



Aşağı Sakarya Nehri akımlarının yapay sinir ağları ile tahmin edilmesi

Mehmet Anıl Kızılaslan*, Fatma Sağın, Emrah Doğan, Osman Sönmez

^{1*}Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Sakarya

08.08.2013 Geliş/Received, 31.10.2013 Kabul/Accepted

ÖZET

Sakarya Nehri, DSİ tarafından belirlenmiş olan 26 havzadan 12 numaralı Sakarya Havzasında yer almaktadır. Havzanın en önemli nehri olan Sakarya Nehri, bölgenin önemli bir doğal enerji kaynağıdır. Üzerine kurulmuş olan barajlar sayesinde bölgeye içme ve sulama suyu sağlamaktadır.

Bu çalışmada, Aşağı Sakarya Nehri debi miktarı Yapay Sinir Ağları (YSA) modellerinden İleri Beslemeli Geri Yayımlı Sinir Ağları kullanılarak tahmin edilmiştir. Çeşitli senaryolar altında zaman ötelemesi yapıp, en iyi sonucu veren senaryo belirlenmeye çalışılmıştır. Senaryolarda 1221 No'lu Doğançay Akım Gözlem İstasyonundan edinilen akım verileri kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, dört gün zaman ötelemesi yapılan senaryo en yüksek determinasyon katsayısı (R^2) değerini vermiştir. Sakarya nehri üzerinde yapılan bu çalışmanın, ileride yapılacak olan enerji planlaması ve taşkın çalışmalarına yardımcı olması düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: yapay sinir ağları, sakarya nehri, debi tahmini

Estimation of lower Sakarya River flow using artificial neural networks

ABSTRACT

Sakarya River is located in Sakarya Basin which determined by DSI, is 12th of 26 basin. Sakarya River basin, which is the most important river in the region, is an important source of natural energy. With the dams built on the area provides drinking and irrigation water. In this study, the amount of Lower Sakarya River's flow estimated from Artificial Neural Networks (ANN) models using Feed Forward Backpropagation Neural Networks. Time shift done under a variety of scenarios, the best scenario to be determined from results. In scenarios Flow Observation Station No. 1221 Doğançay flow data used. Obtained results are evaluated the four day time shift scenario has the highest coefficient of determination (R^2) value. The study on Sakarya River will be helpful to future studies in energy and flood.

Keywords: artificial neural networks, sakarya river, flow estimation

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author mkizilaslan@sakarya.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Azalan su kaynaklarımızın verimli şekilde kullanılması, geleceğe yönelik su kaynakları sistemlerinin doğru şekilde planlanması ve işletilmesine bağlıdır [1]. Akarsularımızdaki akımı eldeki veriler ile tahmin etmek bu planlama ve işletim için önem arz etmektedir. Bu çalışmada ülkemizin önemli nehirlerinden olan Sakarya Nehri'nin 1221 No'lu Doğançay Akım Gözlem İstasyonundan 2003 – 2010 yılları arasında elde edilen veriler ile İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Yapay Sinir ağları kullanılarak çeşitli senaryolar altında günümüzdeki akım değerleri tahmin edilmiştir.

Literatürde Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılarak pek çok nehirde benzer çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan bazılarında;

Orta Akdeniz Havzası'nda bulunan Dim, Manavgat ve Köprü Çayları'na otoregresif modeller ve Yapay Sinir Ağları modelleri kurularak akımları tahmin etmiş ve bu iki yöntemi kıyaslamıştır [2].

Köprüçay için elde edilmiş günlük akım verilerine İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Yapay Sinir Ağları metodu ile 6 model oluşturularak gelecekteki akımı tahmin etmeye çalışmıştır [3].

Yiğitler Çayı günlük akımlarını, regresyon modeli ve ysa ile modellemiş ve ysa ile kurulan modelin performansını regresyon modeline göre daha başarılı bulmuştur [4].

