



ERZURUM KARASU NEHRİNDE ÇO, KOİ, ORG-N VE ORG-P'UN MATEMATİKSEL MODEL YARDIMI İLE TAHMİN EDİLMESİ

Ensar OĞUZ*, Bülent KESKİNLER**

*Atatürk Üniversitesi, Çevre Sorunları Araştırma Merkezi, 25240/Erzurum

**Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 25240/Erzurum

Geliş Tarihi : 12.04.2001

ÖZET

Matematiksel nehir modelleri nehir sistemlerini en kısa yoldan tanımlayan modeller olarak bilinmektedir. Bu çalışmada kurulan matematiksel model tek boyutlu olup, nehir ve deşarj parametrelerini kesitler arası mesafeye bağlı olarak simüle etmekte ve mesafe ile konsantrasyon arasındaki ilişkinin nasıl değiştiğini göstermektedir. Matematiksel modelin kurulmasında topografik yapı, sanayi ve endüstriyel kuruluşların deşarj karakterleri ve yerleri, çeşitli sızıntı ve drenaj noktaları, nehre boşalan dere ve çaylar dikkate alınmıştır. Modelde kullanılan bilgisayar programı türetilen diferansiyel denklemlerin kullanılması ile elde edilmiştir. DSI' den temin edilen hidrolik parametreler ve çeşitli kinetik sabitler bu denklemlerde kullanıldıktan sonra ilgili parametrelerin bilgisayar programı vasıtası ile çözümü sağlanmıştır. Elde edilen matematiksel model nehrin çeşitli yerlerinden alınan örneklerin kimyasal analiz sonuçları yardımı ile kalibre edilmiş ve daha sonra yapılan analiz sonuçları ile teorik sonuçların uyumu kontrol edilmiştir. Elde edilen sonuçlar belirlenen matematik modelin oldukça uyumlu olduğunu göstermiştir. Bu model ile ÇO, KOİ, ORG-N ve ORG-P'nun nehir boyunca değişimi tahmin edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Çözünmüş oksijen modeli, KOİ modeli, ORG-N modeli

TO BE ESTIMATED (DO, COD, ORG-N VE ORG-P) IN THE KARASU RIVER IN ERZURUM WITH HELP THE CONSTRUCTED MATHEMATICAL MODEL

ABSTRACT

The mathematical river models have been known describing the systems of river by the shortest way. The mathematical model wed in this study had unique dimension. It was able to simulate the parameters of river and discharge depending on the distance between the segments and also to show the relation between the concentration and the distance. The mathematical model was construded as considering the topographical sturcture, the disharge charectiristics and the places of endüstriyal plants and small companies, various points of drantage and leakage and the various streams discharged to river. The computer programme used in the modelling was constructed to solve the differantial equations. The related parameters were calculated by using the computer programme after applying the hydrolic works and kinetic constants to the equations. The constructed mathematical model was calibrated by using of the chemical results of the samples taken from the various points at different places, then the relation of between the analyzing end oretical results was controlled. These results showed that the constructed mathmatcal model was fitting well. The variations of DO, COD, ORG-N, ORG-P have been estimated along the Karasu river in Erzurum with this model

