

Filyos Nehri'ndeki Askıda Katı Madde Miktarının Yapay Sinir Ağları İle Belirlenmesi

Determination of the Amount of Suspended Solids With Artificial Neural Network at The Filyos River

Berna Aksoy^{1*}, İsmail Hakkı Özölçer¹, Onur Dündar¹ and Ahmet Sinan İlhan²

¹ Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Türkiye

² İnşaat Yüksek Mühendis, Türkiye

*Sorumlu yazar: berna.oaksoy@beun.edu.tr

+Sunucu: berna.oaksoy@beun.edu.tr

Presentation/Paper Type: Oral / Abstract

Özet – Canlı varlıklar yaşamlarını sürdürebilmek için suya ihtiyaç duyarlar. Su yeryüzünde sürekli olarak bir dolanım halinde bulunmaktadır. Bu dolanım sırasında çeşitli sebeplerden dolayı suya karışan maddeler suyun özelliklerinin değişmesine sebep olur. Gerek suyun kullanımı gerekse etrafındaki alanların kullanımı suyun kalitesinin değişmesine neden olmaktadır. Bu nedenle akarsular ve su rezervlerinde su kalitesinin araştırılması önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, Batı Karadeniz Havzasının en büyük alt havzası olan ve Filyos Çayı Alt Havzasında bulunan Filyos Çayı'nda askıda katı madde konsantrasyonu yapay sinir ağları yöntemi ile tahmin edilmeye çalışılmıştır. Ana kol üzerinde seçilen üç noktadan su numuneleri alınarak laboratuvarında su kalite parametrelerinden askıda katı madde, bulanıklık, demir ve krom analizleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra Askıda Katı Madde parametresinin tahmini, bulanıklık, debi, demir ve krom parametrelerine dayanarak, yapay sinir ağları yöntemiyle yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Filyos Çayı, Askıda Katı Madde, Yapay Sinir Ağları

Abstract – Living beings need water to continue their life. Water is in an endless cycle and during this cycle, substances which are mixed with water for various reasons cause properties of water to change. Both the use of water and the surrounding areas cause changes in the quality of water. For this reason, it is important to investigate the water quality in rivers and water reservoirs.

In this study, Filyos Stream, which is located in the largest sub-basin of the Western Black Sea Basin, was estimated to suspended solids parameters by using artificial neural networks. Water samples were taking from three selected points on the main line of the Filyos Stream. In the laboratory, suspended solids, turbidity, iron and chromium analyzes of water quality parameters were carried out. After, the estimation of the Suspended Solids parameter based on parameters turbidity, flow, iron and chromium was performed by artificial neural networks.

Keywords – Filyos Stream, Suspended Solids, Artificial Neural Networks.

I. GİRİŞ

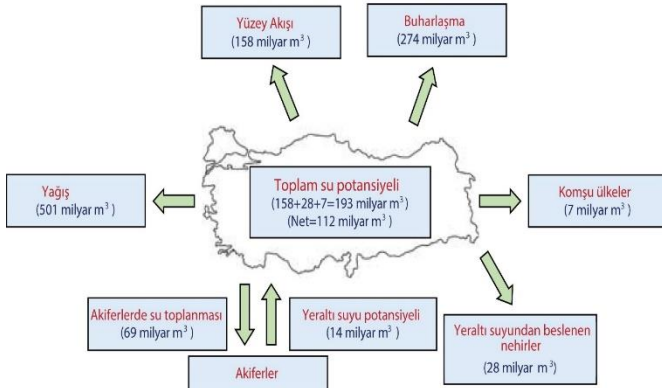
Su, insanlığın varoluşundan günümüze kadar yaşamını devam ettirmesi için gerekli en temel kaynaktır. Nüfusun hızla artması, sanayinin gelişmesi ve yerleşim alanlarının hızla genişlemesi nedeniyle beliren altyapı sorunlarının doğması ve arıtma tesislerinin yeterli olmaması, evsel ve endüstriyel atıkların yeterince arıtılmadan nehirlerle ve tatlı su kaynaklarına verilmesi doğa dengesi için telafi edilmesi zor problemler oluşturmaktadır. Bu problemler doğadaki yaşamı ve insan hayatını tehdit edecek boyutlara ulaşmaktadır. Bu kaynakların azalması hatta yok olma durumuna gelmemesi için su kullanımına ve bu kullanımın sürdürülebilir olmasına dikkat edilmiştir. Bu nedenle yüzey suları ve rezervlerin üzerinde araştırma yapılması önem kazanmıştır. Bu çalışmaların amacıyla, sularda oluşabilecek kirliliği