Bu çalışmada Aşağı Sakarya Nehri akımları Yapay Sinir Ağları (YSA) modellerinden İleri Beslemeli Geri Yayılımlı Sinir Ağları kullanılarak tahmin edilmiştir. Bu tahminler yapılırken zaman ötelemesi ile dört adet senaryo geliştirilmiş ve bu senaryolardan en iyi tahmini hangi senaryonun verdiği belirlenmiştir. Senaryolar değerlendirilirken determinasyon katsayısı (R²), Ortalama Karesel Hata (OKH) ve Ortalama Mutlak Hata (OMH) değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Deđerlendirilme yapıldığında en iyi sonucu dört gün zaman ötelemesi yapılan senaryonun verdiği görülmüştür.

Suyun değerinin her geçen gün arttığı bu günlerde, birincil enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması çok önemlidir. Bu çalışmanın amaçlarından bazıları, enerji ve taşkın planlamaları ve nehir üzerinde kurulması planlanan projelere katkı sağlamaktır.

2. ÇALIŞMA SAHASI (STUDY AREA)

Sakarya havzası, DSİ tarafından ayrılmış 26 akarsu havzasından biridir. 12 numaralı Sakarya havzası Aşağı Sakarya Havzası ve Yukarı Sakarya Havzası olmak üzere iki bölüme ayrılmıştır. Aşağı sakarya havzası su kaynakları; Sakarya Nehri, Mudurnu ve Dinsiz Çayları, Çark Suyu, Karasu, Karacasu, Akçay ve Bıçkı dereleridir.

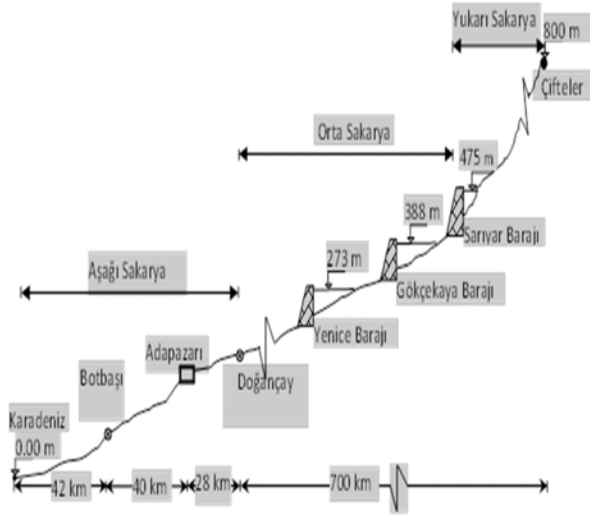
Sakarya nehri, Eskişehir ilinin Çifteler ilçe merkezinin 3 km güneydoğusundan doğar ve birçok küçük dereler ile beslenir. Türkiye'nin önemli nehirlerinden biri olan nehir, 510 km uzunluğunda ve 60 – 70 m genişliğindedir. Bu genişlik yer yer 150 m'yi bulmaktadır. Nehrin toplam drenaj alanı 55312 km²'dir [5]. Nehrin, minimum debisi 30 m³/s, ortalama debisi 193 m³/s ve maksimum debisi 996 m³/s olarak belirlenmiştir [6].



Şekil 1. Sakarya havzası (Sakarya basin)

Nehrin Karadeniz'e döküldüğü yer olan Yenimahalle (nehir ağzı) ile akım gözlem istasyonunun bulunduğu Doğançay'a kadar olan kısmı Aşağı Sakarya Nehri olarak adlandırılmaktadır. Aşağı Sakarya Nehrinde debi ölçümleri Karadeniz'den itibaren 44. km'de Botbaşı ve 110. km'de Doğançay Akım Gözlem İstasyonunda (AGİ) yapılmaktadır. [7]

Sakarya Nehri üzerinde Sarıyar, Gökçekaya ve Yenice Barajları bulunmaktadır. Nehir üzerindeki barajlardan Sarıyar Barajının rezervuar alanı 83.83 km², Gökçekaya Barajının rezervuar alanı 20 km² ve Yenice Barajının rezervuar alanı 3.64 km²'dir. Barajların rezervuar hacimleri ise sırasıyla, 1900 hm³, 910 hm³ ve 57.60 hm³'tür [8].