Key Words : Dissolved oxygen modelling, COD modelling, ORG-N modelling

1. GİRİŞ

Nüfus artışı, sanayileşme ve ziraatta sentetik gübre kullanılması, çevre ve özellikle su kaynakları üzerindeki zararlı tesirlerini arttırmıştır. Gerek yerleşim bölgeleri ve sanayiden gelen atık sular, gerekse tarım alanlarının drenaj suları azot, fosfor ve karbon gibi besi maddelerini yüzeysel sulara taşımaktadır. Kaynaklara giren bu besin maddeleri su ortamındaki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olaylara tesir ederek sistemin ekolojik dengesini değiştirmektedir. Yakın zamanlara kadar su kirliliğinin incelenmesi sağlık açısından ele alınmıştır. Her şeyden önce toplumların ihtiyacı olan sağlıklı içme ve kullanma suyunun temin edilmesi gerekmektedir. Bugün su kirlenmesi sadece sağlık yönünden değil, kaynakların korunması ve en uygun bir şekilde kullanılması yönüyle de ele alınmaktadır. İhtiyaçların zamanla artmasına karşın su kaynaklarının sınırlı oluşu, yüzeysel suların uygun bir şekilde kullanılmasının önemini giderek arttırmaktadır. Yüzeysel suların bugün ve gelecekteki kullanımını tehdit eden etkenler arasında en önemli yeri, besi maddeleri, özellikle azot ve fosfor bileşenleri almaktadır. Bu nedenle, son zamanlarda su kaynaklarına giren besi maddeleri ve oluşturduğu etkiler konusunda çok sayıda çalışma yapılmıştır. Su kaynaklarının çeşitli amaçlar için kullanımı farklıdır. Bu durumda söz konusu kaynağın en uygun şekilde kullanımının belirlenebilmesi, değişik kullanma şekillerinin ve havzadaki farklı faaliyetlerin su kalitesine olan etkilerinin önceden tahmin edilmesine bağlıdır. Bunun için su ortamındaki fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olayların incelenmesinde, analizinde ve kirlenici madde miktarlarının önceden tahmin edilmesine yarayan matematiksel modellerin geliştirilmesi önemli bir konudur. Geliştirilen matematiksel modeller, geçmişteki verilerin incelenmesinde, mevcut durum analizinde ve gelecekteki ihtiyaçların plan ve projelendirilmesinde çok önemli bir şekilde kullanılmaktadırlar. Matematiksel modeller, sürekli gelişim halinde bulunan çevrenin dinamik özelliklerini yansıtmalıdır. Matematiksel modeller doğal kaynakların plânlanmasında büyük bir potansiyele sahiptir. Modellerin su kalitesi kontrolündeki önemi geniş bir şekilde araştırılmıştır. Özellikle son yıllarda bilgisayar donanım ve yazılımındaki hızlı gelişmeler çevre mühendisliği alanında kullanımını önemli ölçüde arttırmıştır. Bu konuda literatürde pek çok çalışmaya rastlanmaktadır. Su kalite modellerinin temel kavramları incelenirken, gözlenen ve beklenen değerler arasında etkileşim ilişkisi vurgulanır. Model ile belirlenen teorik değerler ile deneysel değerler arasında korelasyon ilişkisi belirlenmelidir (Tebbut, 1982). Mcbrige ve

arkadaşı, kirlenmiş sularda çözünmüş oksijen eksikliğini hesaplayabilen bir el kitabı hazırlamışlardır. Kirlenmiş nehirlerde oksijen eksikliğini hesaplanması özet olarak bu el kitabında belirtilmiştir. Basit bir model için (Streeter-Phelps) denklemi ile yapılan tanımlama nehirdeki çözünmüş oksijen konsantrasyonlarını tahmin etmek için kullanılabilir (Mcbride and Rutherford, 1983). Todd, (1984) nehirdeki çözünmüş oksijeni simüle edebilen bir bilgisayar programı hazırlamıştır. Crabtree (1986) iki nehir kalite modelini İngilterede K.Blackwater'a uygulayarak bu iki model arasındaki korelasyonu incelemiştir. Van Pagee (1986) bir su kalite matematiksel modelini Rhine nehrine uygulayarak buradaki kirlenici parametrelerin değişimini incelemiştir. Gönenç and Orhun (1985) Sakarya havzasına ait su kalite yönetimi hakkında bir broşür hazırlamıştır. Broşür Nehir modellemesi ile ilgili Modqual bilgisayar programı hakkında detaylı bilgi vermektedir. Nishimura and Ishikawa, (1989) ve arkadaşı kesitlerle ilgili bir fosfat modeli geliştirmiştir. Gökkurt, yüksek lisans tezi çalışmasında modqual bilgisayar programını Sakarya nehrine uygulamıştır (Gökkurt, 1989). Literatürde daha birçok çalışmaya rastlanmaktadır. Günümüzde nehirdeki kirlilik parametrelerinin modellemesi ile ilgili bir çok çalışma mevcut olup, değişik paket programlar kullanılmaktadır. Bu çalışmalara ait bir çok örnek literatürde mevcuttur. Bu çalışmada çeşitli kirlenici yüklerin su yatağında meydana getirebileceği etkilerini incelemek için matematiksel model geliştirilip parametreler simüle edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, bu tesirlerin önceden tahmin edilmesine imkan sağlamıştır. Matematiksel modeller genel olarak kütle korunumu prensibine dayanmaktadır. Bu çalışmada her bir parametre için kütle korunumu uygulanarak diferansiyel denklemler geliştirilmiştir. Elde edilen bu matematiksel modeller ile bilgisayar programı yapılmıştır. Erzurum Karasu nehrinden alınan örneklerin analiz sonuçları elde edilen modele uygulanarak model parametrelerinin değerleri hesaplanmış olup, gerçek ve tahmini değerler arasında uyumlu korelasyonun olduğu gözlenmiştir.

