



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2009, Volume: 4, Number: 1, Article Number: 1A0004

ENGINEERING SCIENCES

Received: June 2008
Accepted: January 2009
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2009 www.newwsa.com

Ö.Faruk Dursun
Murat Karabatak
Works (DSI) IX.Regional Directorate
University of Firat
ofaruk_dursun@dsi.gov.tr
Elazığ-Türkiye

FIRAT HAVZASI'NDAKİ EKSİK AKIM VERİLERİNİN KORELASYON VE YAPAY SİNİR AĞLARI METOTLARI İLE TAHMİN EDİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, Fırat Havzası'nda bulunan 2178 nolu Akım Gözlem İstasyonundaki (AGİ) eksik akım verilerinin, Korelasyon ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri ile tahmini yapılmıştır. 2178 nolu istasyonun eksik verileri, aynı havzada ve aynı akarsu olan Göynük Çayı üzerinde bulunan 2164 nolu AGİ verileri kullanılarak tamamlanmıştır. 2164 ve 2178 nolu istasyonlara ait akım verileri kullanılarak önce bir YSA modeli oluşturulmuş, daha sonra da bu YSA modeli kullanılarak 2178 nolu akım gözlem istasyonundaki eksik akım verilerinin tahmini yapılmıştır. YSA modeli oluşturulurken Levenberg-Marquardt geriye yayılım algoritması kullanılmıştır. Modelin geçerliliği test edilirken üç katlı çapraz geçerlilik yöntemi kullanılmıştır. Söz konusu istasyon için korelasyon ve YSA metotları ile elde edilen araştırma sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmış ve YSA ile elde edilen sonuçların daha güvenilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fırat Havzası, Göynük Çayı, Eksik Akım Verileri, Yapay Sinir Ağları

THE ESTIMATION OF MISSING FLOW RECORDS BY CORRELATION AND NEURAL NETWORKS IN FIRAT BASIN

ABSTRACT

In this study, the estimation of the missing flow records, which was obtained from number 2178 flow monitoring station in Fırat basin, is fulfilled by using correlation and neural networks (NN). The missing data of number of 2178 station are completed from the number of 2164 station which is on the Göynük stream. Firstly, a NN model was constructed using number 2164 and 2178 station flow records and later missing flow record of number 2178 station was estimated using this NN model. While constructing the neural network model, Levenberg-Marquardt back propagation algorithm was used. The validation of the model is tested with 3-fold cross validation test. The results that were obtained with both correlation and neural networks are compared. It is concluded that the results obtained NN methods are more reliable than correlation methods.

Keywords: Fırat Basin, Göynük Stream, Missing Flow Records, Neural Networks



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

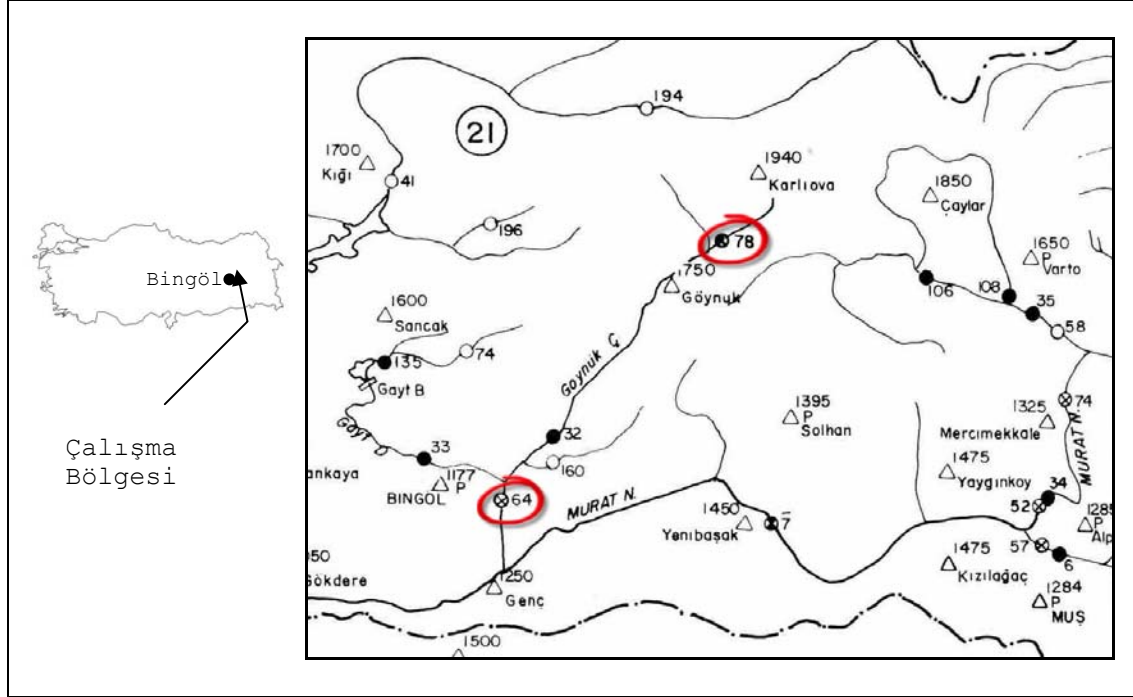
Su yapılarına ait planlanma ve projelendirme çalışmalarının doğru ve etkili bir şekilde yapılması, büyük ölçüde akarsu akım verilerinin doğruluğuna bağlıdır. Su kaynakları projelerinin uzun yıllara ait akım verileri kullanılarak projelendirilmesi için bu akım verilerinin, çeşitli nedenlerle ölçüm yapılmamasından kaynaklanan eksik verilerinin tamamlanması gerekmektedir. Elverişsiz iklim şartları veya başka nedenlerden dolayı hidrolojik zaman serilerinin ölçümlerinin yapılamaması nedeniyle bu serilerde boşlukların oluşması, su kaynakları sistemlerinin planlanması, projelendirilmesi ve işletilmesi gibi çalışmaların zarar görmesine sebep olabilmektedir (Hipel ve McLeod, 1994). Eksik akım verilerinin tamamlanması amacıyla yapılan çalışmalar neticesinde su kaynaklarının uzun yıllar boyunca sahip olduğu karakteristik özellikler daha gerçekçi bir şekilde anlaşılabilir hale gelmektedir. Böylece ülke kaynakları daha doğru bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Bu amaçla eksik verileri tamamlamak için korelasyon metotları yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı şekilde Yapay Sinir Ağları (YSA) gibi güvenilirliği kanıtlanmış yöntemlerle de eksik veriler tahmin edilebilmektedir. Eksik akım verilerinin tahmin edilmesinde YSA metodu Khalil ve diğ. (2001) ve Elshorbagy ve diğ. (2000) tarafından kullanılmıştır.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Su kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması amacıyla Akım Gözlem İstasyonlarının (AGİ) ölçümlerinin eksik olan verilerinin tamamlanmasında birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada; bu yöntemlerden YSA metoduna göre elde edilen sonuçların uygulamada en sık kullanılan yöntem olan korelasyon yöntemi ile elde edilen sonuçlara göre daha uygun sonuçlar verdiği ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Böylece araştırmacı ve planlamacıların eksik veri tamamlama çalışmalarında YSA metodunu da sıkça kullanmalarını tavsiye edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