belirlemek ve su kalitesi hakkında bilgi edinmektir. İnsanlar bugüne kadar suyu tekrar tekrar kullanmışlar ve bu kullanım sırasında suya karışan maddeler, suyun temel özelliklerinin bozulmasına neden olmuşlardır. Sudaki bu değişim su kirliliği olarak adlandırılmıştır.

Su kalite modelleme çalışmaları, akarsular ve rezervuarlar için yapılan hidrodinamik çalışmalar, bilgisayar teknolojileri ile hız kazanmıştır. Böylece akarsular ve nehirler hakkında su kalitesi modelleri geliştirilmiştir. Bu modellemelerde matematiksel, istatistiksel ve yapay sinir ağları (YSA) gibi metotlarla da analizler yapılabilmektedir.

Dünya yüzeyinin 3/4'ü su ile kaplıdır ve toplam suyun %97.6'si denizler ve okyanusları oluştururken, %2.4'ü ise yeraltı su kaynakları olarak karalarda depolanmıştır.

Güneşten gelen ısının %23'ü yeryüzünde bulunan sular tarafından tutulur. Bu sayede buharlaşma ve su buharı ihtiva eden hava kütleleri ısınarak enerji döngüsü içerisinde hareket ederler, iklimler oluşur ve böylece dünya canlılar için yaşanabilir bir ortam haline alır (URL-1).



Şekil 1 Türkiye su potansiyeli (özölçer,2017)

Ülkemiz su kaynakları, ilgili devlet kurumları aracılığıyla 26 farklı drenaj havzasında, su kaynaklarının yerlerinin tespit edilmesi, kullanıma açılması ve geliştirilmesi amacıyla çalışmalarını sürdürmektedir. Alınan verilere göre, Türkiye'deki ortalama yağış yaklaşık 643 mm'dir. Toplam suyun 274 milyar m³'ü buharlaşma yoluyla atmosfere geri döner, su rezervinin 69 milyar m³'ü yer altı su kaynaklarını besler ve 158 milyar m³ lük kısmı ise akarsu ve derelerle denizlere veya göllere boşalır. Yeraltı suyunu besleyen 69 milyar m³ lük kaynağın 28 milyar m³ ü yeryüzüne çıkararak yüzeysel kaynakları besler. Komşu ülkelere nehirler vasıtası ile 7 milyar m³ su, ülkemizin toplam 193 milyar m³ brüt yerüstü potansiyeline katkı sağlamaktadır. Toplam 41 milyar m³'lük yeraltı suyu dikkate alındığında, ülkemizin toplam yenilenebilir su potansiyeli brüt 234 milyar m³ olarak hesaplanmıştır (Şekil 1) (URL-1, Özölçer 2017).

Dünya ve Türkiye'de çevre ile ilgili problemler günlük yaşamı etkilemektedir. Dolayısıyla su kaynaklarının kalitesi üzerine çalışmalar da artmaktadır. Özellikle yüzeysel su kalitesi üzerinde uluslararası ve ulusal düzeyde birçok araştırmalar söz konusudur. Bu araştırmalarda yerinde ve laboratuvarında ölçülen yüzeysel su kalitesine ait parametreler; çözülmüş oksijen (ÇO), sıcaklık (°C), pH, elektriksel iletkenlik (Eİ), Askıda Katı Madde (AKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Bulanıklık, Toplam Organik Karbon (TOC), Amonyum (NH₄), Kalsiyum (Ca²⁺), Magnezyum (Mg²⁺), Sertlik, Sodyum (Na), Bakır (Cu), Klorür iyonu (Cl⁻), potasyum (K), Fosfat (PO₄³⁻), Nitrit (NO₂⁻), Nitrat (NO₃⁻), Alüminyum (Al³⁺), Mangan (Mn²⁺), Demir (Fe³⁺), Krom (Cr³⁺), Kurşun (Pb⁴⁺) ve Çinko (Zn²⁺) şeklinde olduğu görülmüştür [4- 10]. Bu ve benzeri parametrelerin ölçülerek yüzeysel su kalitesi sınıflamaları yapılmıştır. Ölçülen yüzeysel su kalitesi parametreleri üzerinde pek çok istatistik analiz çalışmaları gerçekleştirilmiş ve modern yöntemler (YSA ve Bulanık mantık gibi) kullanılarak çeşitli parametrelerin tahminleri başarılı bir şekilde yapılmıştır [11 - 18].

