

## Meriç Nehri Akımlarının Yapay Sinir Ağları ile Tahmini

<sup>1</sup>Abdullah Hulusi Kökçam, <sup>2</sup>Emrah Doğan, <sup>3\*</sup>Caner Erden

<sup>1</sup> Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Türkiye - akokcam@sakarya.edu.tr

<sup>2</sup> Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Türkiye - emrahd@sakarya.edu.tr

<sup>3</sup> Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Sakarya Üniversitesi, Türkiye - cerden@sakarya.edu.tr

### Özet

Meriç Nehri Bulgaristan ve Yunanistan ile Türkiye arasında stratejik öneme sahip bir nehirdir. Meriç Nehri Edirne’de Tunca ve Arda nehirleri ile birleşir ve Ergene’yi de koluna katarak yoluna devam eder. Son yıllarda Meriç Nehri özellikle Edirne’yi etkileyen önemli çevre sorunlarına neden olan taşkınlar ile gündeme gelmiştir [1]. Bu nedenle Meriç Nehri’nde meydana gelebilecek olası taşkınların önceden bilinmesi önem kazanmıştır. Bu çalışmada Meriç Nehri üzerindeki İpsala, Plovdiv, Svilengrad ve Kirişhane akım gözlem istasyonlarındaki 2005-2011 yılları arasındaki akım ölçüm verileri kullanılarak bir yapay sinir ağı modeli geliştirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Akım tahmini, Meriç Nehri, yapay sinir ağları

### Estimation of Meriç River Flow using Artificial Neural Networks

#### Abstract

The Meriç River is a strategically important river between Bulgaria, Greece and Turkey. Meriç River is joined by the rivers of Tunca and Arda in Edirne and continues to the path of Ergene by adding its arm. In recent years, the Meriç River is raised with the flood, which has caused important environmental problems affecting especially Edirne [1]. Therefore, it has been important to know the possible flood of the Meriç River. In this study, an artificial neural network model was developed using flow measurement data between 2005-2011 years in İpsala, Plovdiv, Svilengrad and Kirişhane gauging stations on the Meriç River.

**Key words:** Flow forecasting, Meriç River, artificial neural networks

## 1. Giriş

Birçok bölgede gıda ve enerji için artan ihtiyaç, su arzına büyük bir önem verilmesi ve daha verimli alternatif arz kaynaklarına yönelmek gerektiğini göstermektedir. Türkiye gibi özellikle enerji ihtiyacının büyük kısmını ithal etmek durumunda kalan ülkeler açısından enerji ve su kaynaklarını daha etkin ve etkili kullanmak zorundadır. Bununla birlikte Türkiye’nin var olan enerji ve su kaynaklarının da doğru şekilde değerlendirilmesi ve deprem, sel, taşkın gibi doğal afetlerde kaynaklarının zarar görmesinin engellenmesi gerekmektedir. Türkiye’de sel ve taşkınların en önemli nedeni kuvvetli ve uzun süreli yağışlarla birlikte bir nehir/dere yatağındaki mevcut su miktarının hızla artması sonucu oluşan çevresel sorunlardır [2]. Türkiye’de taşkınların tüm hidro-meteorolojik afetler arasındaki oranı 1998-2008 yılları arasında 1967-1987 yılları arasındaki orana göre gerilemiş olsa da taşkınlar ülke ekonomisinde yılda yaklaşık 150 milyon TL zarar vermektedir. Bu da, Türkiye’de taşkın afetlerinin depremlerden sonra en büyük ekonomik kayıplara neden olan

\*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Industrial Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: cerden@sakarya.edu.tr, Phone: +902642957323