Bu çalışmanın amacı, Fırat Havzası'nda yer alan Göynük Çayı üzerinde Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) tarafından işletilen 2178 nolu akım gözlem istasyonundaki (AGİ) eksik akım verilerini tahmin etmektir (Şekil 3.1). Göynük Çayı Bingöl İli Karlıova İlçesi sınırları içerisinde doğup, Bingöl İli doğusundan geçerek Genç İlçesi yakınlarında, Bingöl İlinin kuzey batısı istikametinden gelen Gayt Çayı ile birleşir ve daha sonra Murat Nehrine katılır. Göynük Çayı baz akımı olan ve bahar aylarında özellikle mansaba yakın kısımlarında oldukça yüksek feyzan debilerine ulaşabilen bir çaydır. 2178 nolu AGİ'nin bulunduğu kısımda Göynük Çayının drenaj alanı 437,5 km²'dir. 2164 nolu AGİ'nin bulunduğu kısımda ise Göynük ve Gayt Çayları birleşmişlerdir ve toplam drenaj alanı 2232 km²'dir. Tablo 1'de 2164 nolu AGİ ile 1970-1986 ve 1993-2006 yılları arasındaki verileri eksik olan 2178 nolu AGİ'ye ait bazı bilgiler verilmiştir. Eksik akım verilerinin tahmin edilmesinde, 2178 nolu AGİ'nin eksik olan akım verileri, 1970-2006 yılları arası akım verileri mevcut olan 2164 nolu AGİ'den yararlanılarak tahmin edilmiştir. Önce 2178 nolu AGİ ile 2164 nolu AGİ arasında korelasyon yapılmıştır. Daha sonra ise YSA metoduyla eksik veriler tahmin edilmiştir. Bulunan her iki sonuç karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır.

