

ARITMA TESİSLERİNİN OPTİMİZASYONU İÇİN LINEAR PROGRAMLAMA

S. Serkan NAS

Yrd. Doç. Dr.

KTÜ GMF İnşaat Müh. Böl.

Gümüşhane, Türkiye

ÖZET

Teknolojik gelişmelerin paralelinde artan kirlilik ve azalan su kaynakları, yönetimleri kirliliğin tespiti, giderilmesi ve kaynakların iyileştirilmesi yönünde ciddi önlemler almaya yönlendirmektedir. Başlangıcını, kirleticilerin meydana getirdiği kirlilik miktarının tespitinin oluşturduğu bu sistemler, arıtma tesislerinin çeşitliliği, çevresel ve ekonomik şartlarla daha da karmaşık bir hal alabilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalar günümüzde de hızından hiçbir şey kaybetmeden devam edilmektedir. Ülkemizde ve diğer ülkelerde deşarj standartlarının belirlenmiş olması, kontrol mekanizmalarının çalıştırılabilmesi ve toplumsal olarak çevresel bilincin artması kısa vadede olmasa da umut verici gelişmeler olarak karşımıza çıkmaktadır.

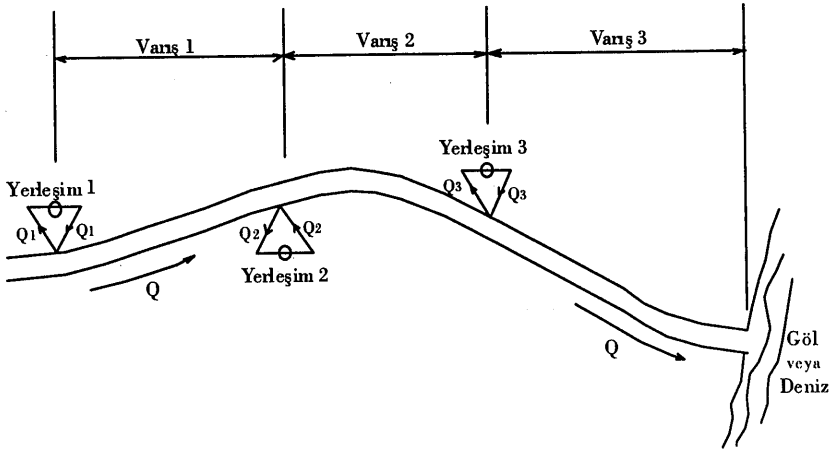
Bu çalışmada, sag eğrisinin hesap esasları ve yapılan kabuller (sınır şartları) doğrultusunda nehre bir veya birden fazla noktadan deşarj edilen atık suların arıtılacağı arıtma tesislerinin optimizasyonunu sağlayan bir lineer programlama verilmektedir.

AMAÇ

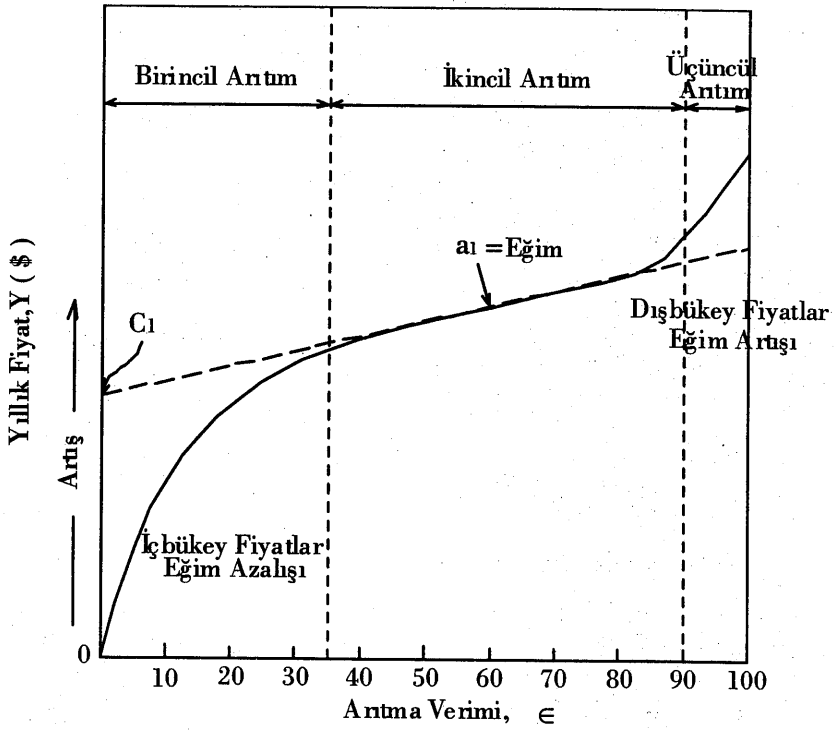
Yöntem ve Çalışmanın Amacı:

