



AŞAĞI SEYHAN NEHRİ SU KALİTESİ DEĞİŞİMİNİN QUAL2E MODELİ İLE İNCELENMESİ

Ahmet YÜCEER¹ ve N.Gevher İNKAYALI²

¹Çukurova Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Adana

²DSİ VI. Bölge Müdürlüğü, Adana

Öz: Bu çalışmanın temel amacı, Aşağı Seyhan Nehri'ne deşarj edilen evsel ve endüstriyel nitelikteki atıksuların, nehirde meydana getirebileceği organik kirlilik yükü ve nehir sistemi üzerinde oluşturacağı etkileri belirlemektir. Bu amaçla tek boyutlu su kalite modeli olan QUAL2E Su Kalite Modeli uygulanmıştır. Model 1998 yılı verileri ile kalibre edilmiş ve 1999 ve 2000 yılı verileri ile de doğrulanmıştır. Nehrin maksimum ve minimum akım durumları için, Çözünmüş Oksijen (ÇO), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5), NH3-N ve Çöz-P bileşiklerinin konsantrasyonlarındaki değişimler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre değerlendirilmiştir. Bu sonuçlara göre Aşağı Seyhan Nehri, özellikle sıcaklığın yüksek ve akımın minimum olduğu dönemlerde evsel ve endüstriyel kirleticilerden olumsuz olarak etkilenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akarsu Kirliliği, Akarsu Kalitesi, Aşağı Seyhan Nehri, QUAL2E Su Kalite Modeli, Yüzey Suyu Kalite Modeli

INVESTIGATION OF THE LOWER SEYHAN RIVER WATER QUALITY CHANGES WITH THE QUAL2E MODEL

Abstract: The main aim of this study is to assess organic pollution load and any possible damage to water quality of the Lower Seyhan River by domestic and industrial wastewater discharge. For this purpose a one dimensional steady state water quality model QUAL2E was adopted and used. Model has been calibrated based on the data of 1998 and verified for 1999 and 2000. Dissolved oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD5), NH3-N and Dis-P concentration changes were investigated according to maximum and minimum flow rates of the river. Results obtained have been evaluated according to Water Pollution Control Regulation. According to the results obtained, Lower Seyhan River is polluted by domestic and industrial pollution load during the high temperature and minimum flow period.

Keywords: River Pollution, River Water Quality, Surface Water Quality Model, The Lower Seyhan River, QUAL2E Water Quality Model

GİRİŞ

Artan nüfus ve gelişen endüstrileşme sonucunda yoğunlaşan su kullanımı, su kirliliğini hızlandıran bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak, bir yandan çeşitli yüzeysel ve yeraltı suyu kullanımları, doğal toprak örtüsünün yok olması, kentsel alanlar, diğer yandan evsel ve endüstriyel atık su deşarjları gibi noktasal kaynaklardan alıcı ortamlara ulaşan kirleticiler, bu su kaynaklarını büyük ölçüde kirletirken alıcı suların kullanımını da engellemektedirler. Bu

olumsuz gelişmenin önlenmesi için su kirliliğinin ciddi bir biçimde kontrol edilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu nedenle akarsu kirliliği problemlerinin çözümü ve alınacak önlemlerin belirlenmesi için yapılan çalışmalarda çeşitli matematiksel modellerin bir araç olarak kullanımının uygun olduğu belirtilmiştir. EPA tarafından geliştirilen, deterministik kararlı durum su kalite modeli olan QUAL2E modeli de bu amaçla geliştirilmiş bir su kalite modelidir (Brown ve Barnwell, 1987; Ghosh ve McBean, 1998; Chaudhury ve diğ., 1998; Chapra, 1997; EPA, 1995; Ning, ve diğ., 2001).

Gün geçtikçe gelişen sanayinin ve hızla artan nüfusun etkisiyle Aşağı Seyhan Havzası'ndaki Seyhan Nehri'nin büyük oranda yerleşim merkezi sınırları içerisinde kalmasına neden olmuştur. Bu nedenle nehir suyu kalitesi, tarımsal kirleticilerin yanında evsel ve endüstriyel faaliyetlerden de olumsuz olarak etkilenmektedir (Aslan ve diğ., 1999; Onur, 1996).

Bu çalışmada nehre giriş yapan evsel ve endüstriyel kirleticiler ve nehre drenaj kanallarıyla ulaşan tarımsal kökenli kirleticiler dikkate alınmıştır. Bu kirleticilerin Aşağı Seyhan Nehri su kalitesine olan etkisinin incelenmesi amacıyla QUAL2E su kalite modeli kullanılmıştır. Bu kirlilik kaynaklarının etkileri, Çözünmüş Oksijen (ÇO), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), Amonyak Azotu (NH₃-N) ve Çözünmüş Fosfor (Çöz-P) parametreleri açısından değerlendirilmiştir. Model sonuçları "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği"ne göre değerlendirilerek nehir suyu kalitesi belirlenmiştir (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, 1988).