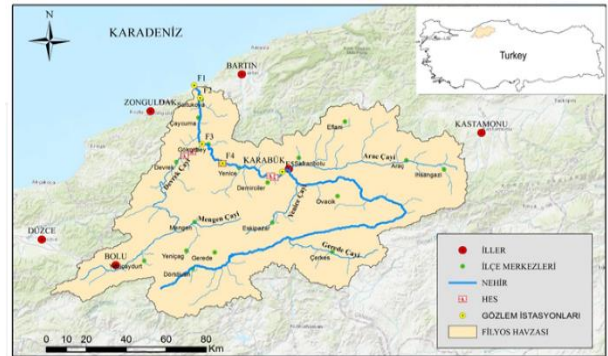
Söz konusu çalışmada, Batı Karadeniz Havzası'nın en büyük alt havzası olan Filyos Çayı (228 km) alt havzasında nehir üzerinde belirlenen üç gözlem istasyonundan otuz gün

aralıklarla bir yıllık sürede yüzeysel su kalitesi ölçümleri yapılmıştır. Çalışmada su kalitesi parametrelerinden, Askıda Katı Madde (AKM), Bulanıklık, Demir (Fe³⁺) ve Krom (Cr³⁺) parametreleri nehirden alınan numunelerin laboratuvar analizleri sonucunda elde edilmiş ve Debi değerleri ise Devlet Su İşleri'nden (DSİ) alınmıştır. Daha sonra AKM parametresinin tahmini, Demir, Krom, Bulanıklık ve Debi parametrelerine bağlı olarak YSA yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

II. YÖNTEM

Filyos Nehri farklı doğrultularda akan ve farklı adlardaki akarsuların birleşmesiyle oluşan 228 km uzunluğuna sahip bir nehirdir. Ormanlık ve yağışı yeterli yörelerden geçen Filyos Çayı'nda su miktarının kış ve ilkbahar aylarında artıp yaz sonuna doğru azaldığı gözlemlenmiştir. Nehrin bulunduğu vadinin tabanı kil ve kum tabakalarıyla kaplıdır. Filyos Çayı Vadisi'nin en geniş bölümü Çaycuma ve çevresindeki düzlüktür (URL-3).

Filyos Çayı üzerinde, laboratuvarında analiz edilmek üzere toplam 3 istasyonda su numuneleri alınmıştır. Bu istasyonlar, DSİ'nin su kalite ölçümü yaptığı noktalarda göz önüne alınarak, Filyos Çayı ana kolu boyunca Devrek Çayı üzerinde Çaydeğirmeni Köprü (F3), Tefen HES (F4) ve Yenice Irmağı üzerinde TOKİ Köprü (Karabük) (F5) olarak belirlenmiştir. İstasyonların lokasyonlarını gösteren havza haritası, Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2 İnceleme Alanı Haritası (Aksoy,2018)

Yüzeysel ham su örnekleme çalışmalarına, Eylül 2015-Ağustos 2016 tarihleri arasında bir yıl boyunca, otuz günde bir defa olmak üzere yapılmıştır. Belirlenen konumlardan alınan su numuneleri, laboratuvarında analizleri yapılmak üzere standart yöntemlere uygun olarak laboratuvara ulaştırılmıştır.

Askıda katı madde konsantrasyonunun tahmin edilmesi amacıyla alınan su numuneleri için YSA modeli hazırlandı. Model analizlerinde MATLAB tabanlı artificial neural network (ANN) toolbox kullanıldı (MATLAB 2010). Modelde veriler, modelin çalışma prensibi doğrultusunda eğitim, deneme ve doğrulama veri takımı olarak üç kısma ayrılmıştır. Toplam 480 verinin, 420 âdeti modelin eğitiminde, 60 âdeti ise model sonuçlarını doğrulamak için kullanıldı.