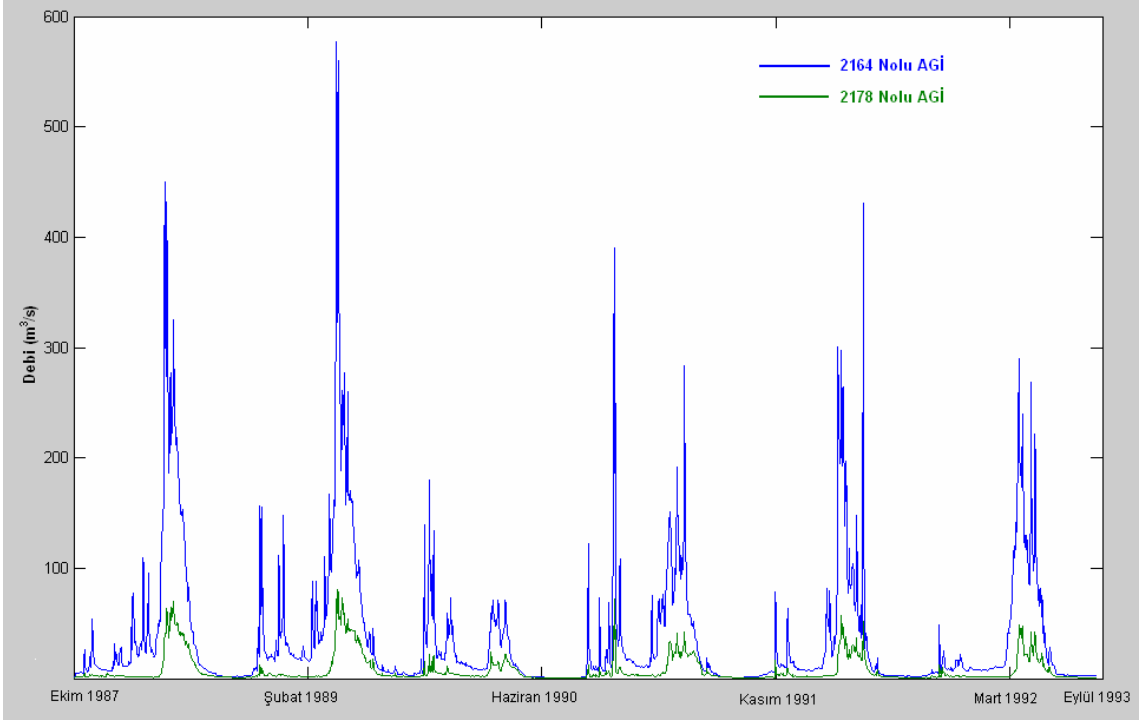


Şekil 1. Fırat Havzası (Göynük Çayı) ve akım gözlem istasyonları
(Figure 1. Fırat Basin (Göynük Stream) and flow monitoring stations)

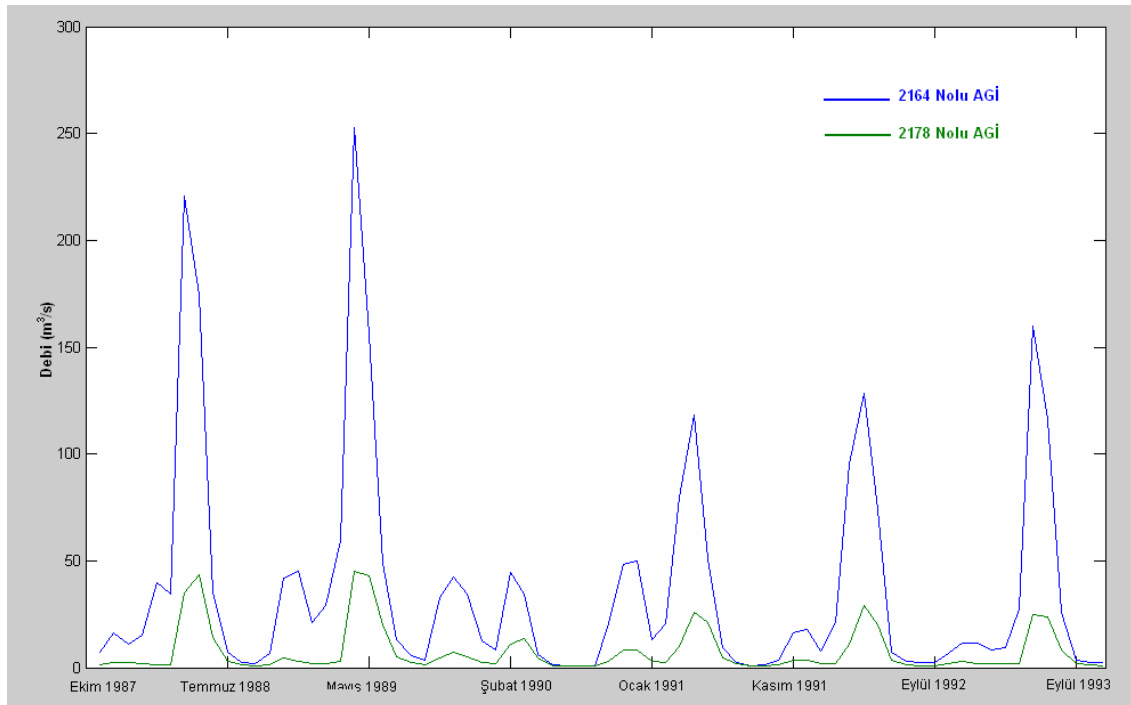
Tablo 1. Akım gözlem istasyonları ve eksik akım yılları
(Table 1. Flow monitoring stations (FMS) and missing flow years)

| AGİ No | Yağış Alanı (km ²) | Yaklaşık istasyon Kotu (m) | Gözlem Süresi | Eksik Yıllar |
|--------|--------------------------------|----------------------------|---------------|------------------------|
| 2164 | 2232 | 990 | 1970-2006 | - |
| 2178 | 437,5 | 1579 | 1987-1992 | 1970-1986 1993-2006 |

Ekim 1987 Yılı ile Eylül 1993 yıllarına ait hem 2164 Nolu AGİ'ye hem de 2178 Nolu AGİ'ye ait günlük akım verileri bulunmakta ve Şekil 2'de görülmektedir. Şekil 3'te ise aylık olarak bu iki gözlem istasyonuna ait ortalama akım verileri verilmektedir.