MATERYAL ve METOT

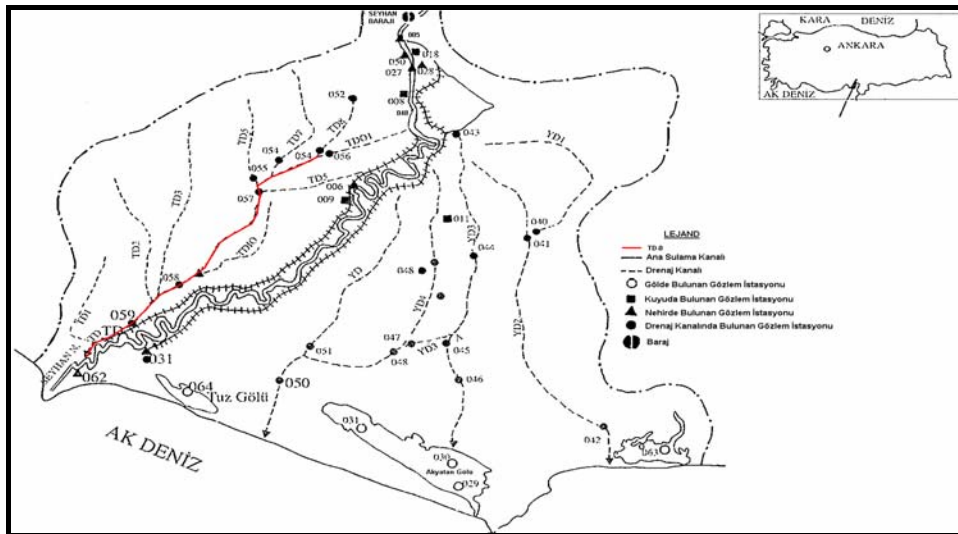
Çalışma Alanının Tanımı

Seyhan Nehri'nin denize döküldüğü yerde sıfır kotuna inen, kuzeyde ise Toros dağlarının 3500 m'lik yükseltilerine kadar uzanan engebeli yer şekillerinden oluşan havza, Seyhan Havzası olarak adlandırılır. Seyhan Barajına kadar olan kısım Yukarı Seyhan (YSH), barajdan sonraki kısım ise Tarsus ve Yüreğir sulama alanlarını kapsayan Aşağı Seyhan Havzası (ASH) olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada hem tarımsal

faaliyetlerin hem de endüstriyel gelişmenin ve şehirleşmenin yoğun olması sebebiyle Seyhan Nehri'nin Aşağı Seyhan Havzasında kalan kısmı incelenmiştir. Nehrin barajın mansabında kalan bu kısmı ise Aşağı Seyhan Nehri olarak adlandırılmıştır.

Aşağı Seyhan Nehri, barajdan sonra Akdeniz'e kadar yaklaşık 94 km uzunluğundadır. Nehir havzayı Tarsus (80,000 ha) ve Yüreğir (130,000 ha) ovaları olmak üzere iki bölüme ayırmaktadır (DSİ, 1980). Havzada bu ovaların sulama ihtiyacının karşılanması amacıyla, su kaynağı Aşağı Seyhan Nehri olan Tarsus (TS) ve Yüreğir (YS) sulama kanalları ve ayrıca sulamadan dönen tarımsal suların toplanması için yapılmış drenaj kanalları (TD ve YD) bulunmaktadır (Şekil 1). Bu drenaj kanalları havzada geri dönen tarımsal sulama sularının taşınmasının dışında, evsel ve endüstriyel nitelikteki noktasal kaynakların da alıcı ortamı haline gelmiştir. TD0 bu drenaj kanallardan kirliliğe en çok maruz kalanlardan birisidir. Tarsus Ovası'nın evsel ve endüstriyel özellikteki tüm atıksularını taşıyan TD0 drenaj kanalı Aşağı Seyhan Nehri'ne dökülmektedir (Şekil.1).

Havzada kirlilik deşarjlarının yapıldığı Aşağı Seyhan Nehri ve drenaj kanallarının su kalitesi, yıl içinde belli periyotlarla DSİ tarafından gözlenmektedir. Nehir ve drenaj kanalları üzerinde DSİ tarafından belirlenmiş olan bu su kalite gözlem istasyonları Şekil 1'de görülmektedir. Aşağı Seyhan Nehri'ne 1. Regülatörden önce herhangi bir kirleticinin girmemesi nedeni ile çalışmada nehrin bu noktadan sonraki 84 km'lik kısmı incelenmiştir.



