

SU DAĞITIM ŞEBEKESİNİN OPTİMİZASYONUNDA GENETİK ALGORİTMANIN KULLANILMASI

Nurhan, KARABOĞA¹

Ahmet, LOĞOĞLU²

¹ Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Erciyes Üniversitesi, 38039, Kayseri

² M.Y.O. Bilgisayar Teknolojisi Programı, Çukurova Üniversitesi, 80000, Osmaniye

nurhan_k@erciyes.edu.tr¹, alogoglu@cu.edu.tr²

Anahtar sözcükler: Genetik Algoritmalar, Optimizasyon, Tetikleme seviyeleri

ABSTRACT

Recently usage of optimization techniques for the design of water distribution networks has been increasing. In developed countries, the Genetic Algorithm (GA) which is one of the best optimisation techniques is pioneered in the design and operating of the water distribution networks. The method is simple and it can be easily applied. By means of GA based optimization, 15%-50% gains can be provided in the construction and operating cost of the large networks and also hydraulically better networks can be obtained. In many water filtration processes, water is distributed into the system from the CWS-Clear Water Storage by means of pumps. Water is generally taken out of the well into a higher tank. In this paper, by using Genetic Algorithms the process of pumping of the filtered water is optimized. Thus, by optimizing the lower and upper trigger points, the cost can be minimized.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada su dağıtım şebekesinin optimizasyonunda genetik algoritma kullanılmıştır. Temiz su, kuyulardan depoya, dalgıç pompalar vasıtasıyla çeşitli çaptaki borularla getirilir. Osmaniye İli Fakiuşağı Mevkii içme suyu sisteminde, su kuyularından dalgıç pompalarla yer altından çekilen su ana depoda toplanmakta ve otomasyon sistemi aracılığı ile toplanan su yedek depo ve şebekeye aktarılmaktadır. Su depolarının optimizasyonu işlemi, içme suyu ve sulama suyunun karşılanmasında maliyetin minimuma indirgenmesi için önemli olmaktadır.[1-2].

Su genellikle, kuyudan yükseklik oranı fazla olan başka bir depoya alınır. Birçok su filtreleme işleminde temiz su depolarından pompalar yardımıyla alınan su şebekeye dağıtılır. Pompalama işleminde esas alınan nokta tetikleme noktalarıdır. Bu tetikleme noktalarını tespit etmek bir şamandıra vasıtası ile mümkün olmaktadır. Bölgedeki su tüketimine göre tetikleme noktalarının belirlenmesi de önemlidir. Tetikleme noktalarının belirlenmesi tamamen mekanik olarak yapılmakta; yani depodaki

su seviyesinin değişmeyen minimum ve maksimum noktalarında şamandıra yardımıyla depolanmış temiz su şebekeye dağıtılmaktadır. Bu işlem verimli değildir. Bu çalışmada su seviyeleri tespit edilirken Genetik Algoritma kullanılmıştır. Genetik Algoritmalar, problemin doğası ile ilgili bilgilere ihtiyaç duymamaktadır. Rasgele oluşturulan bir popülasyon ile genetik süreç başlatılmaktadır. Genetik Algoritmanın performansı ve kullanılan operatörlerle daha iyi çözümlerden en iyi çözüme ulaşılır. Başlama ve bitiş durumlarındaki pompaların kontrolü, genellikle yüksek ve düşük su seviyelerine bağlı olan tetikleme seviyeleri yardımıyla başarılıdır[1]. Depodaki temiz su, PLC ile su tüketimine göre şebekeye dağıtılmaktadır.

Çalışmanın ikinci bölümünde depo optimizasyonunun önemi anlatılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde Genetik Algoritma konusu ele alınarak temel bir akış diyagramı ile çalışma prensipleri anlatılmıştır. Dördüncü bölümde mevcut problemin Genetik Algoritmaya nasıl kodlanacağı, Genetik Algoritma fonksiyonunun karar değişkenlerini nasıl temsil edeceği gösterilerek sonuçlar yorumlanmıştır.

2. DEPO OPTİMİZASYONU

İçme suyu şebekelerinin boyutlandırılması ve işletilmesinde 1960'lı yılların ortalarından beri yapılan optimizasyon çalışmaları, yöntemlerin karmaşık olması ve gerçek sistemlerde uygulanmasının teknik açıdan zor olması sebebi ile teori olmaktan öteye gidememiştir. Giderek büyüyen su dağıtım şebekelerinin ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin artması optimizasyon ihtiyacını da önemli ölçüde artırmıştır.

Son yıllarda su dağıtım şebekelerinde optimizasyon tekniklerinin kullanımı giderek artmaktadır. Gelişmiş ülkelerde, su dağıtım sistemlerinin boyutlandırılması ve işletilmesinde, en iyi optimizasyon seçeneklerinden biri olan Genetik Algoritma ön plana çıkmıştır. GA'nın depo optimizasyonunda uygulanması kolaydır. GA yöntemi ile optimizasyon sayesinde büyük şebekelerin maliyetlerinde %15 ila

50 arası kazançlar sağlanmakta ve hidrolik açıdan da daha iyi şebekeler elde edilebilmektedir[3].

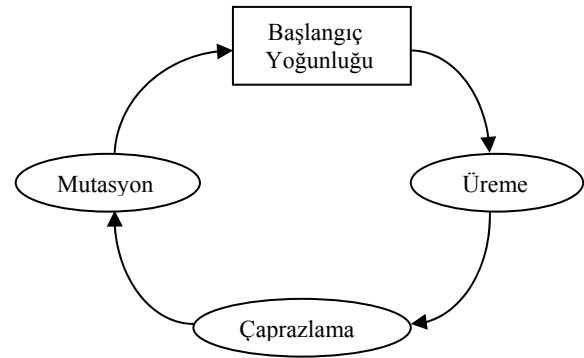
Bu çalışmada, su dağıtım şebekelerinin optimizasyonu konusuna yeni bir yaklaşım getiren GA ile çalışma yapılmıştır. GA tekniği kullanılarak mevcut çözüm uzayı yardımıyla optimal bir çözüm elde edilebilmektedir.