1. 1. Nehirdeki Kirlilik Parametrelerinin Hesaplanmasında Kullanılan Tek Boyutlu Bilgisayar Programı

Bu çalışmada kurulan matematiksel model tek boyutlu olup, nehir ve deşarj parametrelerini kesitler arası mesafeye bağlı olarak simüle etmekte ve mesafe ile konsantrasyon arasındaki ilişkinin nasıl değiştiğini göstermektedir. Matematiksel modelin kurulmasında topografik yapı, sanayi ve endüstriyel kuruluşların deşarj karakterleri ve yerleri, çeşitli sızıntı ve drenaj noktaları nehire

$$K_T = K_{20}\theta^{(T-20)} \quad (6)$$

K_{20} : 20 °C'de Reaksiyon katsayısı

K_T : T °C'de Reaksiyon Katsayısını göstermektedir. (20-30) °C'deki sıcaklıklarda $\theta = 1.056$, (4-20) °C'deki sıcaklıklarda $\theta = 1.135$ bulunmuştur. Genellikle Literatürlerde θ_i için 1.047 verilmekte düşük sıcaklıklar için (T < 20 °C) bu değer uygun olmadığı görülmüştür.

Bu çalışmada kullanılan çeşitli parametrelere ait sıcaklık düzeltme katsayıları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Çeşitli Parametreler İçin Sıcaklık Düzeltme Katsayıları

Parametre	θ	Değer
β_0 için	θ	1.047
β_1 için	θ	1.07
β_2 için	θ	1.08
β_4 için	θ	1.06
K2 için	θ	1.016
K1 için	θ	1.047
K4 için	θ	1.07

Kurulan modelde nehire yapılan iki deşarj arası tek kesit olarak düşünülüp, kirletici parametrelerin hesaplanması buna göre yapılmıştır. Modelde kullanılan hidrolik dotalar DSİ'den sağlanmış olup Tablo 2'de özetlenmiştir (Anon., 1990).