Şekil 1. Aşağı Seyhan Havzası'ndaki su kalite gözlem istasyonları

QUAL2E Modelinin Tanıtımı

QUAL2E, kirletici yükünün (kirletici miktarı, özellikleri ve yeri) nehir suyu kalitesi üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde kullanılır. Ayrıca arazi çalışmasıyla birlikte yürütüldüğünde, noktasal olmayan kirletici kaynakların büyüklüğünü ve özelliklerini belirleyen bir su kalite yönetim aracı olarak da programlanmıştır (Brown ve Barnwell, 1987; EPA, 1995).

QUAL2E yardımıyla kullanıcı tarafından belirlenen toplam 15 su kalitesi parametresinin simülasyonu gerçekleştirilebilir. Bu parametreler, çözülmüş oksijen (ÇO), biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), sıcaklık algler (Klorofil-a olarak), Organik Azot (Org-N), Amonyak Azotu (NH₃-N), Nitrit Azotu (NO₂-N), Nitrat Azotu (NO₃-N), organik fosfor (Org-P), çözülmüş fosfor (Çöz-P), koliformlar, kararlı (non-conservative) olmayan bileşikler (1adet), kararlı (conservative) bileşikler (3 adet) olarak sıralanabilir.

Model, en kesitte iyi karışım ve yan kolları bulunan nehirlere uygulanmaktadır. Ayrıca nehir ekosistemini bölümlere, bu bölümleri de kendi arasında hesap elemanlarına ayırarak incelemektedir. Sistemin en küçük birimi olan her bir elemanda tam karışım olduğu düşünülmekte; adveksiyon, dispersiyon, ayrışma, seyrelme, çökme, kirlilik kaynakları ile kirlilik azalmalarını etkileyen faktörler dikkate alınmaktadır. Modelde başlıca taşınım mekanizmaları olan adveksiyon ve dispersiyon, sadece akım yönünde (nehir ya da kanalın uzunlamasına akış ekseninde) dikkate alınmaktadır. Modelde birden fazla atıksu deşarjı, su çekilmesi (kullanımı), yan kol ve artan su girişi ile çıkışı simüle edilebilmektedir. Aynı zamanda çözülmüş oksijenin belirli konsantrasyonlarının sağlanabilmesi için gereken seyreltme debisi de hesaplanabilmektedir (Brown ve Barnwell, 1987; EPA, 1995).

Hidrolik açıdan, QUAL2E, nehir debisinin ve kirletici deşarjının sabit olduğu zaman dilimleri için yapılabilen simülasyon ile sınırlıdır. Model, kararlı durumda (Steady-state) ya da dinamik olmak üzere iki farklı şekilde çalıştırılabilmektedir. Model, kararlı durumda çalıştırıldığında, atık su deşarjının nehir (ya da kanal) suyu üzerine olan etkilerinin incelenmesinde kullanılabilir. Ayrıca, bir nehir suyu örnekleme çalışması ile birlikte kullanıldığında noktasal olmayan atık deşarjlarının miktar ve kalitelerinin incelenmesi de mümkündür. Dinamik model olarak çalıştırıldığında ise,

meteorolojik verilerin gün içindeki değişimlerinin, su kalitesi (özellikle çözülmüş oksijen ve sıcaklık) üzerindeki etkileri incelenebilmektedir. Buna ek olarak, alg üremesi ve solunumunun etkisiyle çözülmüş oksijen konsantrasyonunun gün içindeki değişimi de simüle edilebilmektedir. Ancak, QUAL2E, dinamik değişimin etkilerini, bir başka deyişle zamana göre değişen nehir debisini ve kirletici deşarjını simüle edememektedir (Brown ve Barnwell, 1987; EPA, 1995).