Revelle, Loucks ve Lynn (1967), tarafından geliştirilen bu yöntem, nehrin özelliklerinin (debisi, yerleşimler arası uzaklıklar, çözünmüş oksijen değeri, doygunluk değeri, müsaade edilen oksijen eksikliği, BOI (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı) konsantrasyonu, vb.) ve atık suyun özelliklerinin (BOI konsantrasyonu, debisi vb.) bilinmesi durumunda aşağıdaki formülasyonlar ve sınır şartlarıyla, yapımı düşünülen arıtma tesislerinin yer ve maliyetlerinin optimizasyonunu sağlamaktadır.

Çalışmanın amacı, alıcı ortamın (nehir) ve deşarj edilen atık suların nitelik ve niceliklerindeki değişimlerle (Berkün 1976, Berkün 1996), oksijen eksikliklerinin Sag eğrisiyle hesaplandığı (Li 1962), sınır şartlarının Camp ve Dobbins formülasyonlarına uygulanabildiği (Camp 1965, Dobbins 1964), nehir sistemine karışan sınırsız karışımların oluşturduğu konfigürasyonların kolayca ve çok kısa bir sürede hesaplanabildiği yöntemin lineer programlamanın oluşturulması ve koşturulmasıdır.



Şekil 1. Varsayılan Nehir Havzasının Şematik Gösterimi (N = 3 için)



Şekil 2. Tipik Fiyat Eğrisi

L_s : Atık su ile karıştıktan sonra s. varış noktasının başlangıcında nehrin BOI konsantrasyonu(mg/lt)

F_s : s.varış noktasının sonundaki BOI konsantrasyonu (mg/lt)

Dx_1 : s.varış noktasının ortasındaki O_2 eksikliği(mg/lt)

E_s : s.varış noktasının sonundaki O_2 eksikliği(mg/lt)

ϵ_s : Aritma verimi

a_s : Nehirde BOI giderimi için fiyat eğrisinin lineer kısmının eğimi

c_s : Nehirde BOI giderimi için fiyat eğrisinin lineer kısmının düşey eksenini

kestiği değer

P_s : Tesisin giriş BOI konsantrasyonu(mg/l)

M_s : Tesisin ıkış BOI konsantrasyonu(mg/l)

E_{s-1} : s. varış noktasının hemen öncesinde nehrin oksijen eksikliği(mg/l)

F_{s-1} : s. varış noktasının hemen öncesinde nehirdeki BOI konsantrasyonu(mg/l)

Q_s : Atık suyun (deşari) debisi ($m^3/gn$)

T_s : Atık suyun oksijen eksikliği(mg/l)

Q : Nehrin debisi($m^3/gn$)

D_s : Atık su ile karıştıktan sonra s.varış noktasının başlangıcında nehrin O_2 eksikliği (mg/ l)

Y_s : Fiyat fonksiyonu

k_s : Biyooksidasyon hız sabiti($gn^{-1}$)

r_s : Reaerasyon(yeniden havalanma) hız sabiti($gn^{-1}$) = k_2

X_I : s.varış noktasına olan uzaklığın yarısı için geçen süre(gün)

X_{II} : s.varış noktasının uzaklığı için geçen süre(gün)

D_A^s : s.varış noktasının müsaade edilebilen O_2 eksikliği (mg/l)

C_s : O_2 'nin doygunluk konsantrasyonu (mg/l)

n : Nehirdeki yerleşim sayısı

s : Nehirde hesaplamaların yapıldığı noktayı ifade eden rakamı

göstermek üzere aşağıdaki bağıntılar kullanılarak optimizasyon için gerekli sonuçlara ulaşılır.

