

Dissolved Oxygen Estimation using Artificial Neural Network for Water Quality Control

B. Sengorur¹, E. Dogan², R. Koklu¹ and A. Samandar³

¹ Sakarya University, Environmental Engineering Department, Esentepe Campus, 54187
Sakarya, Turkey

² Sakarya University, Civil Engineering Department, Esentepe Campus, 54187
Sakarya, Turkey

³ Abant Izzet Baysal University, Vocational High School Düzce - Turkey

Abstract: Dissolved oxygen (DO) is one of the key parameters when analysing the river water quality. Correct estimation of DO being carried by a river is very important for water quality control. DO is affected by lots of variables such as Biochemical Oxygen Demand (BOD), nitrification, reaeration, sedimentation, photosynthesis, water discharge and temperature for that reason it is hard to solve like a complex problem. The methods available in the literature for DO estimation are complicated time consuming and necessitate cumbersome parameter estimation procedures. Artificial Neural Networks (ANNs) are a simplified mathematical representations of the functioning of the human brain. This paper examines the potential of ANN in estimating the DO from limited data (NO₂-N, NO₃-N, BOD, water discharge and temperature). This study employed feed forward (FF) type ANN for computing monthly values of DO. The results of the study clearly demonstrate the ANN results are very close to the observed values of DO.

Keywords: Artificial neural network, dissolved oxygen, water quality

Su Kalitesi Kontrolü için Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Çözünmüş Oksijen Tahmini

Özet: Nehir su kalitesi analizlerinde çözünmüş oksijen (ÇO) anahtar bir parametredir. Çözünmüş oksijenin doğru tahmin edilmesi nehir suyu kalite kontrolü için çok önemlidir. ÇO, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), nitrifikasyon, havalandırma, sedimantasyon, fotosentez, nehir akımı ve su sıcaklığı gibi bir çok degiskene bağlıdır bu nedenle çözülmesi zor kompleks bir problem haline gelmektedir. Literatürde incelenen ÇO tahmin metotları zaman tüketimi ve fazla miktarda parametre kullanılması açısından karışık hale gelmektedir. Yapay sinir ağları insan beyni fonksiyonlarının basitleştirilmiş bir matematiksel temsilidir. Bu çalışmada, sınırlı sayıda veri (NO₂-N, NO₃-N, BOİ, debi ve sıcaklık) kullanılarak yapay sinir ağlarının ÇO tahmin kapasitesi incelenmiştir. Aylık çözünmüş oksijen değerlerine ileri beslemeli yapay sinir ağı uygulanmıştır. Yapay sinir ağı uygulama sonuçları incelendiğinde ÇO değerlerinin incelen değerlere oldukça yaklaştığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapay sinir ağları, çözünmüş oksijen, su kalitesi

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

B. Sengorur, E. Dogan, R. Koklu and A. Samandar 'Dissolved Oxygen Estimation Using Artificial Neural Network For Water Quality Control', Elec Lett Sci Eng, vol. 1(1), (2005), 13-16

1 Giriş

Çözünmüş oksijen su kütlesi içindeki serbest mevcut oksijenin bir ölçümüdür. Nehirlerde ve akarsularda su kalitesini belirlemede en sık ve devamlı kullanılan kritik bir parametredir. Nehirlerdeki çözünmüş oksijen konsantrasyonu biyokimyasal oksijen ihtiyacı, nitrifikasyon,

* Corresponding author; Tel.: +(90) XXX YYYYYYY, E-mail:xxx@yyyyyy.yyy.yy

havalandırma, sedimantasyon, fotosentez, debi ve sıcaklık gibi parametrelere bağlı olarak değişiklik göstermektedir [1]. Ayrıca nitrifikasyon ve sıcaklık artışı gibi nehir su kütlesi içinde oluşan kimyasal olaylar nehrin oksijen kapasitesini sınırlandırmaktadır [2]. Çözünmüş oksijen fazla sayıda değişkene bağlı olduğundan çözülmesi zor kompleks bir problem haline almaktadır. Bu çalışmada, sınırlı sayıda veri ($\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, BOI, debi ve sıcaklık) kullanılarak yapay sinir ağlarının ÇO tahmin kapasitesi incelenmiştir. Yapay sinir ağları, insan beyninin çalışma mekanizması taklit edilerek geliştirilen ve biyolojik olarak insan beyninin yaptığı temel işlemleri belirli bir yazılım ile gerçekleştirmeyi amaçlayan bir mantıksal programlama tekniğidir. Bilgisayar ortamında beynin yaptığı işlemleri yapabilen, karar veren, sonuç çıkaran, sürekli veri girişini kabul eden, öğrenen, hatırlayan bir algoritma; yapay sinir ağı olarak adlandırılır [3]. Yapay sinir ağları temel olarak girdi, gizli ve çıktı tabakaları olmak üzere üç tabakadan oluşmaktadır. Her tabakada birçok nöron bulunmakta ve her tabakadaki nöronlar diğer tabakadaki nöronlar ile ağırlık sayılarına bağlanmaktadır.