Noktasal Kirlilik Kaynakları

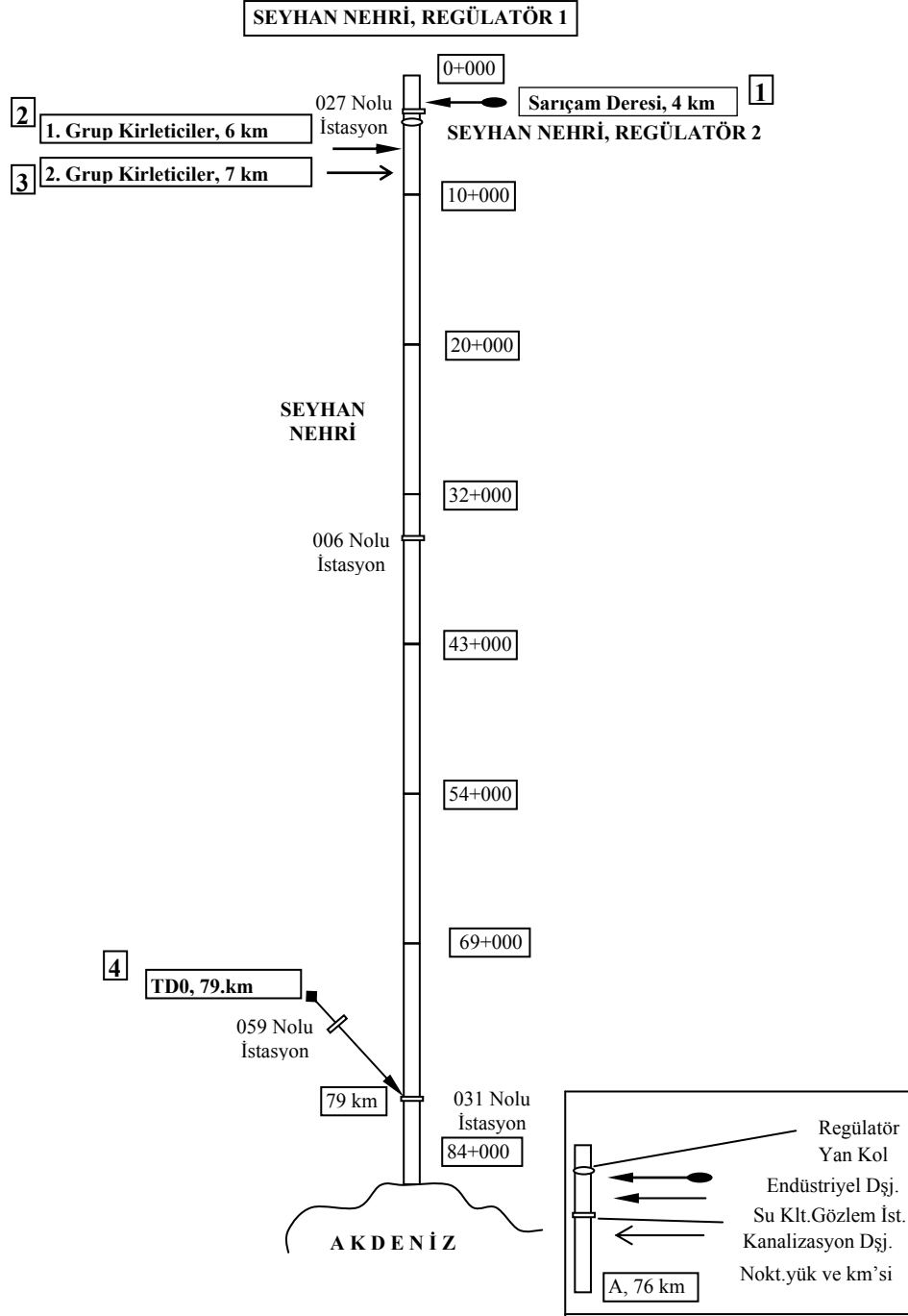
Çalışmada Aşağı Seyhan Nehri'ne giriş yapan kirliliklerin evsel, endüstriyel ve tarımsal özellikteki noktasal kaynaklar olduğu ve bu kirletici kay-nakların nehre dört farklı noktadan deşarj edildiği görülmüştür (Şekil 2).

Adana ili dahilindeki endüstrilerden %60'ı atıksularını kanalizasyon şebekesine vermekte, %40'ı ise DSI'nin drenaj kanallarına ve Aşağı Seyhan Nehri'ne deşarj etmektedir (Su Yapı, 1993). Havzada, son yıllarda arıtma tesislerini faaliyete geçiren endüstri sayısının artması, alıcı ortamlara gelen endüstriyel atıksu kirliliğini azaltmaya başlamıştır. Ayrıca inşası devam eden Adana kenti evsel atıksu arıtma tesislerinin işletmeye geçmesi ile evsel nitelikli atıksuların etkisinin de oldukça azalacağı düşünülmektedir.

Aşağı Seyhan Nehri'ne giriş yapan noktasal kaynaklar sırasıyla; 4.km'de ilk noktasal kirlilik kaynağı olan Adana şehrinin doğu kısmındaki bir çok endüstrinin atıksularını taşıyan Sarıçam Deresi'dir. Nehrin 6. km'sinde ise 1. Grup olarak adlandırılan kirleticiler, birbirlerine yakın noktalardan deşarj edildikleri için tek bir noktasal kaynak olarak düşünülmüştür. Bu gruptaki atıksuyun özelliği, farklı endüstrilerin atıksularını içermesi olup kirletici konsantrasyonu oldukça yüksek olan bir atıksudur.

2. Grup olarak belirlenen kirlilik kaynağı ise şehrin Aşağı Seyhan Nehri'nin doğusunda (sol Sahil) kalan kısmına ait bölümünün evsel atıksuları ile birçok endüstrinin arıtılmış atıksularını içeren kanalizasyon sistemidir. Nehre 7. km'de giriş yapmaktadır.