Şekil 2. Sakarya nehri boykesiti (Cross section of Sakarya river)

3. İKLİM (CLIMATE)

Sakarya Havzası üç ayrı coğrafi bölgenin kesiştiği bir bölgede olmasından dolayı geçiş iklimine sahiptir. Bölgede ortalama sıcaklık 15,1 °C, Ocak ayında en düşük ortalama sıcaklık 5 °C, Temmuz ayında ise en yüksek ortalama sıcaklık 25,6 °C' dir. Ortalama yağış 349,8 mm günlük maksimum yağış ise 46,7 mm'dir. Bölgede ortalama kar yağışlı gün sayısı 2,5, karla örtülü gün sayısı 4,9 olarak belirlenmiştir. Havzada hakim rüzgar yönü batıdır [9].

4. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

YSA, Yapay Zekâ (YZ) biliminin bir alt dalıdır ve insan beyninin varsayılan çalışma prensibini kendine model edinmiş yapay sistemlerdir. YSA öğrenme kabiliyeti, adaptasyonu, az bilgi ile çalışabilme özelliği, hızlı çalışması ve tanımlama kolaylığı ile modern bilimin en popüler konularının başında gelmektedir. YSA' lar, öğrenme yoluyla bilgi ve tecrübenin artırılması ve öğrenilenlerden faydalanarak sonuç üretilmesi prensibiyle işlemektedir [10].

YSA hesaplamaları arasında biri ileriye doğru girdileri çıktılar haline dönüştürmek diğeri de hataların azaltılması için ağırlıkları geriye doğru yenilemek olmak üzere iki aşama vardır. Bir YSA modelinin geleceğe ait güvenilir tahminlerde kullanılabilmesi için değişik açılardan sınanması gereklidir [10].

YSA'da algıladığı bilgileri hatalar yaparak eğitim yolu ile öğrenirler. Eğitimden başarı ile geçtikten sonra YSA'lar artık algıladığı yeni bilgileri sınavarak kabul veya reddine karar verirler. YSA'lar ile desenler tanıma bilmekte tarafsız sınıflamalar yapılabilmekte ve hatta

bilgilerin biraz eksik olması durumunda bile genelleştirmeler yapılarak tam sonuca ulaşabilmektedir [10].

YSA'larda bilgi işlemede ard arda gelen en azından üç tabaka bulunmaktadır. Bunlar dış ortamdaki bilgileri algılama tabakası ki buna giriş tabakası adı verilir. Bilgileri işleme tabakası ki bu ortada bulunur ve nihayet bilgileri YSA ortamından insanın anlayacağı şekilde dışarıya veren çıkış tabakasıdır [10].

İleri beslemeli geriye yayılım sinir ağları (İBGYSA) su kaynaklarında en çok kullanılan yapay sinir ağları metodudur. Bu yapay sinir ağında girdi, gizli ve çıktı birimleri olmak üzere üç farklı birim bulunmaktadır. Her birim birçok nörondan oluşmakta olup birimler arasında ağırlık kümeleri ile bağlanmaktadır. Bağlanma şekli ve her kısımdaki nöron sayısı değişebilmektedir. Aynı kısımdaki nöronlar arasında iletişim olmasına izin verilmemektedir. İleri beslemeli geriye yayılım algoritması iki etaptan oluşmaktadır. Bunlar ileriye doğru besleme etabı ile çıktı birimindeki hesaplanan ve gözlenen bilgi sinyalleri arasındaki farklara dayanarak bağlantı kuvvetleri üzerinde değişikliklerin yapıldığı bir geriye doğru ilerleme etabı.