Şekil 2. Fırat Havzası Göynük Çayı Ekim 1987- Eylül 1993 yılları 2164 ve 2178 Nolu AGİ günlük akım verileri
(Figure 2. Fırat Basin Göynük Stream daily flow records of numbers of 2164 and 2178 FMS in period of October 1978-September 1993)



Şekil 3. Fırat Havzası Göynük Çayı Ekim 1987- Eylül 1993 yılları 2164 ve 2178 Nolu AGİ aylık ortalama akım verileri
(Figure 3. Fırat Basin Göynük Stream average monthly flow records of 2164 and 2178 numbers FMS in period of October 1978-September 1993)

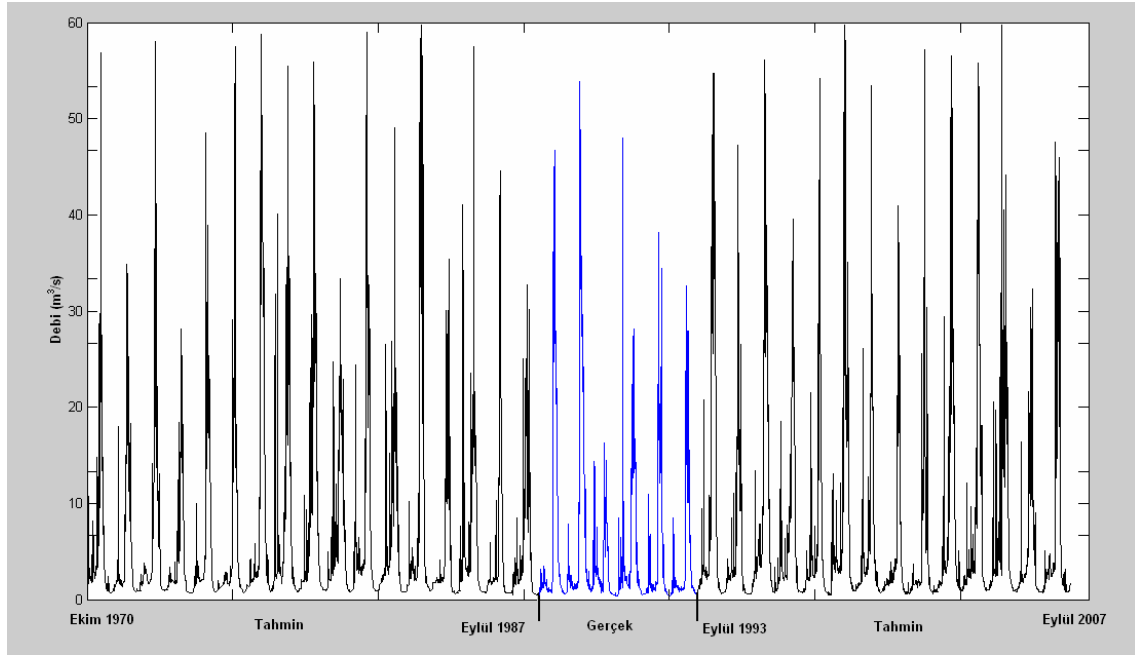
3.1. Korelasyon Analizi (Correlation Analysis)

İki ya da daha çok değişken arasında ilişki olup olmadığını ve ilişki varsa bu ilişkinin yönünü ve gücünü belirlemek amacıyla regresyon-korelasyon analizleri yapılmaktadır. Korelasyon sonucu bulunan korelasyon katsayısının 1 değerine yakın olması, yapılan analizin sağlıklı olduğunu gösterir. Uygulamada bir çok korelasyon metodu bulunmaktadır.

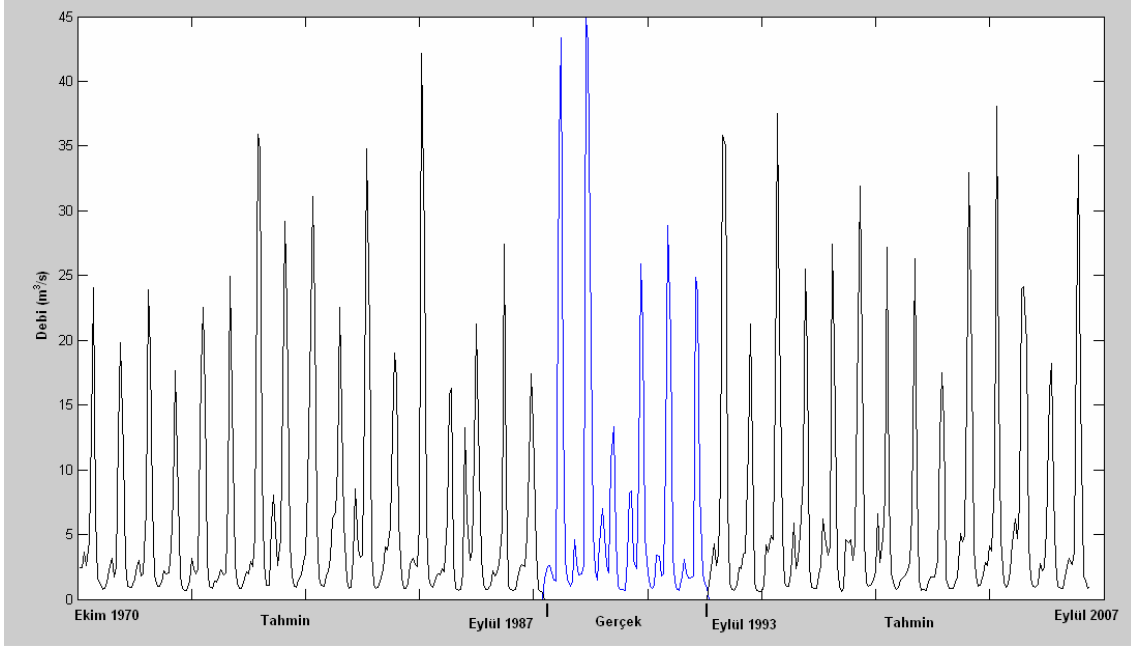
Bu çalışmada en küçük kareler yöntemine göre korelasyon analizi yapılmıştır. Yapılan korelasyon sonucunda,