////////

Optimizasyon İçin Kullanılan Bağıntılar:

$$\sum_{s=1}^n a_s \varepsilon_s \quad (1)$$

$$\varepsilon_s + \frac{1}{P_s} M_s = 1 \quad (s = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (2)$$

$$Q.D_s - (Q - Q_s).E_{s-1} = T_s Q_s \quad (s = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (3)$$

$$Q.L_s - Q_s.M_s - (Q - Q_s).F_{s-1} = 0 \quad (s = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (4)$$

$$\phi_s^p . L_s + (e^{-r_s . t_s^p}).D_s \leq D_A^s \quad (s = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (p = I, II, III, \dots, N_s) \quad (5)$$

$$\phi_s^p = \phi_1^I = \alpha_1 = \frac{k_1}{r_1 - k_1} . (e^{-k_1 . X_1} - e^{-r_1 . X_1}) \quad (s=1) \quad (p=I) \quad (6)$$

$$\phi_s^p = \phi_2^{II} = \beta_{II} = \frac{k_2}{r_2 - k_2} . (e^{-k_2 . Y_{II}} - e^{-r_2 . Y_{II}}) \quad (s=2) \quad (p=II) \quad (7)$$

$$\phi_s^p = \phi_3^{III} = \gamma_{III} = \frac{k_3}{r_3 - k_3} . (e^{-k_3 . Z_{III}} - e^{-r_3 . Z_{III}}) \quad (s=3) \quad (p=III) \quad (8)$$

$$t_s^p = t_1^I = X_1 \quad (s=1) \quad (p=I) \quad (9)$$

$$t_s^p = t_2^{II} = Y_{II} \quad (s=2) \quad (p=II) \quad (10)$$

$$t_s^p = t_3^{III} = Z_{III} \quad (s=3) \quad (p=III) \quad (11)$$

$$E_s - \phi_s^p . L_s - (e^{-r_s . t_s^p}) . D_s = 0 \quad (s = 1, 2, 3, \dots, n-1) \quad (p = N_s) \quad (12)$$

$$D_s \leq D_A^s \quad (13)$$

$$F_s - (e^{-r_s . t_s^p}) . L_s = 0 \quad (s = 1, 2, 3, \dots, n-1) \quad (p = N_s) \quad (14)$$

u_0 = I noktasındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu (mg/lt)
(Yerleşim1'den arıtılmadan gelen)

u_1 = I noktasındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki değişimi (mg/lt)
(Yerleşim 1'den belirli bir oranda artırılarak gelen)

s_0 = II noktasındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonunu (mg/lt) (Yerleşim 1
veya 2'den

arıtılmadan gelen)

s_1 = II noktasındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki değişim (mg/lt)
(Yerleşim1' den arıtılmadan gelen)

s_2 = II noktasındaki çözünmüş oksijen konsantrasyonundaki değişim (mg/lt)
(Yerleşim2' den arıtılmadan gelen)

ε_1 : 1. arıtma tesisi için arıtma verimi

ε_2 : 2. arıtma tesisi için arıtma verimi

a_1 : Nehirde BOİ giderimi için fiyat eğrisinin lineer kısmının eğimi (Yerleşim
1 için)

a_2 : Nehirde BOİ giderimi için fiyat eğrisinin lineer kısmının eğimi (Yerleşim 2
için)

c_1 : Nehirde BOİ giderimi için fiyat eğrisinin lineer kısmının düşey eksen

kestiği değer

(Yerleşim 1 için)

c_2 : Nehirde BOİ giderimi için fiyat eğrisinin lineer kısmının düşey eksenini kestiği değer

(Yerleşim 2 için) göstermek üzere aşağıdaki sınır şartları yazılabilir:

Optimizasyon İçin Sınır Şartları :

$$\text{Minimum Toplam Fiyat} = \text{Minimum } (a_1 \cdot \varepsilon_1 + a_2 \cdot \varepsilon_2) \quad (15)$$

$$u_0 + u_1 \cdot \varepsilon_1 \geq 6 \quad (16)$$

$$s_0 + s_1 \cdot \varepsilon_1 + s_2 \cdot \varepsilon_2 \geq 4 \quad (17)$$

$$\varepsilon_1 \geq 0 \quad (18)$$

$$\varepsilon_2 \geq 35 \quad (19)$$

$$\varepsilon_1 \leq 100 \quad (20)$$

$$\varepsilon_2 \leq 100 \quad (21)$$

Bu sınır şartlarının uygulanması ve sonuçların görünebilmesi adına $u_0 = 1$ mg/lt, $u_1 = 0,1$ mg/lt, $s_0 = 2$ mg/lt, $s_1 = 0,02$ mg/lt, $s_2 = 0,02$ mg/lt alınarak hesaplamalar yapılırsa;

$$u_0 + u_1 \cdot \varepsilon_1 \geq 6 \rightarrow 1 + 0,1 \cdot \varepsilon_1 \geq 6 \rightarrow 0,1 \cdot \varepsilon_1 \geq 5 \rightarrow \varepsilon_1 \geq 50$$

$$s_0 + s_1 \cdot \varepsilon_1 + s_2 \cdot \varepsilon_2 \geq 4 \rightarrow 2 + 0,02 \cdot \varepsilon_1 + 0,02 \cdot \varepsilon_2 \geq 4 \rightarrow 0,02 \cdot \varepsilon_1 + 0,02 \cdot \varepsilon_2 \geq 2$$

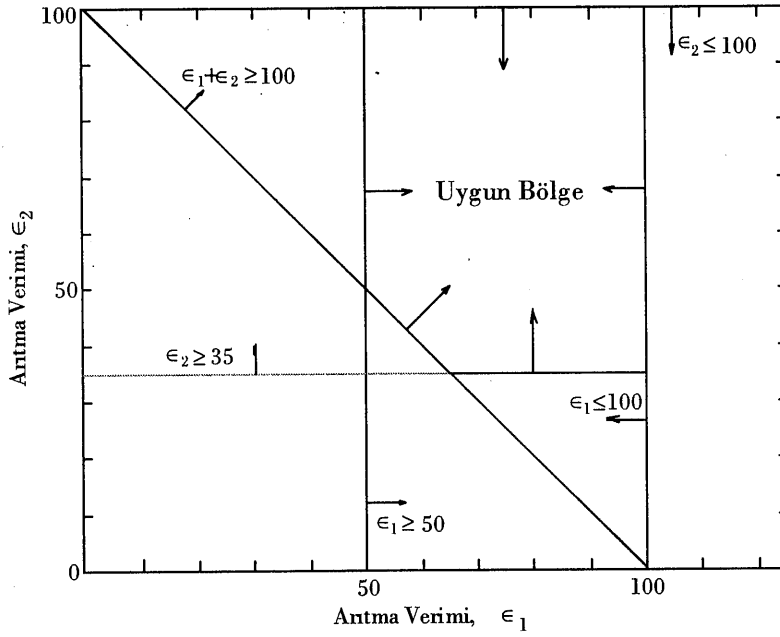
$$\rightarrow \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \geq 100$$