Nehre en son deşarj ise Aşağı Seyhan Nehri'nin batı kısmındaki tüm evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuları toplayarak gelen ve nehre yaklaşık 79. km'sinde giriş yapan TD0 drenaj kanaludur. Aşağı Seyhan Nehri'ni taşkınlardan koruma amaçlı olarak



Şekil 2. Aşağı Seyhan Nehri şematik görünümü

yapılan seddelerin bulunması, tarımsal nitelikli kirliliklerin, nehre yüzey akışı ile gelmesini önlemektedir. Bu nedenle tarımsal kökenli tüm kirlenmeler drenaj kanalları tarafından taşınarak en son TD0 kanalı ile nehre giriş yapmaktadır.

Noktasal kaynaklara ait kirlilik değerleri, bu kaynakların nehre deşarj edildikleri noktalardan alınan numunelerin analizleri ve Su Yapı (1991) tarafından yapılan "Adana Eysel Atıksu Arıtma Tesisi, Fizibilite Raporu" sonuçların ortalamalarından elde edilen değerlerle belirlenmiştir (Tablo 1).

Numunelerin analizleri Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Modelleme Çalışmaları

QUAL2E modelinin Aşağı Seyhan Nehri'ne uygulanması sırasında takip edilen yöntem aşağıdaki gibidir:

Aşağı Seyhan Nehri Su Kalitesi Değişiminin Qual2E Modeli ile İncelenmesi

Tablo 1. Nehre Giriş Yapan Noktasal Kaynakların Kirlilik Konsantrasyonları (Su Yapı, 1991)

Kirlilik Kaynakları	Deşarj Noktaları	Debi (m ³ /sn)	Sıcaklık (°C)	BOİ ₅ (mg/L)	Org-N (mg/L)	NH ₃ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	Org-P (mg/L)	PO ₄ -P (mg/L)
Sarıçam Deresi	Aşağı Seyhan Nehri (4.km)	0,75	23	110	4,7	4,6	0,22	3	0,2	0,3
1.Kirletici Grubu	Aşağı Seyhan Nehri (6.km)	0,1	24	720	100	165	-	-	-	-
2.Kirletici Grubu	Aşağı Seyhan Nehri (7.km)	1	24	200	10	15	-	-	1	3
TD0	Aşağı Seyhan Nehri (79.km)	21	23	55	0,5	3,5	0,3	2	0,1	0,5

- Sistemin hidrolojik ve meteorolojik durumları dikkate alınarak simülasyonun yapılacağı iki akım dönemi belirlenmiştir,
- Nehrin bölümleri ve hesaplama elemanları oluşturularak bu bölümlerdeki hidrolik katsayılar hesap edilmiştir,
- Model, ilk kalibrasyonda belirlenmiş sabit sayılar ve hesaplanan katsayılarla kalibre edilmiş ve diğer yıllardaki su kalite gözlem verileriyle bu katsayıların doğrulanması yapılmıştır.

Modelin Aşağı Seyhan Nehri'ne uygulanması için nehir, nehrin en kesitleri, taban eğimleri ve hidrolik özellikleri dikkate alınarak, Şekil 2'deki gibi birbirini takip eden 7 adet bölüme ayrılmıştır. Bu bölümlere ait hidrolik özelliklerin hesabı için modelde kullanılan hidrolik veriler DSI'den elde edilmiştir.

Reaksiyon Sabitleri ve Katsayılar

Çalışmada modelin kalibrasyonu, maksimum ve minimum debiler için 1998 yılı su kalite gözlem verileri ile yapılmış ve bu kalibrasyonda elde edilen katsayılar, 1999-2000 yılı verileri ile de doğru-lanmış. Kalibrasyon sonucu elde edilen sabit ve katsayılar Tablo 2'de verilmiştir. Bu değerler literatürde tavsiye edilen aralıklar içerisinde (Brown ve Barnwell, 1987; Onur ve diğ., 1999).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada QUAL2E, bölgenin sulama dönemleri ve yağış durumları göz önüne alınarak, maksimum ve minimum akım durumları için simüle edilmiştir. 1998 ve 2000 yılları arasında nehrin maksimum 242 m³/sn, minimum 10 m³/sn debilerde aktığı belirlenmiştir. 1998, 1999 ve 2000 yılı verileri ile çalıştırılan modelin sonuçlarına

göre nehrin ÇO, BOİ₅, konsantrasyonu değişim grafikleri Şekil 3 ve 4'deki gibidir. Çalışmada modelin 1998 yılı verileri ile çalıştırılmasından elde edilen konsantrasyon değişimlerinin 1999 ve 2000 yılı değişimleri ile uyum sağladığı görülmüştür. Bunun sonucu olarak modelde kullanılan reaksiyon hız katsayılarının ve sabitlerinin, Aşağı Seyhan Nehri için uygun olduğu belirlenerek modelin doğruluğu ispatlanmıştır.