$$y = 0.2511 + 0.2182x - 0.0002x^2 \quad (1)$$

denklemleri elde edilmiş ve korelasyon katsayısı $R^2=0,81$ olarak bulunmuştur. Korelasyon sonucunda elde edilen denklemde x değeri 2164 No'lu AGİ'den elde edilen akım verilerini oluşturmakta ve denklem sonucunda y ise 2178 nolu AGİ'ye ait akım verilerinin tahmini değerlerini oluşturmaktadır. Şekil 4'te Ekim 1970-Eylül 2007 yılları arası 2178 Nolu AGİ akım verileri görülmektedir. Ekim 1987-Eylül 1993 yılları arası gerçek akım değerlerini, diğer bölgeler ise korelasyon ile elde edilen tahmini akım verilerini oluşturmaktadır. Şekil 3.5'te ise yine aynı döneme ait akım verilerinin aylık ortalama değerleri verilmektedir.



Şekil 4. Korelasyon yöntemi ile Ekim 1970-Eylül 1987 ve Eylül 1993 Eylül 2007 yılları arası 2178 Nolu AGİ günlük akım tahmin değerleri (Figure 4. Estimated daily flow records from correlation method number of 2178 FMS in period of October 1970-september 1987 and September 1993-september 2007)



Şekil 5. Korelasyon yöntemi ile Ekim 1970-Eylül 1987 ve Eylül 1993 Eylül 2007 yılları arası 2178 Nolu AGİ aylık ortalama akım tahmin değerleri

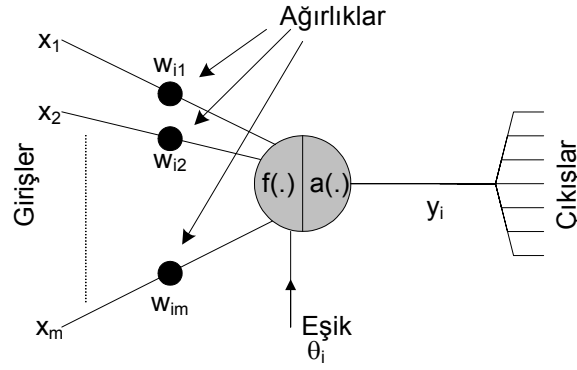
(Figure 5. Estimated monthly average flow records from correlation method number of 2178 FMS in period of October 1970-september 1987 and September 1993-september 2007)

3.2. Yapay Sinir Ağları (Neural Networks)

Yapay sinir ağları biyolojik nöron hücrelerinin yapısı ve öğrenme karakteristiklerinden esinlenerek geliştirilmiş bir hesaplama sistemi olup, örüntü tanımada çok kuvvetli sınıflandırıcılardır. Yapay sinir ağları, özellikle bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile mühendislik sahasında çok geniş bir uygulama alanı bulmuştur (Principe ve diğ. 2000, Türkoğlu ve Hanbay 2001, Şengür ve diğ. 2005). Yapay sinir ağları aşağıdaki karakteristiklere sahip paralel bilgi işleme yapılarıdır:

- Biyolojik bir nöronun esinlenerek matematiksel modeli ortaya konmuştur.
- Birbirine bağlanan çok fazla sayıdaki işlem elemanlarından oluşur.
- Bağlantı ağırlıkları ile bilgiyi tutar.
- Bir işlem elemanı giriş uyarılarına dinamik olarak tepki verebilir ve tepki tamamen yerel bilgilere bağlıdır (ilgili işlem elemanını etkileyen bağlantılar ve bağlantı ağırlıkları yoluyla gelen giriş sinyali).
- Eğitim verisi ile ayarlanan bağlantı ağırlıkları sayesinde öğrenme, hatırlama ve genelleme yeteneklerine sahiptir.

Bu üstün özellikleri, yapay sinir ağlarının karmaşık problemleri çözebilme yeteneğini göstermektedir. Şekil 6'da biyolojik nöronun esinlenerek ortaya konmuş işlem elemanının basit bir matematiksel modeli gösterilmiştir (Türkoğlu, 2000). Bu modelde, i . işlem elemanının çıkışı Denklem 1'de verilmiştir.