$$\varepsilon_2 \geq 35$$

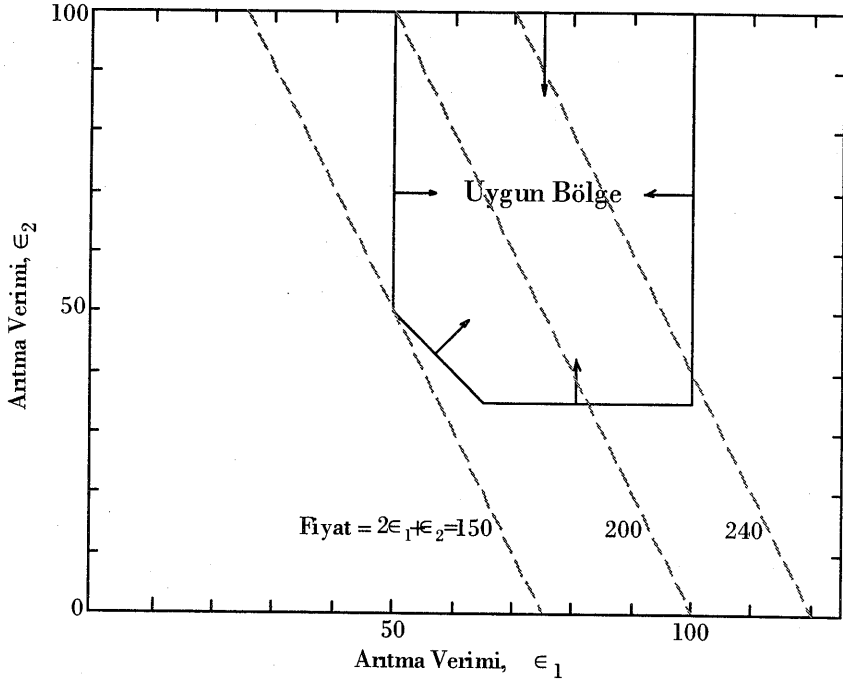
$$\epsilon_1 \leq 100$$

$$\epsilon_2 \leq 100$$

sınır şartları bulunur. Sınır şartlarının ve bu sınır şartlarının fiyat fonksiyonları ve eğrisiyle olan ilişkileri, şekiller (Şekil 3-4) ve fortran programları ile aşağıda verilmektedir.



Şekil 3. Sınır Şartlarının Grafiks gösterimi



Şekil 4. Uygun bölge ve hedeflenen fiyat fonksiyonunun grafiksel gösterimi

C **

C * SU KALİTESİ KONTROLU İÇİN ARITMA TESİSLERİNİN

C * OPTİMİZASYONU (N=3 İÇİN)

C * *

C *****

C XL1 : ATIK SU İLE KARIŞTIKTAN SONRA 1. VARİŞ
NOKTASININ

C BAŞLANGICINDANEHRİN BOİ KONSANTRASYONU(mg/lt)

C F1 :1.VARIŞ NOKTASININ SONUNDAKİ BOİ(mg/lt)

C DXI:1.VARIŞ NOKTASININ ORTASINDAKİ O2 EKSİKLİĞİ(mg/lt)

C E1 :1.VARIŞ NOKTASININ SONUNDAKİ O2 EKSİKLİĞİ(mg/lt)

C ES1:ARITMA VERİMİ

C A1 :NEHİRDE BOİ GİDERİMİ İÇİN FIAT EĞRİSİNİN LINEER KISMININ EĞİMİ

C C1 :NEHİRDE BOİ GİDERİMİ İÇİN FIAT EĞRİSİNİN LINEER KISMININ DÜŞEY

C EKSENİ KESTİĞİ DEĞER

C P1 :TESİSİN GİRİŞ BOİ KONSANTRASYONU(mg/lt)

C XM1 :TESİSİN ÇIKIŞ BOİ KONSANTRASYONU(mg/lt)

C E0 : 1. VARIŞ NOKTASININ HEMEN ÖNCESİNDE NEHRİN OKSİJEN

C EKSİKLİĞİ(mg/lt)

C F0 : 1. VARIŞ NOKTASININ HEMEN ÖNCESİNDE NEHİRDEKİ BOİ

C KONSANTRASYONU(mg/lt)

C Q1 :ATIK SUYUN(DEŞARJ) DEBİSİ(m³/gün)

C T1 :ATIK SUYUN OKSİJEN EKSİKLİĞİ(mg/lt)

C Q :NEHRİN DEBİSİ(m³/gün)

C D1 : ATIK SU İLE KARIŞTIKTAN SONRA 1. VARIŞ
NOKTASININ

C BAŞLANGICINDA NEHRİN O2 EKSİKLİĞİ(mg/lt)

C Y1 :FİYAT FONKSİYONU

C XK1:BİYOOKSİDASYON HIZ SABİTİ(1/gün)

C R1 :REAERASYON(YENİDEN HAVALANMA) HIZ SABİTİ(1/gün)

C XI :1.VARIŞ NOKTASINA OLAN UZAKLIĞIN YARISI İÇİN GEÇEN
SÜRE(gün)

C XII:1.VARIŞ NOKTASININ UZAKLIĞI İÇİN GEÇEN SÜRE(gün)

C DA :MÜSADE EDİLEBİLEN O2 EKSİKLİĞİ(mg/lt)

C Cs :O2'NİN DOYGUNLUK KONSANTRASYONU(mg/lt)

DIMENSION XK1(50),R1(50),XI(50),A1(50),C1(50),Q1(50),P1(50),T1(50)

DIMENSION XII(50),XL1(50)

DIMENSION

D1(50),XM1(50),DXI(50),E1(50),F1(50),ES1(50),TOP1(50),TOP(50), & C(50)