Ön hazırlık olarak, YSA gizli katman nöron sayısını belirlemek için YSA topoloji analizi gerçekleştirildi. Farklı gizli katman nöron sayıları için YSA performansları,

MSE(Ortalama Karesel Hata) ve R2(Determinasyon katsayısı) istatistik performans analiz kriterleri kullanıldı. Gizli katman nöron sayıları sırasıyla 4, 6, 8 ve 10 olarak alınarak oluşturulan YSA topolojileri eğitilip test edildi.

Sudaki askıda katı madde (AKM) parametresinin tahmini için kullanılan YSA analiz yönteminde girdi parametresi

olarak; debi, bulanıklık, demir ve krom parametreleri, Askıda katı madde ise çıktı parametresi olarak kullanılmış ve model oluşturulmuştur (Tablo 1). Model sonuçları her bir istasyon ve her bir gizli katman için ayrı ayrı tablolaştırılıp, en iyi test performansına sahip topoloji grafikleştirilmiştir.

Tablo 1. Girdi Katmanları İçin Oluşturulan Model

Model No	Giriş Katman Değişkenleri	Çıktı Katmanı
1	Debi, Bulanıklık, Fe, Cr	AKM

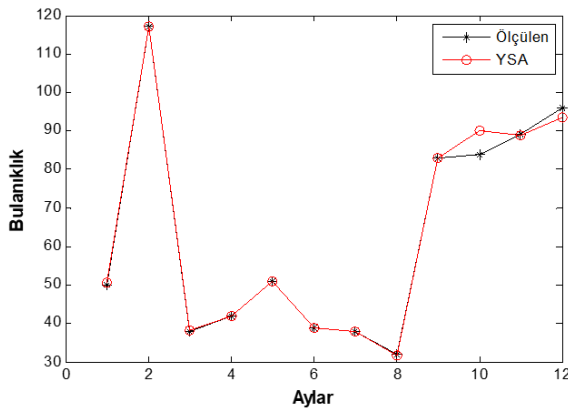
F3 (Çaydeğirmeni İstasyonu)

F3 istasyonu için yapılan analizler sonucunda bulanıklık, debi, Fe ve Cr parametrelerinin yıl boyunca askıda katı madde tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.000268 ve R2=0.9951 değerlerde elde edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Çaydeğirmeni Topoloji Analizi

No	Gizli katman nöron sayısı	R ²	MSE
1	4	0,9759	0,0013
2	6	0,9648	0,0019
3	8	0,9652	0,0019
4	10	0,9951	0,000268

4 giriş, 10 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (4-10-1) askıda katı madde tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 3'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir.



Şekil 3 Çaydeğirmeni 10 Gizli Katman için YSA Performansı

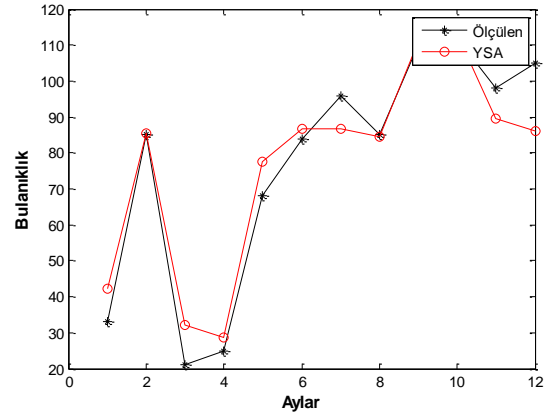
F4 (Tefen İstasyonu)

F4 istasyonu için yapılan analizler sonucunda bulanıklık, debi, Fe ve Cr parametrelerinin yıl boyunca askıda katı madde tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.000139 ve R2=0.9982 değerlerde elde edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Tefen istasyonu topoloji analizi

No	Gizli katman nöron sayısı	R ²	MSE
1	4	0,9291	0,0056
2	6	0,9982	0,000139
3	8	0,9951	0,000384
4	10	0,9875	0,000992

4 giriş, 6 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (4-6-1) askıda katı madde tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 4'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir.