Şekil 6. Bir nöron hücresinin matematiksel modeli
(Figure 6. The mathematical model of a neuron cell)

$$y(t+1) = a \left(\sum_{j=1}^m w_{ij} x_j(t) - \theta_i \right) \quad (2)$$

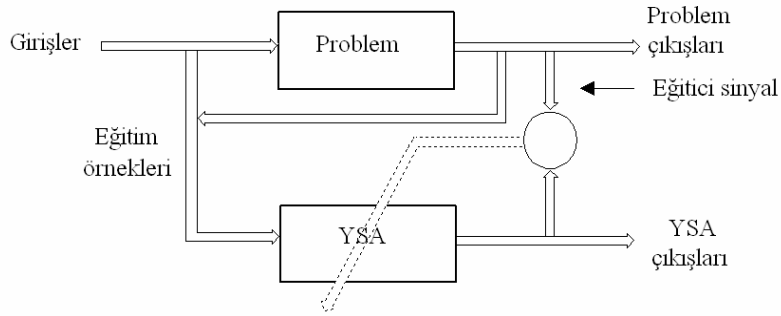
Burada $a(\cdot)$ etkinleştirme fonksiyonu, θ_i ise i . işlem elemanının eşik değeridir. İşlem elemanlarının bilgi işlemleri iki kısımdan oluşur: Giriş ve çıkış. Bir işlem elemanı dışardan almış olduğu x_j giriş bilgilerini bağlı buldukları w_{ij} ağırlıkları üzerinden birleştirilerek bir *net* değeri üretir. i . işlem elemanının *net* değeri Denklem 2 ile hesaplanır.

$$f_i \triangleq net_i = \sum_{j=1}^m w_{ij} x_j - \theta_i \quad (3)$$

Her bir işlem elemanının ikinci süreci, *net* değerini bir $a(\cdot)$ etkinleştirme fonksiyonundan geçirerek çıkış değerini bulmaktır. Etkinleştirme fonksiyonları işlem elemanlarının çok geniş aralıktaki çıkışını belli aralıklara çekmektedir. Böylece her bir işlem elemanının tepkisi yumuşak olmaktadır ve bağlantı ağırlıklarının değişimlerinin de daha küçük değerlerde olması sağlanır. Dolayısıyla yapay sinir ağının eğitiminde, hata değişiminin ıraksaması engellenerek kararlılığa ulaşmasına yardımcı olunur. Çok yaygın olarak kullanılan bazı etkinleştirme fonksiyonları; Birim basamak, signum, rampa, tek ve çift yönlü sigmoid gibidir (Türkoğlu, 2000).

3.2.1. YSA Kullanarak Eksik Akım Verilerinin Tahmini (Estimation of Missing Flow Records by Use of NN)

Bu çalışmada öncelikle elde edilen veriler kullanılarak bir YSA modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan YSA modelinin blok diyagramı Şekil 7'de görülmektedir. Ekim 1987-Eylül 1993 yılları arasında 2164 Nolu AGİ'den elde edilen günlük akım verileri giriş olarak 2178 Nolu AGİ'den elde edilen günlük akım verileri ise çıkış olarak alınmış ve YSA eğitilerek bu probleme ait bir YSA modeli oluşturulmuştur.

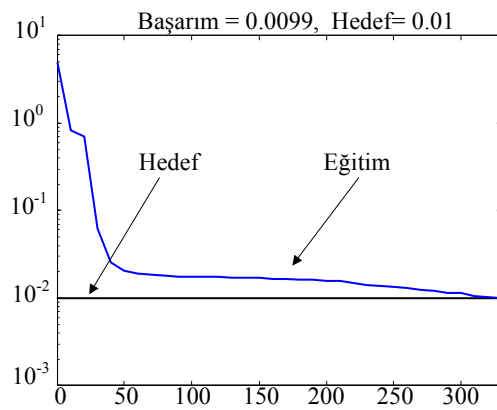


Şekil 7. YSA modeli blok diyagramı
(Figure 7. Block diagram of NN model)

YSA eğitilirken hata geri yayma (back propagation) algoritması kullanılmıştır. Kullanılan YSA yapısı ve eğitim parametreleri Tablo 2’de görülmektedir. Eğitim aşamasında istenen hata oranında eğitim gerçekleştiğinde işlem tamamlanmaktadır. YSA modeline ait eğitim başarımı Şekil 8’de görülmektedir. YSA modeli oluşturulması aşamasında eğitim ve test aşamaları için 3 katlı çapraz geçerlilik yöntemi kullanılmıştır. Bu şekilde modelin geçerliliği daha etkin olabilmektedir.

Tablo 2. YSA yapısı ve eğitim parametreleri
(Table 2. NN structure and training parameter)

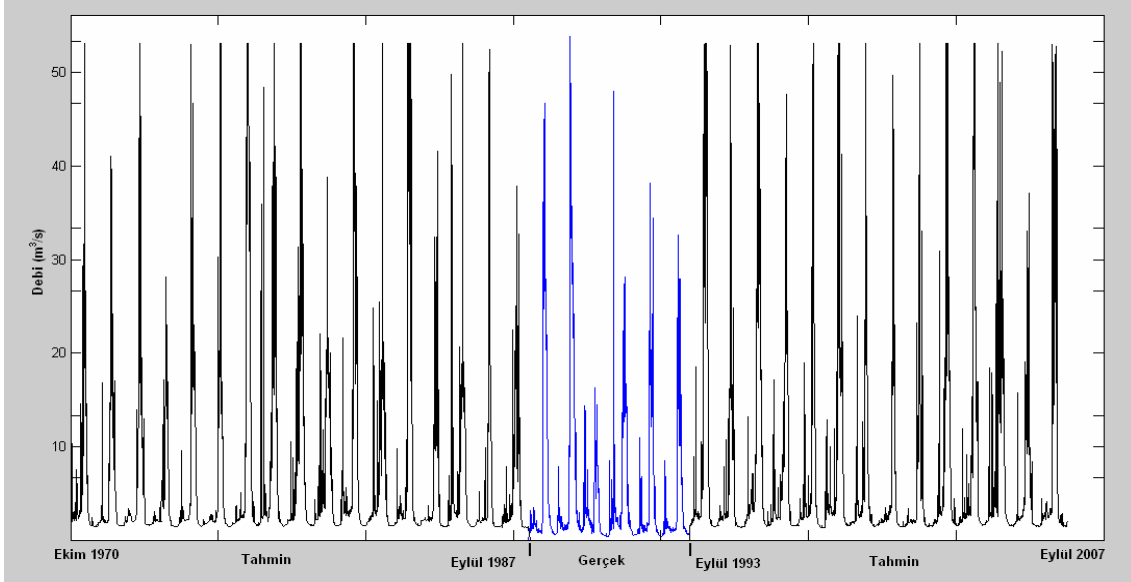
| YSA Yapısı | |
|--|--|
| Katman Sayısı | 3 |
| Yapay Sinir Ağı Katmanlarındaki nöron sayısı | Giriş Sayısı :1 Gizli Katman :3 Çıkış :1 |
| Başlangıç Ağırlıkları ve bias | Rasgele |
| Aktivasyon Fonksiyonu | Tanjant-sigmoid Doğrusal |
| Eğitim Parametreleri | |
| Öğrenme Kuralı | Levenberg-Marquardt Geriye yayılım |
| Hata Kareleri toplamı | 0.01 |