Genel olarak nehir suları akımın yüksek, sıcaklığın ise düşük olduğu yağışlı mevsimlerde iyi kalitede olmaktadır (Chapra, 1997; Uslu ve Türkman, 1987). Bu çalışmada da Aşağı Seyhan Nehri su kalitesinin, debinin maksimum olduğu yağışlı dönemlerde her üç yıl için de noktasal kirlilik kaynaklarından fazla etkilenmediği ve su kalitesinin Su Kalite Kontrol Yönetmeliği'ne göre genel olarak I veya II. Sınıf olduğunu ortaya koymuştur. Nehir suyu kalitesi, en fazla 1. ve 2. Grup kirleticilerin giriş yaptığı noktalarda değişim göstermektedir. Ancak bu değişimlerin nehir suyu kalitesinin bu dönemlerde önemli ölçüde etkilemediği belirlenmiştir (Şekil 3).

Minimum debi ele alındığında ise noktasal kaynakların nehir suyu kalitesini ÇO ve BOİ₅ konsantrasyonları açısından oldukça etkilediği görülmüştür. Nehir suyu, noktasal kaynakların girişinden sonra bu parametreler yönünden IV. Sınıf kaliteye kadar düşmüştür (Şekil 3). Barajdan çıkan suyun 1. Regülatörde sulama kanallarına verilmesi ile nehir suyu debisinin azalmasının yanı sıra su sıcaklığının da yüksek olması bu olumsuz etkilenmenin en önemli sebepleri olarak tahmin edilmektedir. NH₃-N ve Çöz-P parametreleri incelendiğinde ise 1. ve 2. grup kirleticilerin yanında TD0 drenaj

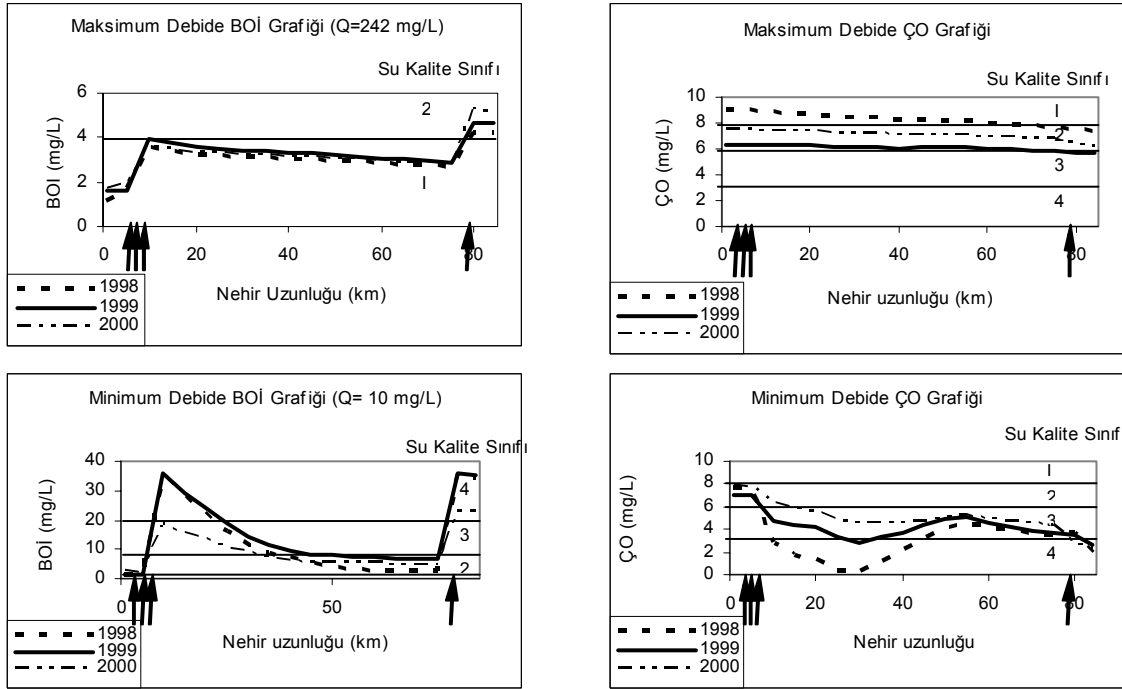
kanalının da su kalitesinin düşmesinde etkili olduğu görülmüştür (Şekil 4.). Özellikle minimum akım dönemlerinde nehir suyunun Akdeniz'e ulaştığı noktalarda bu parametreler bakımından sırasıyla III. ve IV. Sınıf kaliteye düşmüştür. Şekil

4'deki grafiklerde görüldüğü gibi TD0'ın bu parametrelerin konsantrasyonunu her iki akım döneminde de önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir. Bu duruma sebep olarak, TD0 kanalı ile taşınan