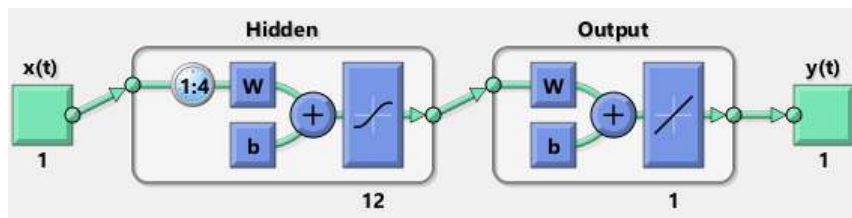
doğal afet olması anlamına gelir. Buna karşın taşkınların engellenmesine yönelik olarak ayrılan yatırım miktarı ise yılda ortalama 45 milyon TL civarındadır [3]. Taşkınların önlenmesi için öncelikle taşkınların oluş sebeplerine bakmak gerekmektedir. Taşkınların en önemli nedenleri arasında arazi kullanımındaki düzensizlikler ve yağış miktarlarındaki ani, hızlı ve yüksek artışlar gibi ekstrem olayların olduğu belirtilmektedir [4]. Belirtilen her iki etkenin birlikte olması durumunda en fazla zarar veren taşkınlar meydana gelmektedir.

Bu çalışmada ele alınacak olan Meriç havzasında belirtilen faktörlere ek olarak Bulgaristan'daki mevcut barajların kapaklarını açması sonucu su seviyelerinin ani artışı da görülmektedir. Kapakların açılması sonucu meydana gelecek taşkınların önceden tahmin edilememesi pek mümkün değildir. Özellikle Edirne ilinde taşkınların engellenmesi için bu faktöründe göz önüne alınması gerektiği görülmektedir [5]. Meriç havzasındaki en önemli problemler [6] kaynaktan ikiye ayrılmıştır. Bu problemler kirlilik ve taşkın olarak belirlenmiştir. Taşkın probleminin çözümü için erken uyarı sistemi ve önceden tahmin yapılması zorunludur. Bu çalışmada, Meriç Nehrinin akım ölçümleri kullanılarak YSA ile bir tahmin geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın birinci bölümünde taşkınlar ile ilgili genel bilgi verilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde çalışmanın uygulanacağı veri seti ve kullanılacak olan metod hakkında bilgi verilecektir. Ardından çalışma alanı olan Meriç Nehri ile alakalı tanıtıcı bilgiler verilecektir. Ayrıca ikinci bölümde, yapay sinir ağı (YSA) parametreleri bu bölümde verilecektir. Çalışmanın üçüncü bölümünde uygulamanın özellikleri ve sonuçları verilecektir. Sonuç olarak çalışmanın sonuçları yorumlanarak tahmin modeli tanıtılacaktır.

## 2. Veri Seti ve Metod

Kullanılan veri seti, DSİ 11. Bölge Müdürlüğü'nün 2005-2011 yılları arasında Meriç Nehri üzerindeki İpsala, Plovdiv, Svilengrad ve Kirişane akım gözlem istasyonlarında günlük olarak iki kere yapılan akım ölçümlerinden alınmıştır [7]. Eksik ve uç noktadaki veriler temizlenerek veri seti işlemeye hazır hale getirilmiştir. Bu çalışmada Matlab YSA aracı kullanılarak Zaman Gecikmeli YSA modeli oluşturulmuştur. YSA 12 gizli katman, 1 çıktı katmanı ve 1 ile 4 arasında bekleme ile modellenmiştir. Gizli katmanda "tansig" transfer fonksiyonu, çıktı katmanında ise "purelin" transfer fonksiyonu kullanılmış olup modelin yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir. Maksimum Epoch değeri 100 olarak belirlenmiştir. Model "Bayesian Regularization" yöntemiyle eğitilmiştir. Performans faktörü olarak ortalama karesel hata (MSE) değeri kullanılmıştır.



Şekil 1. Modelin yapısı

Meriç Nehri üzerinde bulunan istasyonlarla ilgili geçerli veri sayısı, minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma verileri Tablo 1’de verilmiştir. Verilerin %70’i (1 Ocak 2005 – 13 Aralık 2009) eğitim için %30’u (14 Aralık 2009 – 31 Aralık 2011) ise test için kullanılmıştır. Eğitim veri seti oranı belirlenirken hatayı en aza indirmek ve daha tutarlı bir ađ yapısı oluşturmak amaçlanmıştır.