Şekil 4 Tefen 4 Gizli Katman için YSA Performansı

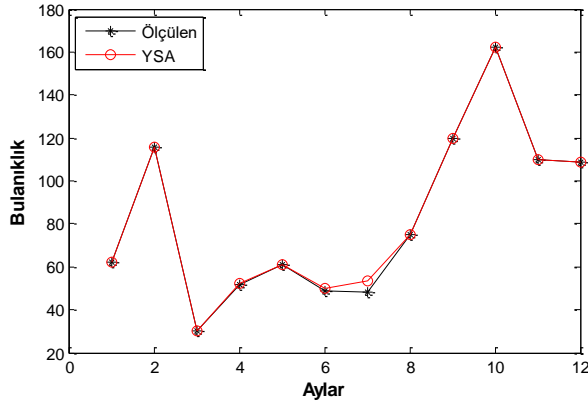
F5 (TOKİ İstasyonu)

F5 istasyonu için yapılan analizler sonucunda bulanıklık, debi, Fe ve Cr parametrelerinin yıl boyunca askıda katı madde tahminine etkisi analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.000105 ve R2=0.9981 değerlerde elde edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4 TOKİ İstasyonu Topoloji Analizi

No	Gizli katman nöron sayısı	R ²	MSE
1	4	0,9540	0,0025
2	6	0,9710	0,0016
3	8	0,9981	0,000105
4	10	0,9603	0,0022

4 giriş, 8 gizli katman nöronlu ve 1 çıkış nöronuna sahip YSA topolojisinin (4-8-1) askıda katı madde tahmini için gerçek değer performansı test edilmiş ve elde edilen 12 aylık tahmin sonuçları Şekil 5'te sunulmuştur. Tasarlanan YSA modeli, yüksek bir performans sergilemiştir.



Şekil 5. TOKİ 8 Gizli Katman için YSA Performansı

III. SONUÇLAR VE YORUMLAR

Askıda katı madde konsantrasyonu, akarsuyun debisine, bulanıklığına, demir ve krom muhtevasına, bulunduğu yerin topografyasına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bununla birlikte, akarsuya inşaa edilen sanat yapıları, akarsu çevresindeki tarım arazisi ve yerleşim yerlerine bağlı olarak da askıda katı madde miktarı değişkenlik gösterebilmektedir.

Bu çalışmada Filyos Nehri boyunca belirlenen 3 gözlem istasyonundaki 12 aylık debi verileri DSİ'den alınmıştır ve bulanıklık, demir, krom ve AKM parametrelerinin ölçümleri laboratuvar analizleri sonucu belirlenmiştir. AKM parametresini belirlemek amacıyla Yapay Sinir Ağı (YSA) hazırlandı. Model analizlerinde MATLAB tabanlı Artificial Neural Network (ANN) toolbox kullanıldı (MATLAB 2010). Veriler gruplandırılıp normalize edilerek eğitim aşamasına geçilmiştir. Gizli katman nöron sayıları sırasıyla 4, 6, 8 ve 10 olarak alınarak oluşturulan YSA topolojileri eğitilip test edildi. Elde edilen performans değerleri bir önceki bölümde verilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre; F3 (Çaydeğirmeni) istasyonunda, 10 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.000268 ve R2=0.9951 değerlerde elde edilmiştir. F3 (Saltukova) istasyonunda, 6 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.0000266 ve R2=0.9996 değerlerde elde edilmiştir. F4 (Tefen) istasyonunda, 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.000139 ve R2=0.9982 değerlerde elde edilmiştir. F5 (TOKİ) istasyonunda, 4 gizli katman nöron sayısına sahip YSA topolojisinin en iyi test performansı; MSE= 0.000105 ve R2=0.9981 değerlerde elde edilmiştir.