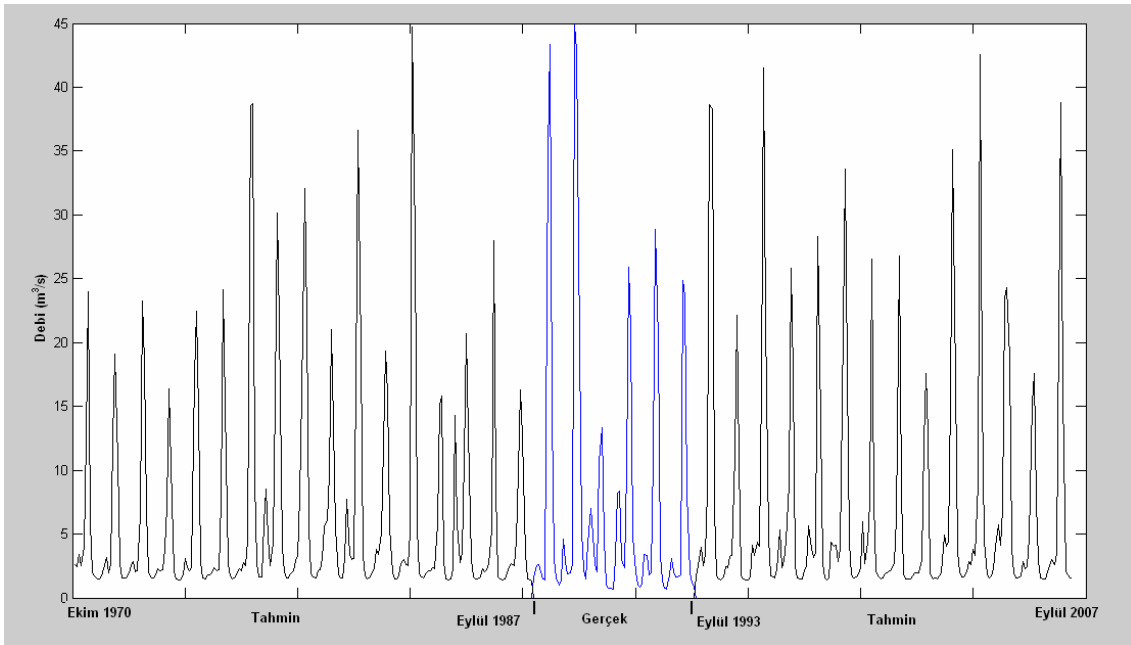
Şekil 8. Yapay sinir ağı eğitim başarımı
(Figure 8. Training performance of NN)

Elde edilen YSA modeli daha sonra daha sonra Eylül 1970- Eylül 1987 yılları ve Eylül 1993 - Ekim 2007 yılları arasında eksik olan 2178 Nolu AGİ akım verilerinin tahmini için kullanılmıştır. Şekil 9’da Ekim 1970-Eylül 2007 yılları arası 2178 Nolu AGİ akım verileri