**Tablo 1.** Meriç Nehri üzerinde bulunan istasyonlarla ilgili veriler

	İpsala	Plovdiv	Svilengrad	Kirişhane
Geçerli veri sayısı	4573	3244	4619	4673
Minimum	19	7,9	41,8	0
Maksimum	2800	664	1595	1791
Ortalama	269,805	57,895	141,639	220,863
Standart Sapma	326,856	47,234	113,544	194,955

### 2.1. Çalışma Alanı: Meriç Nehri Havzası

Meriç havzası; toplam 52600 km<sup>2</sup> alana sahip Meriç, Arda, Tunca ve Ergene nehirlerinin drenaj alanlarından oluşmaktadır. Bu nehirlerden Ergene nehri Türkiye sınırlarından doğup Türkiye sınırlarında denize ulaşmaktadır. Diğer nehirler başka ülke sınırlarında gelmektedir. Havzanın büyük bölümü Bulgaristan’da bulunmaktadır. Bulgaristan’dan sonra Türkiye ve Yunanistan’da da havzanın alanları bulunmaktadır [8].



Şekil 2. Meriç havzası [9]

### 2.2. Yapay Sinir Ağları (YSA)

YSA, insan beyninin çalışma prensiplerinin simüle edilerek geliştirilmiş bir mantıksal programlama metodudur. YSA ile insana özgü öğrenme, karar verme ve yeni durumlara karşı

adapte olma gibi özellikler makinelere ve bilgisayar programlarına kazandırılabilir. İlk YSA alışmaları 1940 yılında gerçekleştirilmiş ve günümüzde birçok alanda uygulamaya konu olmuştur. YSA'da n adet  $W_{ij}$  ağırlıklı  $x_i$  girişi bulunur ve çıkışta  $y_j$  sonuçları belirlenmeye çalışılır. Ağırlık katsayılarının belirlenmesi ve modelin gerçeklenmesi ile simülasyon tamamlanır [10].

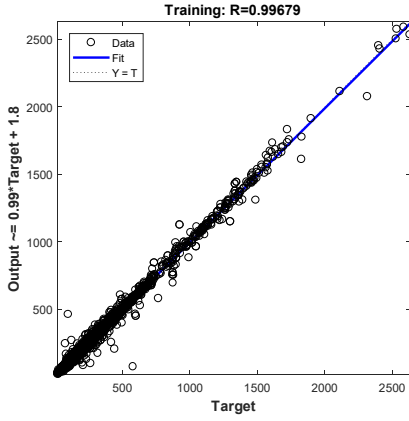
### 3. Uygulama ve Sonuçlar

Bu alışmada Türkiye'nin kuzeybatısında bulunan ve ciddi boyutlarda taşkınlara yaşandığı Meriç Nehrine ait 2005-2011 yılları arasındaki akımlarının bir YSA modeli oluşturulmuştur. Modelin doğruluğunun değerlendirilmesinde gerçek ve tahmin edilen veriler arasındaki farklar göz önünde bulundurulmuştur. Literatürde YSA'nın değerlendirmesi için determinasyon katsayısı ( $R^2$ ), Toplam Karesel Hata (SSE), Ortalama Karesel Hata (MSE), Ortalama Karesel Hatanın Karekökü (RMSE) metotları gibi birçok performans metodu bulunmaktadır. Bu metotlar çeşitli avantaj ve kısıtlara sahiptir. Her bir metot YSA'nın tahmini ve gerçek verilerden elde edilen sonuçlara dayalıdır [11]. Bu alışmada YSA sonuçlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan korelasyon katsayısı (R), Ortalama Karesel Hatanın Karekökü (RMSE) ve Eşik (threshold) değerleri kullanılmıştır. Eşik değeri hesaplanırken hata oranı %10 ve daha k ek olan değerlerin oranı dikkate alınmıştır. YSA sonucunda elde edilen eğitim ve test için RMSE ile eşik yüzdeleri Tablo 2'de verilmiştir.