Elde edilen bilgiler doğrultusunda; bulanıklık, debi, demir ve krom parametrelerinin, oluşturulan Yapay Sinir Ağı (YSA) modelinde, girdi olarak kullanılması sonucu her istasyonun en iyi performans gösterdiği gizli katman değerlerinin

laboratuvar sonuçlarıyla çok yakın sonuç verdiği görülmektedir. Sonuç olarak, bulanıklık, debi, krom ve demir parametrelerini AKM konsantrasyonunun tahmininde büyük ölçüde etkisinin bulunduğu gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Aksoy, B. (2018), Mevsimsel Değişikliğin Filyos Çayı Su Kalitesine Etkilerinin Yapay Sinir Ağı İle Belirlenmesi, Doktora Tezi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Zonguldak, 225
- [2] URL-1http://www.suyonetimi.ormansu.gov.tr/Anasayfa/eylemplanlari (Erişim tarihi: 12. 11. 2017).
- [3] Özölçer, İ.H. (2017), Sustainable Hydroelectric Energy Methods: A Proposal for the Western Black Sea Region, Fresenius Environmental Bulletin, 26 (8), 5363-5371.
- [4] Şengörür, B. ve İsa, D. (2001), Sakarya Nehri'ne Ait Su Kalite Gözlemlerinin Faktör Analizi. Turkish Journal of Engineering and Environmental Science, 25: 415-425.
- [5] Bayram, A., Önsoy, H., Akıncı, G. and Bulut, V.N. (2011), Variation of Total Organic Carbon Content along the Stream Harşit, Eastern Black Sea Basin, Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, Vol.182, pp.85-95.
- [6] Bayram, A. (2011), Harşit Çayı Su Kalitesinin Mevsimsel Değişiminin İncelenmesi ve Askı Madde Konsantrasyonunun Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Tahmin Edilmesi, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 163.
- [7] Mutlu, E., Demir T., Yanık, T. and Anca Sutan, N. (2016), Determination of Environmentally Relevant Water Quality Parameters in Serefiye Dam-Turkey, Fresenius Environmental Bulletin, 25 (12), 5812-5818.
- [8] Bayram, A. (2017), Water Quality of the Değirmendere Stream, Drinking Water Source of Trabzon Province, Turkey", Desalination and Water Treatment, Vol. 62, pp.120-139.
- [9] Dede, Ö.T. ve Sezer, M. (2017), Aksu Çayı Su Kalitesinin Belirlenmesinde Kanada Su Kalitesi İndeksi (CWQI) Modelinin Uygulanması, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 32:3, 909-917.
- [10] Ewaid, S.H. and Abed, S.A. (2017), Water Quality Index for Al-Gharraf River, Southern Iraq, Egyptian Journal of Aquatic Research, 43: 117-122.
- [11] Doğan, E., Şengörür, B. and Köklü, R. (2009), Modeling Biological Oxygen Demand of the Melen River in Turkey using an Artificial Neural Network Technique, Journal of Environmental Management, 90, (2): 1229-1235.
- [12] Yılmaz, V. ve Büyükyıldız, M. (2009), Batı Karadeniz Suları Havzasındaki Yüzeysel Suyu Kalitesi Parametrelerindeki Değişimin İncelenmesi ve Cluster Analizi ile İstasyonların Sınıflandırılması. 5th International Advanced Technologies Symposium, 13-15 Mayıs 2009, Karabük/Türkiye, 1723-1728.
- [13] Yeşilirmak, E. (2011), Çine Çayı Su Kalitesi Eğilimleri. ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1): 47-55.
- [14] Bayram, A., Kankal, M. and Onsoy, H. (2012), Estimation of Suspended Sediment Concentration from Turbidity Measurements using Artificial Neural Networks, Environmental Monitoring and Assessment, Vol.184, pp.4355-4365.
- [15] Bayram, A., Kankal, M., Tayfur, G. and Önsoy, H. (2014), Prediction of Suspended Sediment Concentration from Water Quality Variables, Neural Computing & Applications, Vol. 24, pp.1079-1087.
- [16] Bayram, A., Uzu, E., Kankal, M. and Dede T. (2015), Modeling Stream Dissolved Oxygen Concentration using Teaching-Learning Based Optimization Algorithm, Environmental Earth Sciences, Vol. 73, pp. 6565-6576.
- [17] Özçelik, O. (2015), Assessment and Prediction of Water Quality Parameters in Lake Köyceğiz using Artificial Neural Network Approach, Master of Science, Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Environmental Engineering, Ankara, 166.
- [18] Csabragia, A., Molnara, S., Tanosa, P. and Kovacs, J. (2017), Application of Artificial Neural Networks to the Forecasting of Dissolved Oxygen Content in the Hungarian Section of the River Danube, Ecological Engineering, 100, 63-72.