2 Yapay Sinir Ağları ile Yapılan Uygulama

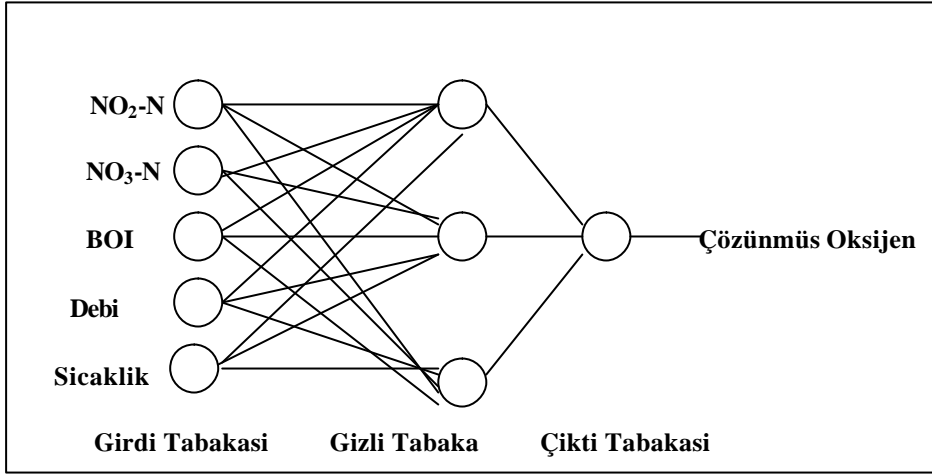
Bu çalışmada, nehir su kalite kontrol çalışmalarında kritik bir parametre olarak bilinen çözünmüş oksijen değerleri $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, BOI, debi ve sıcaklık değerlerine bağlı olarak ileri beslemeli yapay sinir ağı modeli yardımıyla tahmin edilmeye çalışılmıştır. Yakın bölgedeki bir nehirde belirlenen noktalardan her ay alınan numunelerin ortalama değerleri alınarak elde edilmiş veriler kullanılmış ve her bir nokta için değişkenlere bağlı olarak çözünmüş oksijen tahmin edilmeye çalışılmıştır. Modelde, $\text{NO}_2\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, BOI, debi ve sıcaklık girdi değerlerini, çözünmüş oksijen ise tahmin edilmek istenen değeri ifade etmektedir. Yapay sinir ağlarını eğitmek için geriye yayılma algoritması ve sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Performans fonksiyonu olarak da MSE (Ortalama Kare Hata) seçilmiştir. Uygulamada kullanılacak yapay sinir ağı farklı tabaka ve nöronlar için denenmiştir.

Tablo 1. ÇO için gerçek değerler ile yapay sinir ağları metodu kullanılarak hesaplanmış değerler arasındaki MSE ve R^2 değerleri

Metot	MSE	R^2
ANN(5 1 1)	0.006478	0.4391
ANN(5 2 1)	0.0027	0.1145
ANN(5 3 1)	3.6285E-08	0.9186
ANN(5 4 1)	2.9912E-07	0.8344
ANN(5 10 1)	1.14E-09	0.4984
ANN(5 15 1)	2.83E-09	0.0913

