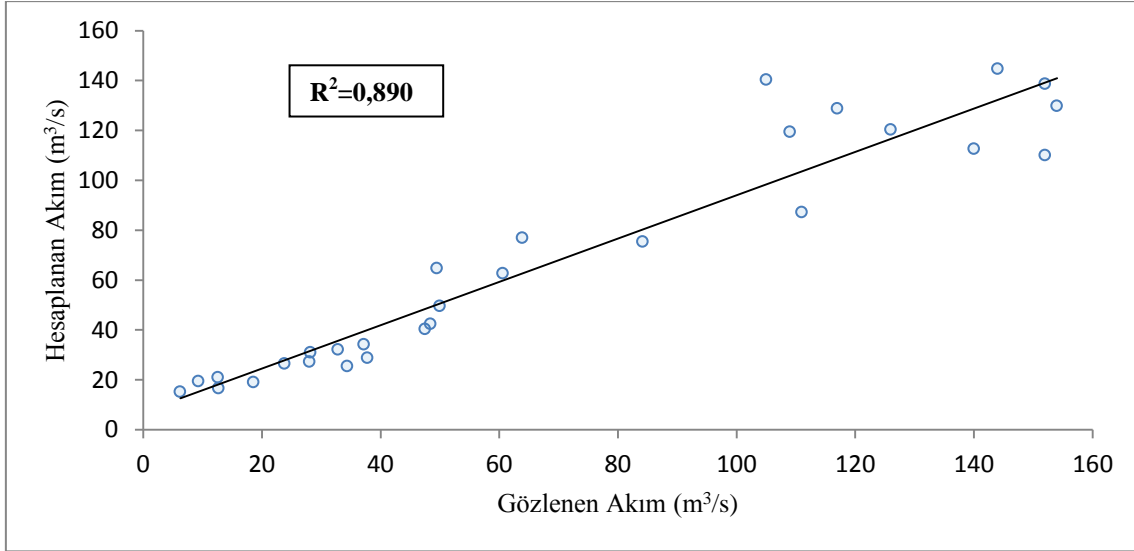
Eksik Akım Verilerinin Tahmin Modelinin Oluşturulmasında Yapay Sinir Ağlarının (YSA) Kullanımı: Asi Nehri-Demirköprü Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) Örneği



Şekil 9. Deneme 3'ün test dönemine ait İBGYSA Yöntemi ile tahmin edilen ve gözlenen akım değerleri belirlilik katsayısı (R^2)



Şekil 10. Deneme 3'ün test dönemine ait ÇDR Yöntemi ile tahmin edilen ve gözlenen akım değerleri belirlilik katsayısı (R^2)



Şekil 11. Deneme 3'ün test dönemine ait ÇDOR Yöntemi ile tahmin edilen ve gözlenen akım değerleri belirlilik katsayısı (R^2)

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, ülkemizin sel rejimi yüksek havzalarından biri olan Hatay Suları Havzası'nda bulunan 1907 numaralı Asi Nehri-Demirköprü AGİ'ye ait eksik aylık akım verileri aynı havzada bulunan, mevcut akım verilerinin korelasyonunun uygun olduğu 1905 numaralı Karasu Nehri-Torun Köprüsü AGİ, 1906 numaralı Afrin Deresi-Müşröflü AGİ ve 1908 numaralı Asi Nehri-Antakya AGİ'lerine ait akım verileri yardımıyla İBGYSA metodu kullanılarak ayrı ayrı modellenerek tahmin edilmeye çalışılmıştır. Sonuçlar ÇDR ve ÇDOR yöntemleri ile karşılaştırılarak YSA yönteminin güvenilirlik analizi yapılmıştır.

Çalışmada; akım verilerinin giriş değerleri olarak alındığı, önceki ve sonraki zaman akım değerlerinden faydalanılarak YSA, ÇDR ve ÇDOR yöntemleri ile modellenmesi şeklinde ele alınmıştır. Eksik olan akım değerlerinin tahmin modellemesinde yakındaki istasyonun değerleri baz alınarak mimari ağ yapısı kurulmaya çalışılmıştır. Akım değerlerinin önceki ve sonraki

aya ait akım değerleri ile ilişkili olduğu gözden kaçırılmaması gereken bir ayrıntı durumundadır. YSA'dan beklenen aslında en iyi yakınsamayı yapabilesidir. YSA'nın Eğitim aşamasında verilen değerlerin sistemi en iyi şekilde ortaya çıkarabilecek özellikte olması da önemli bir nokta olmaktadır. Sonuç olarak yapılan çalışma ile İBGYSA yönteminin eksik akımların türetilmesi problemlerinde bir tahmin modeli oluşturulması yönünden ÇDR ve ÇDOR yöntemleri gibi kullanılabilmesi anlaşılmıştır.