OPEN(UNIT=5,FILE='SER.DAT',STATUS='OLD')

OPEN(UNIT=6,FILE='SER.SON',STATUS='OLD')

E0=0.5

F0=1

DO 10 I=1,3

READ(5,*)XK1(I),R1(I),XI(I),A1(I),C1(I),Q1(I),P1(I),T1(I),Q,XII(I),XL1(I)

WRITE(6,23)XK1(I),R1(I),XI(I),A1(I),C1(I),Q1(I),P1(I),T1(I),Q,XII(I),XL1(I)

$D1(I) = (E0 * (Q - Q1(I)) + T1(I) * Q1(I)) / Q$

$XM1(I) = (XL1(I) * Q - F0 * (Q - Q1(I))) / Q1(I)$

$DXI(I) = (XK1(I) * (EXP(-XK1(I) * XI(I)) - EXP(-R1(I) * XI(I))) * XL1(I)) / (R1(I) - XK1(I)) +$
& $D1(I) * EXP(-R1(I) * XI(I))$

$E1(I) = (XK1(I) * (EXP(-XK1(I) * XII(I)) - EXP(-R1(I) * XII(I))) * XL1(I)) / (R1(I) - XK1(I)) +$
& $D1(I) * EXP(-R1(I) * XII(I))$

$F1(I) = XL1(I) * EXP(-XK1(I) * XII(I))$

$ES1(I) = (P1(I) - XM1(I)) / P1(I)$

IF(I.EQ.1) GOTO 30

GOTO 32

30 WRITE(6,15)

GOTO 35

32 IF(I.EQ.2) GOTO 33

GOTO 34

33 WRITE(6,16)

GOTO 35

34 WRITE(6,17)

```
35 WRITE(6,11)XL1(I),F1(I),D1(I),DXI(I),E1(I),ES1(I),XM1(I)

E0=E1(I)

F0=F1(I)

10 CONTINUE

TOP(I)=0

DO 20 I=1,3

TOP1(I)=TOP(I)+A1(I)*ES1(I)

TOP(I)=TOP1(I)

IF(I.EQ.1) GOTO 41

GOTO 36

41 WRITE(6,18)

GOTO 40

36 IF(I.EQ.2) GOTO 37

GOTO 38

37 WRITE(6,19)

GOTO 40

38 WRITE(6,21)

40 WRITE(6,12) TOP(I)

20 CONTINUE
```

C(I)=C1(1)+C1(2)+C1(3)

WRITE(6,22)

WRITE(6,13) C(I)

TOPLAM=TOP1(1)+TOP1(2)+TOP1(3)+C(I)

WRITE(6,14) TOPLAM

11 FORMAT(15X,'XL(I)=' ,F11.3/15X,'F(I) =' ,F11.3/15X,'D(I)
=' ,F11.3/15X,'DX(I)=' ,

& F11.3/15X,'E(I)=' ,F11.3/15X,'ES(I)=' ,F11.3/15X,'XM(I)=' ,F11.3/

12 FORMAT(15X,'A1*ES1 =' ,F11.3/)

13 FORMAT(/15X,'C(I) =' ,F11.3/)

14 FORMAT(/15X,'TOPLAM(\$)=' ,F11.3)

15 FORMAT(/15X,'1.VARIŞ NOKTASI İÇİN İLGİLİ DEĞERLER'/)

16 FORMAT(/15X,'2.VARIŞ NOKTASI İÇİN İLGİLİ DEĞERLER'/)

17 FORMAT(/15X,'3.VARIŞ NOKTASI İÇİN İLGİLİ DEĞERLER'/)

18 FORMAT(/15X,'BOİ GİDERİMİNİN (%ES1) FİYATI'/)

19 FORMAT(/15X,'BOİ GİDERİMİNİN (%ES2) FİYATI'/)

21 FORMAT(/15X,'BOİ GİDERİMİNİN (%ES3) FİYATI'/)

22 FORMAT(/15X,'C DEĞERLERİNİN TOPLAMI')

23 FORMAT(/7X,'XK1(I)=' ,F10.3/7X,'R1(I)=' ,F11.3/7X,'XI(I)=' ,F11.3/

&7X,'A1(I)=' ,F11.3/7X,'C1(I)=' ,F11.3/7X,'Q1(I)=' ,F11.3/7X,'P1(I)=' ,F11.3/7X,

&'T1(I)='F11.3/7X,'Q='F15.3/7X,'XII(I)='F10.3/7, X,'XL1(I)='F10.3)