Tablo 2. Aşağı Seyhan Nehri için QUAL2E'de kullanılan katsayı ve sabitler

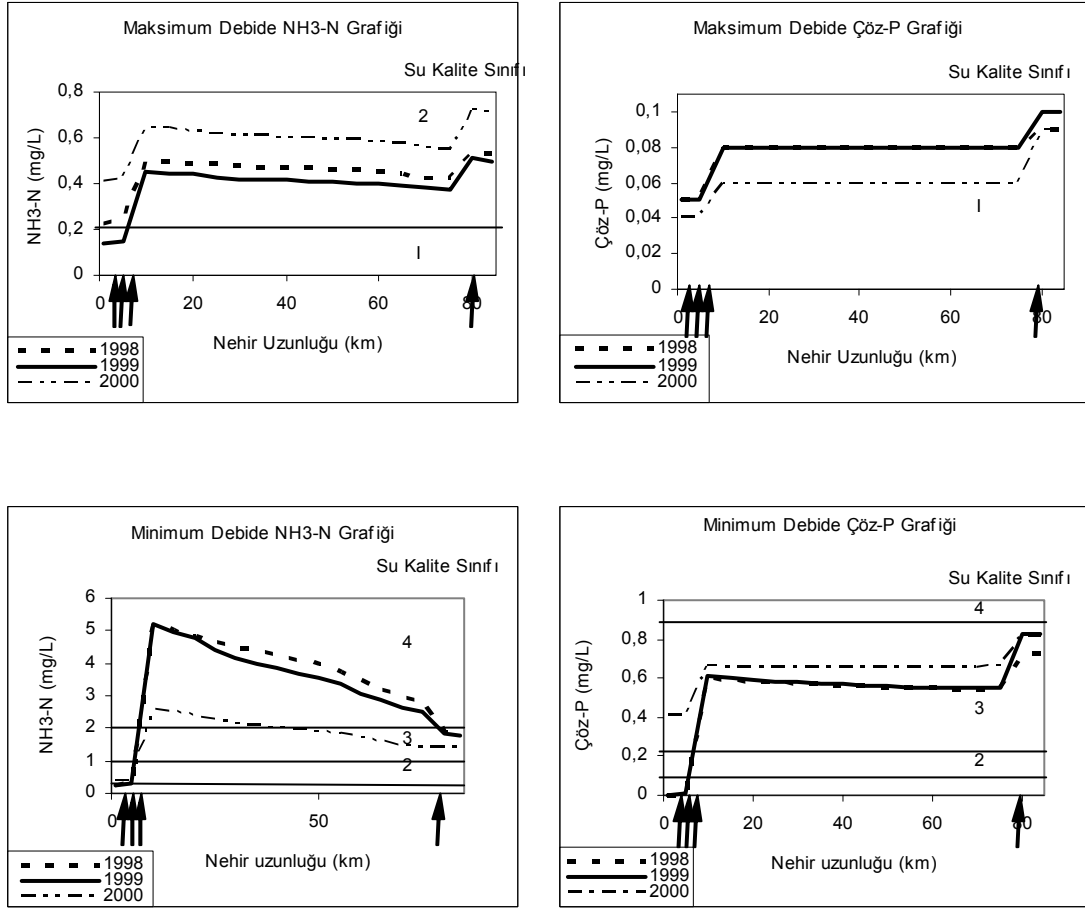
Sabitler ve Katsayılar	Sembol	Birim	Modelde Kullanılan Değerler
Dispersiyon Sabiti	K	m^2s^{-1}	22-286
Manning pürüzlülük katsayısı	N	-	0,034
Hız çarpanı	a	-	0,12-0,29
Hız Üs değeri	b	-	0,27-0,32
Derinlik çarpanı	α	-	0,42-0,67
Derinlik üs değeri	β	-	0,35-0,42
Oksijen tüketim hızı (Karbonlu maddeler)	K_1	$gün^{-1}$	0,23-0,35
Havalandırma Hız Sabiti	$(K_2)^*$	$gün^{-1}$	$K_2^{20}=5,026\bar{u}^{0,969}d^{-1,673}x2,31$
Çökelden Kaynaklanan BOİ kayıp hızı	K_3	$gün^{-1}$	0-1,5
Oksijen Tüketim Hızı (Sediment)	K_4	$gO_2/m^2-gün$	0,7-1
NH_3 'ün NO_2 'e dönüşüm hızı	β_1	$gün^{-1}$	0,1-0,2
NO_2 'ün NO_3 'e dönüşüm hızı	β_2	$gün^{-1}$	1-2
Org-P'nin PO_4 -P'ye dönüşüm hızı	β_4	$gün^{-1}$	0,1
Organik fosforun çökeltme hızı	σ_5	$gün^{-1}$	0,05
Bentik Organizmaların Çöz-P hızı	σ_2	$mg/m^2-gün$	0,01
Klorofil-a konsantrasyonunun Alg konsantrasyonuna Oranı	α_0	$ug\ klf-a/mg\ alg$	50
Alg Çökme Hızı	σ_1	$m/gün$	0,01

* \bar{u} : Nehirdeki Ortalama Hız, d: Nehrin Ortalama Derinliği



Şekil 3. Aşağı Seyhan Nehri'nde ÇO ve BOİ₅ konsantrasyonu değişimi

Aşağı Seyhan Nehri Su Kalitesi Değişiminin Qual2E Modeli ile İncelenmesi



Şekil 4. Aşağı Seyhan Nehri'nde NH₃-N ve Çöz-P konsantrasyonu değişimi

besi maddesi miktarının yaz aylarında yapılan tarımsal sulamalar nedeniyle fazla olması gösterilebilir. Tarımsal sulamanın dışında evsel ve endüstriyel atıksuları da taşıması, TD0 kanalının kirlilik yükünün yüksek değerlerde olduğunu göstermektedir.