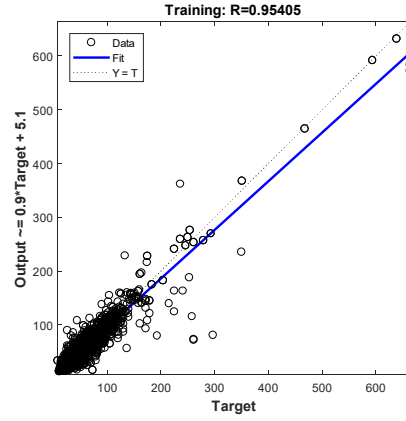
**Tablo 2.** Meriç Nehri üzerinde bulunan istasyonlarla ilgili YSA sonuçları

		İpsala	Plovdiv	Svilengrad	Kirişhane
Eğitim	RMSE	25,073	15,484	23,952	42,002
	Eşik (%)	91,40	62,53	93,93	73,77
Test	RMSE	45,764	13,585	16,4473	41,879
	Eşik (%)	92,11	75,36	88,42	71,32

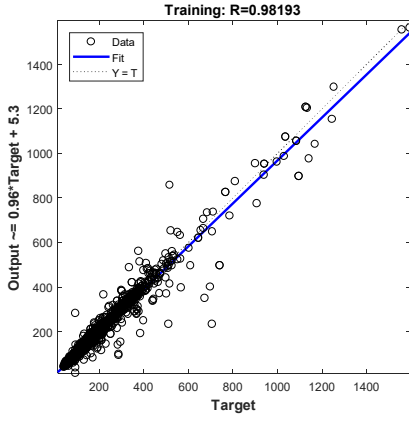
Gerçekleşen ve tahmin edilen veri arasındaki ilişki genellikle regresyon grafiğiyle gösterilir. YSA mükemmelen bir şekilde eğitilebilirse tahminleri gerçek değerlerle tam olarak örtüşür. şekil 3-6'da öğrenme verilerine ait gerçek ve tahmini değerler karşılaştırılmıştır. Tüm istasyonlardaki elde edilen öğrenme sonuçlarına göre korelasyon katsayısı %95'in üzerinde bulunmuştur. Buna göre modelle öğrenme verileri arasında oldukça yüksek bir ilişki olduğu görülmüş ve modelin veriyi iyi öğrendiği sonucuna varılmıştır.



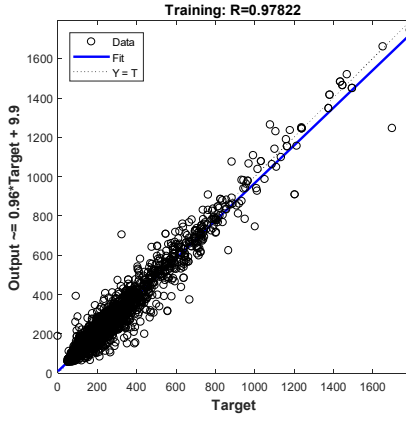
Şekil 3. İpsala istasyonundaki ölçümler için saçılma grafiği