STOP

END

C ALFAI=XK1(1)*XL1(1)*(EXP(-XK1(1)*XI(1)))

C ALFAII=XK1(1)*XL1(1)*(EXP(-XK1(1)*XI(2)))

C DAA1=ALFAXL1+D1(1)*EXP(-R1(1)*XI(1))

C DAA2=ALFAXL1+D1(1)*EXP(-R1(1)*XI(2))

C IF(DAA1.LE.DA) AND IF(DAA2.LE.DA) GOTO 55

C GOTO 56

C 55 BETAI=XK1(2)*XL1(2)*(EXP(-XK1(2)*YI(1)))

C BETAII=XK1(2)*XL1(2)*(EXP(-XK1(2)*YI(2)))

C DBB1=BETAXL2+D1(2)*EXP(-R1(2)*YI(1))

C DBB2=BETAXL2+D1(2)*EXP(-R1(2)*YI(2))

C IF(DBB1.LE.DA) AND IF(DBB2.LE.DA) GOTO 57

C GOTO 56

C 57 GAMAI=XK1(3)*XL1(3)*(EXP(-XK1(3)*ZI(1)))

C GAMAII=XK1(3)*XL1(3)*(EXP(-XK1(3)*ZI(2)))

C DGG1=GAMAXL3+D1(3)*EXP(-R1(3)*ZI(1))

C DGG2=GAMAXL3+D1(3)*EXP(-R1(3)*ZI(2))

SONUÇ

Sonuçlar ve Öneriler :

Nehrin ve atık suyun özelliklerinin bilinmesi durumunda Revelle, Loucks ve Lynn tarafından geliştirilen formülasyonlar ve sınır şartlarıyla, yapımı düşünülen arıtma tesislerinin yer ve maliyetlerinin optimizasyonunu sağlayan lineer programlama için hazırlanan fortran programının koşturulması ile ortaya çıkan sonuçlardan da görüleceği üzere;

- * Oksijen eksikliklerinin yaklaşımlarla değil de Sag eğrisiyle hesaplanması,
- * Değişken ilişkilerinin daha kısa ve açık şekilde belirtilmesi,
- * Sınır şartlarının Camp ve Dobbins formülasyonlarına uygulanabilmesi,
- * En küçük değişikliklerin (sapmaların) bile hesaplamalarda görülebilmesi,
- * Nehir sistemine karışan sınırsız karışımların oluşturduğu konfigürasyonları kolayca ve çok kısa bir sürede hesaplayabilmesi yukarıdaki lineer programlamanın avantajları olarak sayılabilmektedir.

Yapılan çalışmalar hedeflenen problemlerin çözülmesiyle belirli bir sonuca ulaşılmasının yanında, bu sonuca ulaşıncaya kadar geçen sürede edinilen bilgi ve teknoloji birikimleriyle yeni hedeflerin ortaya çıkması sonucu belirli bir başlangıcı da oluşturmaktadır. Bu çalışma da diğer tüm bilimsel çalışmalar gibi hedeflenen sonuçlara ulaşılmasının yanında bu alanda daha karmaşık ve daha zor problemlerin hedeflenip çözümlenebilmesine önayak olmalıdır. Bu yaklaşımla çalışmanın bundan sonraki aşamalarında,

- * Arıtma tesislerinin optimizasyonunda nehre ait özelliklerin gerçeğe daha yakın yansıtılabilmesi bakımından lineer programlama yerine non-lineer programlama yapılması.

* İnorganik maddelerin oluşturduğu metal zehirliliğinin yanı sıra, başta fabrika atıklarının oluşturduğu organik zehirliliğin, biyokimyasal oksijen ihtiyacı ve reaerasyon üzerindeki etkilerinin lineer ve non-lineer programlamadaki sonuçlarının araştırılması önerilmektedir.