Bu eğitim sürecinin başında bağlantı kuvvetleri rastgele değerler olarak atanmaktadır. Öğrenme algoritması her iterasyonda eğitim başarı ile tamamlana kadar kuvveti değiştirmektedir. İterasyon süreci bir sonuca vardığında bağlantı kuvvetleri eğitim sürecinde kullanılan örneklerdeki mevcut bilgiyi elde eder ve saklar. Yeni bir girdi grubu sunulduğunda ileri doğru besleme ile yapay sinir ağının bağlantı kuvvetlerindeki öğrenilmiş ve saklanan bilgi sayesinde bir çıktı grubu elde edilir.

Geri yayılma algoritması gizli tabaka içeren YSA'larda kullanılan güçlü bir öğrenme algoritmasıdır. Geriye yayılma algoritmasında iki temel akış vardır. Bunlardan birincisi ağlar üzerinden ileriye doğru olan bilgi akışı, ikincisi ise geriye doğru olan hatanın yayılmasıdır. Geriye olan akışta ise gerçek çıkışlar ile hesaplanan çıkış değeri yardımıyla elde edilen hatanın geriye doğru yayılarak ağırlıkların değiştirilmesi sağlanır. Tüm öğrenme usullerinde olduğu gibi geriye yayılma algoritmasındaki amaç da giriş ve çıkış verileri arasındaki en uygun tasviri sağlayacak olan bağlantı ağırlıklarının elde edilmesidir.

Eğitime işleminin tamamlanması için iki seçenek mevcuttur. Bunlardan ilki belli miktardaki hata toleransını göze almak o hata değerinden daha düşük hata değerine ulaşmaya kadar eğitmeyi sürdürmektir. Dolayısı ile bu durumda eğitime sayısından ziyade hata miktarı önemlidir. Diğer seçenek sabit bir eğitim

sayısının seçilmesidir. Burada eğitici belirlenen eğitim sayısı sonunda elde edilecek hatayı kabul etmektedir.

Geriye yayılma algoritmasının mahsurları da vardır. Bunlar arasında örneğin ağı eğitilebilme garantisi yoktur. Eğitimin gerçekleştirilebilmesi için ağı büyütülmesinin yeterli olabileceği düşünülebilir. Ağı büyük tutulması öğrenmeyi ne kadar zorlayabileceği hususunda garanti verememektedir. Ağı büyütülmesi daha fazla işlem yükü getireceğinden bu kez de sonlu bir zaman diliminde eğitilebilme ihtimali azalmaktadır[11].

5. UYGULAMA (APPLICATION)

Bu çalışmada, Aşağı Sakarya Nehri debi miktarı YSA modellerinden İleri Beslemeli Geri Yayımlı Sinir Ağları kullanılarak tahmin edilmiştir. Model girdisi olarak m³/sn cinsinden akım verileri dört gün öncesine kadar modele dahil edilmiş ve çeşitli senaryolar altında modele olan etkisi araştırılmıştır. Zaman ötelemesi yapılarak senaryolar geliştirilmiş ve en iyi sonucu veren senaryoyu belirlemeye çalışılmıştır.

Senaryolar oluşturulurken 1221 no'lu Doğançay AGİ' den elde edilen 2003 – 2010 yılları arasındaki 2557 akım verisi girdi olarak kullanılmıştır. Bu akım verilerinden 1534' ü eğitim, 1023' ü ise test amaçlı kullanılmıştır. Modellerde bir gizli katman seçilmiş ve gizli katmanda 5 ile 8 arasında nöron sayıları denemiştir. İterasyon sayısı 3000 ile 10000 arasında en iyi sonucu veren iterasyon sayısı olarak belirlenmiştir.

Çalışmada tek bir modelde dört adet senaryo geliştirilmiştir. Senaryolar öncelikle buldukları I numaralı model ardından ise ötelendiği gün sayısı ile isimlendirilmiştir. Örneğin Senaryo I – 4, I numaralı modelde 4 gün zaman ötelemesi yapılan senaryoyu ifade etmektedir. Bu senaryoların değerlendirilmesinde; R², determinasyon katsayısı, en küçük ortalama karesel hata (OKH) ve en küçük hata yüzdesi dikkate alınmıştır. Tablo 1' de model senaryoları ve girdiler verilmiştir.