Tablo 2. Nehire Ait Hidrolik Data ve Parametreler

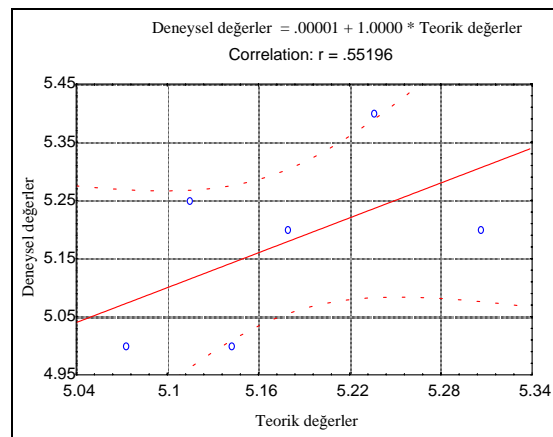
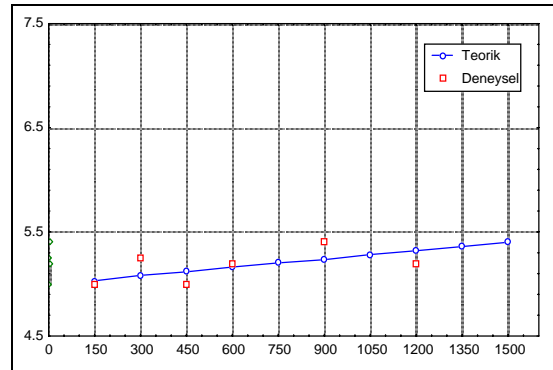
Parametreler		Nehir
Kesit Alanı	(m ²)	23.4
V	(m/sn)	0.5
G	(m)	18
H	(m)	1.3
T	(°C)	15
ÇO	(mg/l)	5
BOİ	(mg/l)	13
KOİ	(mg/l)	20
Org-N	(mg/l)	0.0143
Org-P	(mg/l)	0
NO3-N	(mg/l)	1.421
NO2-N	(mg/l)	0.01

Bu çalışmada (ÇO, KOİ, ORG-N ve ORG-P) parametrelerinin tahmini değerleri hesaplanarak gerçek değerler arasında bağlantı kurulmaya çalışılmıştır. Modelde kullanılan (ÇO, KOİ, ORG-N ve ORG-P) parametrelerine ait semboller ve anlamları Tablo 3'de özetlenmiştir.

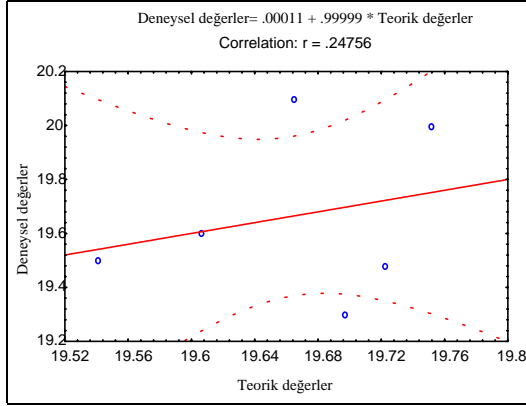
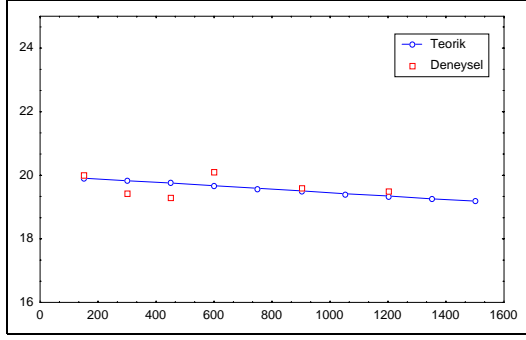
Hidrolik dotalar ve deneysel olarak hesaplanmış parametreler kullanılarak elde edilen teorik değerler ile deneysel değerler arasında çizilen grafikler ve korelasyonlar sırası ile Şekil 4, 5, 6, 7'de verilmiştir.