Model denemelerinden elde edilen sonuçlara bakıldığında; İBGYSA model sonuçlarının her ne kadar istenilen yüksek başarı düzeyini yakalayamadığı öngörülse bile tatminkar sonuçlar elde edildiği düşünülmektedir. En iyi sonuçları elde etmek bakımından çok fazla sayıda deneme yapılması gerekmektedir. Yapılan çalışmada kullanılan girdi verileri haricinde yeni girdiler kullanılarak oluşturulacak daha farklı modellemeler veri girişi açısından yaşanan zorlukları minimize edebilecektir. Geliştirilen tahmin modelinin su kaynaklarının doğru ve sürdürülebilir işletilmesi hususunda gerek duyulan

karar mekanizmalarında belirli kolaylıkları sağlayacağı aşıkardır. Yapılacak girdi eklemeleri ile modelin eksik yanları görülecek ve gerekli değişikliklerle geliştirme olanağı her zaman için mevcut olacaktır.

6. KAYNAKLAR

1. Turhan, E., 2012. Seyhan Havzası'nın Yağış-Akış İlişkisinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Modellenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
2. Kişi, Ö., 2004. River Flow Modelling Using Artificial Neural Networks, J. Hydrol.Eng., Vol.9, No:1, pp:60-63.
3. Önal, S., 2009. Yapay Sinir Ağları Metodu ile Kızılırmak Nehri'nin Akım Tahmini, Yüksek Lisans Tezi, pp:73-75, Isparta.
4. Gümüş, V., Kavşut, M.E., Yenigün, K., 2010. Yağış-Akış İlişkisinin Modellenmesinde Orta Fırat Havzası Uygulaması, 2.Su Yapıları Sempozyumu, 14-16 Ekim, Diyarbakır.
5. Terzi, Ö., Köse, M., 2012. Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Göksu Nehri'nin Akım Tahmini, SDU International Technologic Science, Vol. 4, No:3, pp:1-7, Isparta.
6. Kavşut, M. E., Gümüş, V., 2013. Zamantı Nehri-Ergenusağı İstasyonu Eksik Aylık Akım Verilerinin Tahmini, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Part:C, Tasarım ve Teknoloji, GU J Sci Part:c, Vol.1, No:2, pp:81-91, Ankara.
7. Turhan, E., Çağatay, H.Ö., 2015. Yapay Sinir Ağları (YSA) Yöntemi ile Göksun Nehri-Poskoflu Akım Gözlem İstasyonu (AGİ) Eksik Akım Verilerinin Tahmin Edilmesi, VIII. Ulusal Hidroloji Kongresi, 08-10 Ekim, Şanlıurfa.
8. Eberhart and Dobbins, 1990. Neural Networks for PC Tools: A Practical Guide.
9. Öztemel, E., 2003. Yapay Sinir Ağları Kitabı, Papatya Yayıncılık Eğitim Bilgisayar Sistemleri, İstanbul.
10. Kaynar, O., Taştan, S., Demirkoparan, F., 2010. Ham Petrol Fiyatlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini, Ege Akademik Bakış/Ege Academic Review, Vol.10, No:2, pp: 561-575, İzmir.
11. Efe, Ö. M., Kaynak, O., 2000. Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları, Boğaziçi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
12. Kızılaslan, M.A., Sağın F., Doğan E., Sönmez, O., 2014. Aşağı Sakarya Nehri Akımlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmin Edilmesi, SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, Vol.18, No:2, pp: 99-103, Sakarya.
13. Seçkin, N., Güven A. ve Yurtal R., 2010. Taşkın Debilerinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi: Örnek Bölge Çalışması-Batı Karadeniz Havzası, Ç.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Vol.25, No:1-2, pp:45-57, Adana.
14. EİEİ, 2005. Su Akımları Yıllığı Kitabı, Ankara.