Şekil 4. Plovdiv istasyonundaki ölçümler için saçılma grafiği

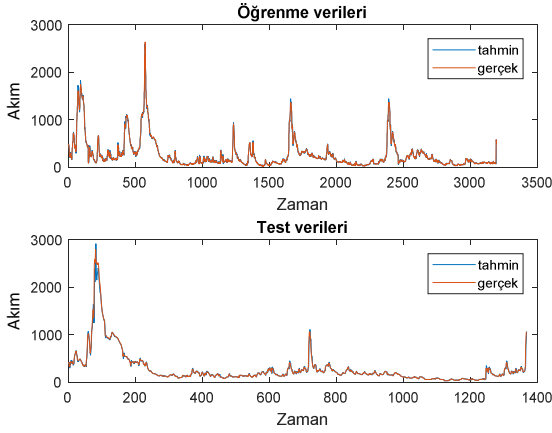


Şekil 5. Svilengrad istasyonundaki ölçümler için saçılma grafiği

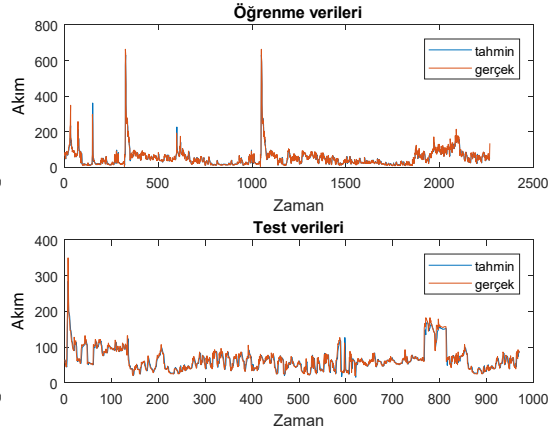


Şekil 6. Kirişhane istasyonundaki ölçümler için saçılma grafiği

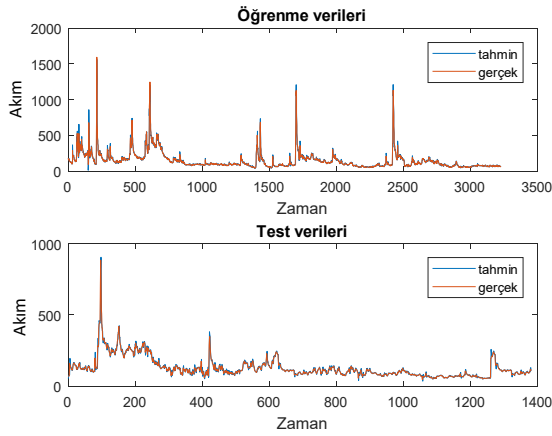
Şekil 7-10'da öğrenme ve test verileri için gerçekleşen ve tahmin edilen değerler birlikte gösterilmiştir. Şekillerden de görülebileceği üzere modelin tahmini başarılıdır. Özellikle uç değerlerde de tutarlı tahminlerde bulunması modelin doğruluğunu göstermektedir.



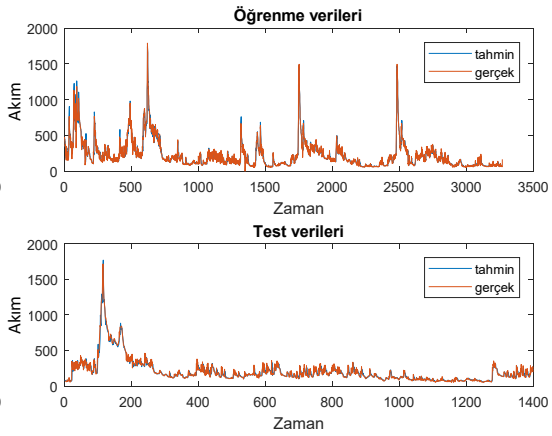
Şekil 7. İpsala  lmeleri için YSA tahminleri



Şekil 8. Plovdiv  lmeleri için YSA tahminleri



Şekil 9. Svilengrad  lmeleri için YSA tahminleri



Şekil 10. Kirişhane  lmeleri için YSA tahminleri

#### 4. TartıŐma

Bu alıŐmada Meriç Nehri üzerinde bulunan İpsala, Plovdiv, Svilengrad ve Kirişhane akım gözlem istasyonlarındaki akımların tahmini için YSA modeli oluşturulmuştur. Model ile elde edilen tahminler çeŐitli performans metotları yardımıyla gerçek değerlerle karŐılaŐtırıldıėında YSA'nın nehir akımlarının tahmini konusunda baŐarılı sonuçlar verdiği g r lm Őtur.