Tablo 3. Modelde Kullanılan Semboller ve Anlamları

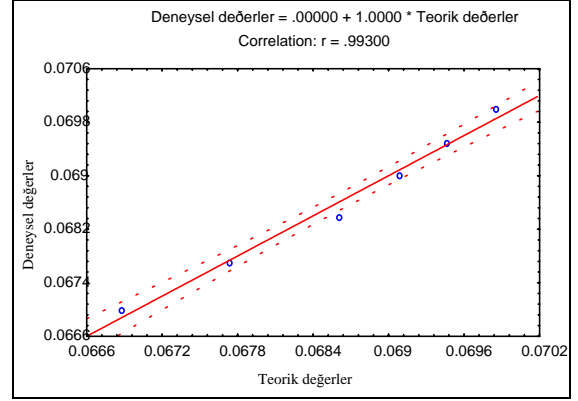
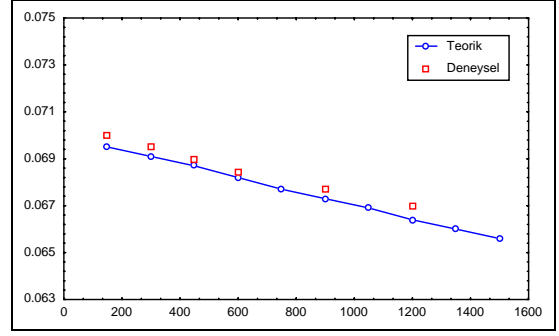
Semboller	Kullanılan Sembollerin Anlamları
O	Çözünmüş oksijen
Os	Nehirdeki çözünmüş oksijenin doygunluk değeri
L	Biyolojik oksijen ihtiyacı
K	Kimyasal oksijen ihtiyacı
N_o	Organik azot
N_f	Amonyum azotu
N_2	Nitrit azotu
A	Alg miktarı
Z	Zooplankton
A_x	Nehrin ve deşarj noktalarının kesit alanı
H_o	Ortalama derinlik
K_1	BOİ çürüme hızı
K_2	Havalandırma sabiti
K_3	BOİ çökme hızı
K_4	Benthal oksijen ihtiyacı
K_5	KOİ çökme hızı
β_1	Birinci Nitrifikasyon hızı
β_2	İkinci Nitrifikasyon hızı
μ	Alg Gelişme hızı
ρ	Alg Solunum hızı
$\alpha_1, \dots, \alpha_6$	Stokiyometrik parametreler



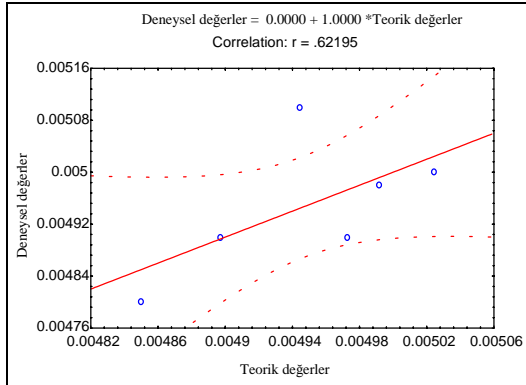
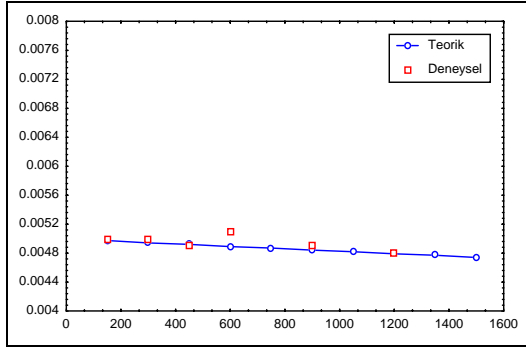
Şekil 4. Çözünmüş oksijenin (ÇO mg/l) mesafeye (m) bağlı olarak değişimi ve korelasyonu