Tablo 1. Senaryolar ve girdi parametreleri (Scenarios and input parameters)

Model	Senaryo	Girdiler
I	Senaryo I - 1	Q(t-1)
I	Senaryo I - 2	Q(t-1) Q(t-2)
I	Senaryo I - 3	Q(t-1) Q(t-2) Q(t-3)
I	Senaryo I - 4	Q(t-1) Q(t-2) Q(t-3) Q(t-4)

Oluşturulan senaryolardan elde edilen determinasyon katsayısı (R²), Ortalama Karesel Hata (OKH) ve Ortalama Mutlak Hata (OMH) değerleri Tablo 3' te

görülmektedir. Sonuçlar değerlendirildiğinde en iyi sonucu 4. Senaryonun verdiği belirlenmiştir.

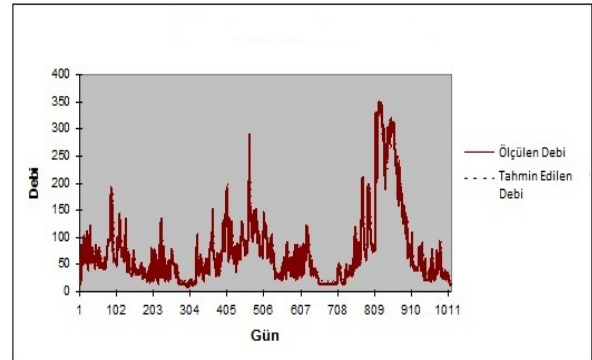
Tablo 2. Senaryolara ait nöron ve iterasyon sayıları (Neuron and iteration values for scenarios)

1221 nolu Doğançay AGİ İBGYSYA uygulaması sonuçları				
Senaryo	Girdi tabakası nöron sayısı	Gizli tabaka nöron sayısı	Çıktı tabakası nöron sayısı	İterasyon sayısı
SI - 1	1	6	1	4000
SI - 2	2	8	1	5000
SI - 3	3	6	1	4000
SI - 4	4	8	1	5000

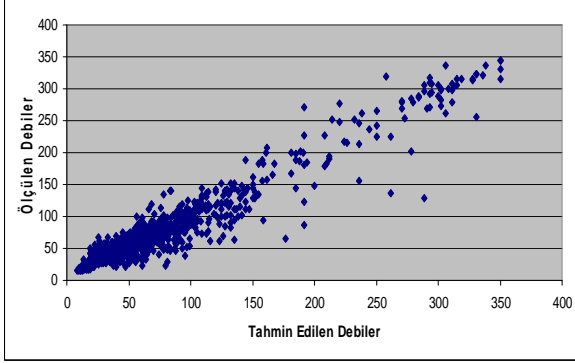
Tablo 3. Senaryolara ait determinasyon katsayısı (R²), ortalama karesel hata (OKH) ve ortalama mutlak hata (OMH) değerleri (Determination coefficient (R²), mean square error (MSE) AND the mean absolute error (MAE) values for scenarios).

1221 nolu Doğançay AGİ İBGYSYA uygulaması sonuçları			
Senaryo	R ²	OMH	OKH
SI - 1	0,91987	13,672	374,42
SI - 2	0,92062	12,96	361,782
SI - 3	0,92206	12,837	355,37
SI - 4	0,92247	12,79	353,847

Dördüncü senaryonun histogram ve saçılma diyagramı Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 3. Senaryo I-4 histogram (Histogram of scenario I-4)



Şekil 4. Senaryo I-4 saçılma diyagramı (Scatter diagram of scenario I-4)

6. SONUÇLAR (RESULTS)

Bu çalışmada, 1221 no'lu Doğançay AGİ' den elde edilen akım verileri kullanılarak, Yapay Sinir Ağları modelinde Beslemeli Geri Yayımlı Sinir Ağları (İBGYSA) kullanılarak zaman ötelemesi ile akım değerleri tahmin edilmiştir.