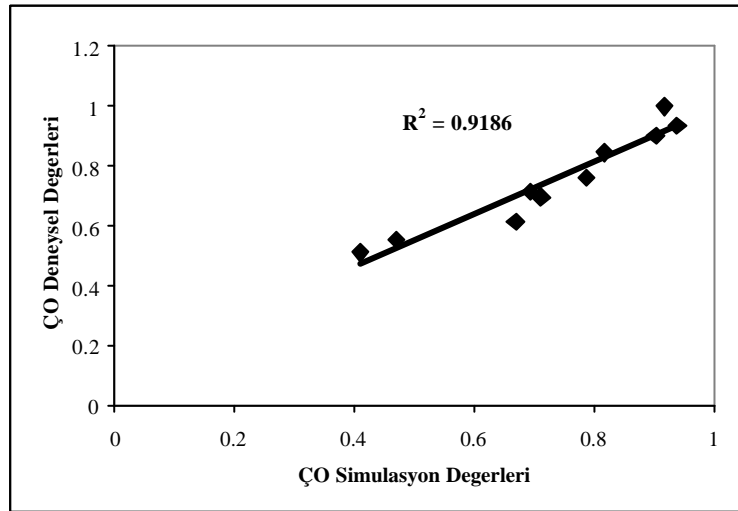
Yapılan denemelerde ortalama karesel hata ve regresyon değerlerine bakılarak en iyi yaklaşımın elde edildiği yapay sinir ağı modeli belirlenmiştir. Tablo 1’de 5 girdi ve 1 çıktı değerine göre tek gizli tabaka ve farklı nöronlar kullanılarak elde edilmiş ortalama karesel hata ve regresyon değerleri gösterilmektedir. Yapay sinir ağı modeli için nöron sayıları deneme ve hata işlemleri hesaba katılarak belirlenmiştir.

Tablo 1’de de verildiği gibi en iyi tahmini Şekil 1’de görülen üç nöron ve tek gizli tabakaya sahip olan ağ mimarisi sağlamıştır.



Sekil 1. Uygulamada kullanılan yapay sinir ağı modeli

Nehirdeki çözülmüş oksijen konsantrasyonu ölçüm değerlerinin 12 tanesi yapay sinir ağını eğitmek için kullanılmış ve ölçüm değerlerine ait eğitilmeyen 10 değer sorgulanmıştır. Yapay sinir ağı modelinde kullanılan değerler deneysel olarak ölçülen değerlerdir. Burada amaç, ölçülen NO₂-N, NO₃-N, BOI, debi ve sıcaklık değerlerini girdi olarak kullanarak bilinmeyen çözülmüş oksijen değerini her bir nokta için deney yapmaksızın büyük bir yaklaşımla tespit etmektir.



Sekil 2. ÇO için gerçek değerler ile yapay sinir ağı metodu kullanılarak hesaplanmış değerler arasındaki ilişki

ÇO için gerçek (deneysel) değerler ile yapay sinir ağı metodu kullanılarak hesaplanmış değerler arasındaki ilişki Sekil 2'de görülmekte olup regresyon değeri % 91.86 olarak hesaplanmıştır.

3 Sonu

Bu alısmada, sinirli sayıda veri (NO₂-N, NO₃-N, BOI, debi ve sıcaklık) kullanılarak nehirdeki her bir lım noktasında O degerlerinin belirlenmesi iin yapay sinir ağları metodu kullanılmıstır. Bunun iin deneysel alısmalarla elde edilen veriler kullanılmıstır. Sekil 2’de elde edilen sonulara gre korelasyon katsayısı 0,9186 olarak bulunmuştur.

O’nin nehir su kalitesini belirlemede anahtar bir parametre olması, nehrin kirlilik dzeyini ifade etmesi bu parametreyi gerekli hale getirmektedir. Bu amala, nehir kirlilik modeli kurulmasında ve gelecekte ortaya ıkabilecek kirlilik problemlerinin nceden tahmin edilmesinde yapay sinir ağları ynteminin kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıstır.

References (Referanslar)

- [1] G. Sakalauskiene, Dissolved Oxygen Balance Model for Neris, Modelling and Control, Vol. 6, No.1, (2001), 105-131
- [2] T. Larson, P. Otterson, M. Macgregor, Overall Strategies for Each Water Resource, Rivers and Stream Strategies, District Water Management Plan, 2000.
- [3] R. Selbas, A.K. Yakut, A. Sencan, Yapay Sinir Ağları Metodu ile Absorbsiyonlu Sistemler iin Alternatif Akiskan iftlerinin Termodinamik zelliklerinin Belirlenmesi, Sleyman Demirel niversitesi, Fen Bilimleri Enstits Dergisi, 9-1 (2005), 62-66
- [4] MATLAB® Documentation (2002) Neural Network Toolbox Help, Version 6.5, Release 13, The MathWorks, Inc.,