Modelleme sonucunda her üç yılda, minimum ve maksimum debilerde, Aşağı Seyhan Nehri aracılığı ile Akdeniz'e taşınan kirlilik miktarları Tablo 3'de verilmektedir.

Tablo 3. 1998, 1999 ve 2000 yıllarında Aşağı Seyhan Nehri'nden Akdeniz'e verilen yıllık kirlilik miktarı (t/yıl)

	1998	1999	2000
BOİ ₅	21147	22828	23110
NH ₃ -N	2284	2154	2887
Çöz-P	371	410	399

SONUÇLAR

Aşağı Seyhan Nehri, çalışmada belirtilen yıllar içerisinde nehre deşarj edilen noktasal kirlenmeler nedeniyle kirlilik problemiyle karşı karşıya kalmıştır. ÇO ve BOİ₅ konsantrasyonlarındaki

olumsuz değişimlerde evsel ve endüstriyel kirlenmelerin daha etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu değişimlerin nehir debisinin minimum değerlerde olduğu dönemlerde daha belirgin bir şekilde ortaya çıktığı görülmüştür. Bu dönemlerde nehir suyu kalitesi "Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği"ne göre 4. Sınıf değerlere kadar azalmıştır.

Besi maddesi yönünden zengin olan TD0 kanalının ise nehrin son bölümünde etkili olduğu ve NH₃-N ve Çöz-P parametreleri bakımından maksimum akımda nehir suyunu 2. Sınıf kaliteye, minimum akım dönemlerinde ise 4. Sınıf kaliteye kadar düşürdüğü belirlenmiştir.

Bu çalışma ile QUAL2E modelinin Aşağı Seyhan Nehri'nin değişik kirlilik yükleri altındaki davranışlarının incelenmesinde uygun bir model olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca Aşağı Seyhan Nehri'nin gelecekte karşılaşılabileceği olası bir kirlilik problemi durumunun belirlenmesinde ve problemlerin giderilmesinde gerekli önlemlerin alınmasında yardımcı bir araç olarak kullanımının uygun olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aslan, G., Tumbat, G., Soyupak, S. ve Yurteri, C., (1999). Aşağı Seyhan Havzasında Besin Maddesi Taşınımı, *Journal of Engineering and Environmental Sciences*, TÜBİTAK, **23**, 261-271.
- Brown, L.C. ve Barnwell, T.O. (1987). The Enhanced Stream Water Quality Models QUAL2E And QUAL2E-UNCAS: Documentation and User Manual, U.S. Environmental Protection Agency, Athens, Georgia.
- Chapra, S.C. (1997). Surface Water-Quality Modeling, McGraw-Hill International Edition, 843p.
- Chaudhury, R.R., Sobrinho, J.A.H., Wright, R.M. ve Sreenivas, M., (1998). Dissolved Oxygen Modeling of The Blackstone River (Northeastern United States), *Water Research*, **32**(8),2400-2412.
- DSİ (1980). Aşağı Seyhan Havzası Master Planı
- EPA (1995). QUAL2E Windows Interface User's Guide, EPA/823/B/95/003, US.
- Ghosh, N.C. ve McBean, E.A. (1998). Water Quality Modeling of The Kali River, India, *Water, Air and Soil Pollution*, 102, 91-103.
- Ning, S.K., Chang, N., Yang, L., Chen, H.W. ve Hsu, H.Y. (2001). Assessing Pollution Prevention Program by QUAL2E Simulation Analysis for The Kao-Ping River Basin, Taiwan, *Journal of Environmental Management*, 61, 61-76.
- Onur, A.K. (1996). Behaviour of the Lower Seyhan River under Different Pollution Control Strategies, *Yüksek Lisans Tezi*, ODTÜ, Ankara.
- Onur, A.K., Ekemen, E., Soyupak, S. ve Yurteri, C. (1999). Management Strategies for the Lower Seyhan Catchment, *Water Science and Technology*, **40**(10), 177-184.
- Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği (1988). Resmi Gazete, Sayı 19919.
- Su Yapı (1993). Wastewater Treatment Plant-Adana, Feasibility Study, Vol 1,2.
- Uslu, O. ve Türkman, A. (1987). Su Kirliliği ve Kontrolü, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, 365 s.