YSA ile stokastik tahmin metodlarına göre daha iyi ve gerçeğe yakın değerler verdiği yapılan literatür çalışmalarından anlaşılabilir. İBGYSA ise hidroloji alanındaki çalışmalarda daha uygun görülmüş ve çalışmada bu metod kullanılmıştır [11].

Akım girdileri 4 gün geriye ötelenmiş ve akım tahmin edilmiştir. Senaryolardan elde edilen sonuçlara göre en büyük R^2 değeri 4. Senaryoda elde edilmiştir. Bu da en iyi tahminin 4 gün önceki akım değerlerinden başlanarak yapılması gerektiğini göstermektedir. Saçılma diyagramına bakıldığında tahminin küçük debiler için daha iyi sonuç verdiği yüksek debilerde ise saçılımın dağıldığı görülmüştür.

Senaryolarda kullanılan akım verileri 1221 no'lu Doğançay AGİ' den elde edilmiştir. Modellerde bir gizli katman seçilmiş ve gizli katmanda 5 ile 8 arasında nöron sayıları denenmiştir. İterasyon sayıları 3000 ile 10000 arasında değişmektedir. En iyi sonucu veren iterasyon sayısı senaryoda kullanılmıştır.

Enerji; bir ülkenin ekonomik ve sosyal gelişiminde önemli bir rol üstlenmektedir. Dolayısıyla ülkeyi yönetenlerin enerjii kesintisiz, güvenilir, temiz ve ucuz yollar ile bularak enerji kaynaklarını çeşitlendirmeleri gerekmektedir [12]. Temiz ve alternatif bir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerji günümüzde oldukça popülerdir. Tahmin edilen bu akım değerleri ile Aşağı Sakarya Nehri üzerinde yapılacak olan su kaynakları projelerinin yapılabilirliği ve geleceği açısından önemli bir veri elde edilmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Önöz B., Albostan A. (2007) 'Hidroelektrik Santral Planlama ve İşletmesinde Yüksek Akımların Mevsimselliğinin Belirlenmesi' , TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu – Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği, Ankara, pp. 196-206
- [2] Keskin M. E., Taylan E. D. (2007) 'Orta Akdeniz Havzasındaki Akımların Stokastik Modellemesi' , İMO Teknik Dergi, Yazı 282, pp.4271-4291
- [3] Demirpençe H. (2005) 'Köprüçay Akımlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini' , Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisleri Sorunları Kongresi , Antalya
- [4] Okkan U., Mollamahmutoğlu A. (2010) 'Yiğitler Çayı Günlük Akımlarının Yapay Sinir Ağları ve Regresyon Analizi ile Modellenmesi' , DPÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Kütahya, Sayı 23, pp.33-48.
- [5] Saltabaş, L., Şaşal, M., Işık, S., Doğan, E. (2003) 'Aşağı Sakarya Nehrinde Akım Değişimlerinin İncelenmesi' , Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(2), pp.9-15.
- [6] Ağralıoğlu N., Çallı İ., Saltabaş L., Karpuz S., Şaşal M., Demir İ. H. (1998) Sakarya Nehri – İzmit Körfezi İç Su Yolu Projesi Sakarya
- [7] www.dsi.gov.tr [11.08.2013]
- [8] Işık S., Şaşal M., Doğan E. (2006) Sakarya Nehrinde Barajların Mansap Etkisinin Araştırılması, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 21, No3, pp.401-408
- [9] Tanrıvermiş H. (2000) Orta Sakarya Havzasında Domates Üretiminde Tarımsal İlaç Kullanımının Ekonomik Analizi, Ankara
- [10] Şen Z. (2004) Yapay Sinir Ağı İlkeleri, İstanbul, Su Vakfı Yayınları
- [11] Sönmez O. (2010) 'Akım Ölümü Yapılmayan Derelerde Debi Süreklilik Çizgisinin Belirlenmesi' Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya
- [12] Pamir N. A. (2003) 'Dünya'da ve Türkiye'de Enerji, Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları' Jeopolitik Dergisi, pp.1- 39