Fortran Programının Koşturulması:

$$XK1(I) = .300$$

$$R1(I) = .400$$

$$XI(I) = .400$$

$$A1(I) = 425000.000$$

$$C1(I) = 347000.000$$

$$Q1(I) = 31.300$$

$$P1(I) = 284.000$$

$$T1(I) = 7.000$$

$$Q = 400.000$$

$$XII(I) = .800$$

$$XL1(I) = 11.310$$

1.VARIŞ NOKTASI İÇİN İLGİLİ DEĞERLER

$$XL(I) = 11.310$$

$$F(I) = 8.897$$

$$D(I) = 1.009$$

$$DX(I) = 2.039$$

$$E(I) = 2.784$$

$$ES(I) = .533$$

$$XM(I) = 132.757$$

$$XK1(I) = .270$$

$$R1(I) = .450$$

$$XI(I) = 1.000$$

$$A1(I) = 352000.000$$

$$C1(I) = 425000.000$$

$$Q1(I) = 36.800$$

$$P1(I) = 408.000$$

$$T1(I) = 7.000$$

$$Q = 400.000$$

$$XII(I) = 2.000$$

$$XL1(I) = 11.830$$

2.VARIŞ NOKTASI İÇİN İLGİLİ DEĞERLER

$$XL(I) = 11.830$$

$$F(I) = 6.894$$

$$D(I) = 3.172$$

$$DX(I) = 4.254$$

$$E(I) = 4.416$$

$$ES(I) = .900$$

$$XM(I) = 40.780$$

$$XK1(I) = .250$$

$$R1(I) = .650$$

$$XI(I) = .600$$

$$A1(I) = 451000.000$$

$$C1(I) = 28000.000$$

$$Q1(I) = 12.900$$

$$P1(I) = 221.000$$

$$T1(I) = 7.000$$

$$Q = 400.000$$

$$XII(I) = 1.200$$

$$XL1(I) = 11.270$$

3.VARIŞ NOKTASI İÇİN İLGİLİ DEĞERLER

$$XL(I) = 11.270$$

$$F(I) = 8.349$$

$$D(I) = 4.499$$

$$DX(I) = 4.340$$

$$E(I) = 4.052$$

$$ES(I) = .355$$

$$XM(I) = 142.587$$

BOİ GİDERİMİNİN (%ES1) FİYATI

$$A1*ES1 = 226331.700$$

BOİ GİDERİMİNİN (%ES2) FİYATI

$$A1*ES1 = 316817.400$$

BOİ GİDERİMİNİN (%ES3) FİYATI

$$A1*ES1 = 160020.100$$

C DEĞERLERİNİN TOPLAMI

$$C(I) = 800000.000$$

$$TOPLAM(\$) = 1503169.000$$

KAYNAKLAR

1. Revelle, S.C., Loucks, D.P., Lynn, W.R., "A Management Model For Water Quality, Journal of WPCF, 1967, pp 1164-1183.
2. Berkün, M., Tebbutt, T.H.Y., "Respirometric Determination of BOD", Water Research 10, G.Britain., 1976, pp. 613-617.
3. Berkün, M., "Doğu Karadeniz Bölgesindeki Akarsulardaki Organik Kirlenmenin Akarsuların Hidrolik Özellikleri ile İlişkisinin Araştırılması", Araştırma Projesi, KTÜ, Proje No: 96.112.001.2, 1996.
4. Li, W.H., "Unsteady Dissolved Oxygen Sag in a Stream", Journal of Sanitary Eng. Div. ASCE, 88, No. SA3, 1962.
5. Camp, T.R., , "Field Estimates of Oxygen Balance Parameters For Polluted Streams", ASCE Journal of Sanitary Eng. 91, SA5, Symposium Paper, July 27-30 1965.
6. Dobbins, W.E., "BOD and Oxygen Relationships in Streams", ASCE Journal of Sanitary Eng. 90, SA3, 1964, pp 39-49.

LINEAR OPTIMISATION PROGRAMMING FOR WASTEWATER TREATMENT PLANTS

SUMMARY

Improving pollution in parallel with developing technology, direct the administrations to take more serious preventive measures on the determination of pollution, and its removal for source recovering. Existing treatment system alternatives, economical and environmental conditions make these systems more complicated which initially begin with the determination of pollution level and quantities. Existence of defined discharge standards in Turkey and in other countries, and working control mechanisms with increasing public and environmental awareness cause positive expectations.

In this study, a linear program for the optimisation of treatment plants treating the discharged wastewaters into a river from one and multiple points was given.