Şekil 5. Kimyasal oksijen (KOI mg/l) mesafeye (m) bağlı değişimi ve korelasyonu



Şekil 7. Organik fosforun (ORG-P) mesafeye (m) bağlı değişimi ve korelasyonu



Şekil 6. Organik azotun (ORG-N mg/l) mesafeye (m) bağlı değişimi ve korelasyonu

3. TARTIŞMA

Mayıs ayında yapılan modelleme çalışmasında nehir suyundaki CO , KOI , ORG-N , ORG-P 'nin mesafeye bağlı olarak değişimi incelenmiştir. Çalışmada nehir'e yapılan atık su deşarjlarının ilerisinde referans nokta belirlenerek, nehir tek kesitten ibaretmiş gibi düşünüldükten sonra yukarıda açıklanan parametrelerin simülasyonu yapılmıştır. Mayıs ayındaki çalışmada hidrolik parametreler (debi...hız) ve çevre faktörleri (sıcaklık vs) Kışa göre önemli değişimler göstermektedir. Çalışmada kullanılan hidrolik datarlar DSİ den temin edilmiştir. Mayıs 1997'de yapılan çalışmada tahmini değerler ile gerçek değerler arasındaki korelasyonun grafiklerle daha iyi bir şekilde görülmesini sağlamak amacıyla deneysel çalışmalarla elde edilen gerçek değerlerin model denemesindeki sayısı artırılarak 5'e çıkarılmıştır. Uzun mesafeli model çalışmaları yeterli sayıda teknik elamana ihtiyaç duyduğundan ve elde edilecek tahmini değerlerinin hata payını azaltmak nedeni ile nehre deşarj olunan dere, çay kanalizasyon ve sızıntı sularını dikkate almak sureti ile çalışma mesafesi kısa tutulmuştur. Parametrelere ait korelasyonlar incelendiğinde ORG-P korelasyonu hariç, CO , ORG-N ve KOI 'nin

korelasyonun % 90'nın altında olması modelin uyumsuzluğundan değil, gözlenen değerlerden en az iki parametrenin tahmin edilen değerlerin grafiği ile çakışması yani deneysel değerlerin teorik değerlerle elde edilen grafiğin tamamen altında veya üstünde olmamasından kaynaklanmaktadır. Bu durum ise nehre yapılan şok yüklemelerden yada toprak kaymasından veya nehre deşarj olan bilinmeyen atık su sızıntılarından kaynaklanması ile açıklanabilir. Korelasyonun yanından başka, modelin uyumunu incelemek için parametrelerin max. ve min. hata payları Tablo 4'de gözden geçirilmesi gerekmektedir.

Tablo 4. Deneysel ve Teorik Parametreler Arasındaki Hata Payları

% Hata payı	% Min hata	% Max hata
ÇO	0.59	5.27
KOİ	0.45	6.6
ORG-N	0.2	4.3
ORG-P	0.29	2.4

Tablo 4 incelendiğinde % hata paylarının düşük olduğu modelin olumlu sonuç verdiği anlaşılmaktadır. ÇO değeri 4 mg/l'nin üzerinde olup alıcı ortam standardının üzerinde bulunmuştur. KOİ değeri çizilen grafik incelendiğinde korelasyonun uyumlu olduğu, KOİ değerinin 70 mg/l olan alıcı ortam standardının altında olduğu bulunmuştur Mayıs ayındaki grafik incelendiğinde yapılan modelin oldukça uyumlu olduğu görülmüştür. Bu çalışmada nehir suyunun üçüncü kalite alıcı ortam standardına uygun olduğu bulunmuştur.

4. KAYNAKLAR

Anonim, 1990. Akım Ölçü Notları Etüt ve Plan Dairesi Başkanlığı, Devlet Su İşleri Genel

Müdürlüğü, Ankara.

Crabtree, R. W. 1986. Comparison of Two River Quality Models, Water Research, 20 (1), 53-61.

Gökkurt, S. 1989. Water Quality Model for Karasu River (Master thesis). Department of Civil Engineering, Technical University, Ankara, P 101 (Yayınlanmamış).

Göneç, E. I, Orhun, D. 1985. " Water Quality Management in the Sakarya River Basin Evolution and Modelling", İ.T.Ü.

Mcbride, G. B., Rutherford, J. C. 1983. Handbook on Estimating Dissolved Oxygen Depletion in Polluted Rivers, Water and Soil Miscellaneous Publication No. 51, New Zealand.

Nishimura, M., Ishikawa, M. 1989. Mathematical Model of Phosphate Release Rate from Sediment Considering the Effect of Dissolved Oxygen in Over lying Water , Wat.Res. 23 (3), 351-359.

Tebbut, T. H. Y. 1982. Principles of Water Quality Control, University of Birmingham, UK, Pergamon Press.

Todd, D. A. 1984. Stream Dissolved Oxygen Analysis and Control, Journal of Env. Eng. 111 (5), 647-664.

Van Page, J. A. 1986. Water Quality Modelling of The River Rhine and Its Tributaries in Relation to Sanitation Strategies, Wat. Scin. Tech. (16), 393-406.