Modelden daha iyi sonuçlar elde edebilmek amacıyla eğitim ve test veri oranları, gizli katman sayısı, zaman gecikmesi, değerlendirme ve eğitim fonksiyonları gibi parametreler ve yaklaŐımlar farklılaŐtırılarak denenmiŐtir. Verilerin iŐlenmesi konusunda gerçek değerler ile normalize değerler karŐılaŐtırılmıŐ, veriler [0, 1] aralığına normalize edilerek de model çalıŐtırılmıŐ, fakat eŐik değerinde iyileŐme görülmediği için normalize edilmeden kullanılmıŐtur.

Gelecek çalıŐmalarda, yağış miktarı, kar su eŐ değeri gibi farklı girdi parametreleri kullanılarak nehir akımlarının tahmini gerçekleŐtirilebilir, nehir akımlarının tahmininden hareketle gerçekleŐmesi muhtemel olan taşkınların önceden tahmin edilmesi konusu ele alınabilir. Ayrıca

doğal faktörlerin dıŐında, insan faktörünü de içerecek, sınır ülkelerin barajlarını yönetme politikaları gibi girdilerle de bu tahminler geniŐletilebilir.

### Kaynaklar

- [1] T. Erkal ve İ. Topg l, “Meriç Nehri’nin son 15 Yıllık TaŐkınları ve Korunma Projeleri”, *T UCAUM VIII. Coğrafya Sempozyumu Bildiriler Kitabı içinde*, ss. 165–174, 2015.
- [2] “Doğal Afetler - Meteoroloji Genel Müdürlüğü”, 02-Mar-2018. [evrimii]. Available at: <https://www.mgm.gov.tr/arastirma/dogal-afetler.aspx?s=taskinlar>. [EriŐim: 02-Mar-2018].
- [3]  . Kılıçer ve H. Özgüler, “Türkiye’de Taşkın Durumu”, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, c. 420, sayı 4, ss. 142–144, 2002.
- [4] M. Greco, A. Carravetta, ve R. Della Morte, *River Flow 2004: Proceedings of the Second International Conference on Fluvial Hydraulics, 23-25 June 2004, Napoli, Italy, Two Volume Set*. CRC Press, 2004.
- [5] B. Selek, Y. Algın, S. Malkaralı, ve N. YeŐil, “Meriç Nehri taşkın erken uyarı sistemi”, sunulan 3. Ulusal Taşkın Sempozyumu, İstanbul-Haliç Kongre Merkezi, 2013.
- [6] F. Tombul, “Uluslararası AntlaŐmalar erevesinde Meriç Havzasında Su Yönetimi”, *Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi A - Uygulamalı Bilimler ve Mühendislik*, c. 15, sayı 2, ss. 147–155, 2015.
- [7] DSİ, “DSİ 11.Bölge Müdürlüğü / Edirne Nehir Debileri”, 02-Mar-2018. [evrimii]. Available at: <http://www.dsiedirnenehir.com/>. [EriŐim: 02-Mar-2018].
- [8] O.  zdemir, “Dünyada sınıraŐan su politikaları: meriç havzası değerlendirmesi”, Uzmanlık Tezi, T.C. Orman ve Su İŐleri Bakanlığı, 2015.
- [9] ORSAM, “Meriç Nehri Havzası Su Yönetiminde Uluslararası İŐbirlięi Zorunluluğu”, Su AraŐtırmaları Programı Rapor 4.
- [10] M.  lker ve O. Civallek, “Yapay Sinir Ağları ile Eksenel Yüklü Kolonların Burkulma Analizi”, *Turkish J. Eng. Env. Sci.*, c. 26, ss. 117–125, 2002.
- [11] M. B. Kia, S. Pirasteh, B. Pradhan, A. R. Mahmud, W. N. A. Sulaiman, ve A. Moradi, “An artificial neural network model for flood simulation using GIS: Johor River Basin, Malaysia”, *Environmental Earth Sciences*, c. 67, sayı 1, ss. 251–264, 2012.