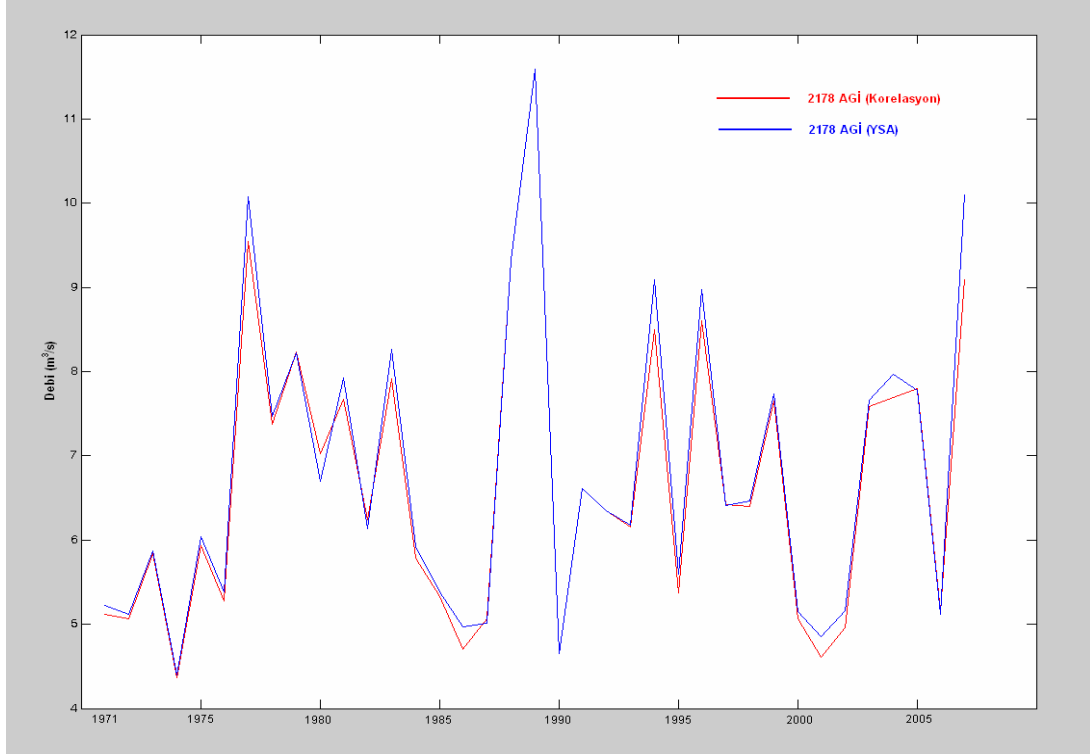
görülmektedir. Ekim 1987- Eylül 1993 yılları arası gerçek akım değerlerini, diğer bölgeler ise YSA ile elde edilen tahmini akım verilerini oluşturmaktadır. Aynı döneme ait akım verilerinin aylık ortalama değerleri Şekil 10'da yıllık ortalama değerleri ise Şekil 11'de verilmektedir.



Şekil 9. YSA yöntemi ile Ekim 1970-Eylül 1987 ve Eylül 1993 Eylül 2007 yılları arası 2178 Nolu AGİ günlük akım tahmin değerleri
(Figure 9. Estimated daily flow records from NN method number of 2178 FMS in period of October 1970-september 1987 and September 1993-september 2007)



Şekil 10. YSA yöntemi ile Ekim 1970-Eylül 1987 ve Eylül 1993 Eylül 2007 yılları arası 2178 Nolu AGİ aylık ortalama akım tahmin değerleri
(Figure 10. Estimated average monthly flow records from NN method number of 2178 FMS in period of October 1970-september 1987 and September 1993-september 2007)



Şekil 11. Fırat Havzası Göynük Çayı 1971-2007 yılları 2164 ve 2178 Nolu AGİ yıllık ortalama akım verileri
(Figure 11. Fırat Basin Göynük Stream annual flow records of numbers of 2164 and 2178 FMS in period of 1971-2007)

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Fırat Havzasında bulunan Göynük Çayı üzerindeki AGİ'lerden 2178 nolu AGİ'nin eksik akım verilerini tamamlanması amacıyla yapılan bu çalışmada korelasyon analizi ve YSA metodu kullanılmıştır. Korelasyon analizi sonucunda elde edilen eşitliğin R^2 değeri 0.81'dir. YSA metoduyla yapılan analizin sonucunda ise $R^2=0.90$ olarak bulunmuştur. Bulunan bu sonuçlara göre YSA metoduyla yapılan çalışma gerçeğe daha yakın sonuçlar vermiştir. Böylece her iki çalışmanın sonucu da kabul edilebilir değerlerdir denilebilir. Ayrıca hidrolojik çalışmalarda eksik veri tamamlanırken, YSA metodu ile de analiz yapılması ve en uygun sonucu veren yöntemin kullanılması, su kaynakları planlama çalışmaları açısından oldukça önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Hipel, K.W. and McLeod A.I., (1994). Time Series Modeling of Water Resources and Environmental Systems, Elsevier, Amsterdam.
- Khalil, M., Panu, U.S., and Lennox, W.C., (2001). Groups and Neural Networks Based Stream Flow Data Infilling Procedures. Journal of Hydrology 241, 153-176.
- Elshorbagy A., Panu U.S., and Simonovic, S.P., (2000). Group-Based Estimation of Missing Hydrological Data: II. Application to Streamflows. Hydrol. Sci. J. 45(6), 849-866.
- Principe, J.C., Euliano, N.R., and Lefebvre, W.C., (2000). Neural and adaptive systems, John Wiley & Sons, 1. Edition, New York, 656s
- Türkoğlu, İ., ve Hanbay, D., (2001). Yapay sinir ağı ve HFD kullanarak DTMF sinyal örüntülerini tanıma sistemi", Elektrik -



Elektronik - Bilgisayar Mühendisliği 9. Ulusal Kongresi, 431-434, Kocaeli.

- Şengür, A., Türkoğlu, İ., ve İnce, M.C., (2005). Eğitici-siz yapay sinir ağları ile görüntü bölütleme uygulamaları, IEEE 13. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, 271-274, Kayseri.
- Türkoğlu, İ., (2002). Durağan olmayan işaretler için zaman-frekans entropilerine dayalı akıllı örüntü tanıma, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.