3. GENETİK ALGORİTMALAR

GA, popülasyon tabanlı bir arama yöntemidir. GA, Darwin'in en iyi olan yaşar prensibine dayalı olarak biyolojik sistemlerin gelişim sürecini modellemektedir [4,11]. GA tekniği, çözüm uzayının büyüklüğüne rağmen iyi bir çözüme kısa zamanda yakınsamaktadır. GA üç temel operatörden meydana gelmektedir: (1) Üreme, (2) Çaprazlama ve (3) Mutasyon. GA'da her çözüm bir dizi (birey) olarak kodlanmaktadır. GA'nın basit formunda başlangıç popülasyonu rastsal olarak oluşturulur. Popülasyondaki her birey ikili düzende veya tamsayı olarak kodlanmaktadır. Bu bireyler değerlendirme aşamasında deşifre edilerek belirli amaç fonksiyonu yada fonksiyonlarında gösterdikleri uygunluklarına (performanslarına) göre değerlendirilmektedir. Bireyler uygunluk değerlerinin yüksekliğine göre daha büyük bir olasılıkla seçilmektedir. Seçim operatörü ile seçilmiş olan bireyler çaprazlama havuzuna girmeye hak kazanırlarken seçilemeyen bireyler yok olmaktadır. Goldberg, Turnuva, Rulet Çemberi gibi farklı seçim operatörlerinin avantaj ve dezavantajlarından bahsetmiştir[5]. Seçim operatörleri ile tıpkı gerçek doğada olduğu gibi en iyilerin hayatta kalması sağlanılmaktadır. Seçim operatörü sonrasında hayatta kalan her birey çaprazlama topluluğundaki diğer bir birey ile rasgele bir şekilde eşleştirilmektedir. Amaç, yüksek uygunluk değerlerine sahip bireylerde bulunduğu kabul edilen yapı taşlarının (iyi özelliklerin) çaprazlama sonucunda ebeveynlerden(çözümlerden) sonraki nesillere(yeni çözümlere) daha fazla sayıda geçirilmesi yoluyla daha yüksek uygunluk değerlerine sahip bireylerin(yeni çözümlerin) oluşturulmasını sağlamaktır.

Çaprazlama bir olasılık değeri ile yapılmaktadır. Eğer çaprazlama meydana gelmez ise çözümler aynen bir sonraki popülasyona aktarılmaktadır. Genetik Algoritmalar sadece seçim ve çaprazlama operatörlerinden meydana gelselerdi çok hızlı bir şekilde yerel bir optimuma ulaşabilirlerdi[6,8]. Popülasyonda çeşitlilik yaratabilmek, çaprazlama sonucunda kaybolabilen iyi özellikleri geri kazanabilmek ve genel en iyiye ulaşabilmek için bireylerdeki kodlar belli bir olasılık ile değişime (mutasyon) uğratılmaktadır. Mutasyon operatörü, algoritmaların yeni çözümlere ulaşma, yeni çözümler keşfetme sürecinde ince ayar yapmasını sağlamaktadır.

Mutasyon işleminde, mutasyon oranının belirlenmesi önemlidir. Genelde GA'da mutasyon oranı oldukça düşük(%1) seçilir. GA'yı başarılı kılan popülasyonun tamamında arama yapması ve bölgesel optimalliğe takılmadan en iyi aday çözüme doğru odaklanmasıdır[7,9,13]. GA'nın bu işleyişi önceden belirlenen bir durdurma koşulu sağlanıncaya kadar devam etmektedir. Şekil 1'de temel bir GA'nın akış şeması verilmiştir.



Şekil 1. Temel bir GA Döngüsü

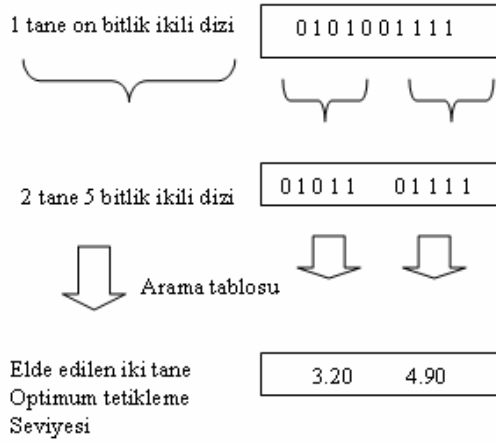
3. PROBLEMİN GENETİK ALGORİTMADA KODLANMASI

Pompalama maliyeti, Eşitlik (1)'de gösterildiği gibi güç maliyetinin hesaplanması ile bulunur[12].

$$P = \frac{\gamma Q H_p}{e_p e_m} \quad (1)$$

Eşitlik'de gösterildiği gibi, pompalama maliyeti güç maliyeti hesabı tarafından elde edilmiştir. Eşitlik(1)'de: Pompa tarafından kullanılan güç (P) ; yoğunluk (γ); debi (Q); pompa yüksekliği (H_p); pompa verimi (e_p); motor verimi (e_m) ile gösterilmiştir.

Tetikleme seviyelerinin optimizasyonu işleminde GA, iki karar değişkenini hesaplamak için ikili kodlanmış sayı dizilerini kullanır. Şekil-2.'de 10 Bitlik dizinin iki tane tetikleme seviyesine dönüştürülmesi işlemi gösterilmektedir.



Şekil 2. 10 Bitlik dizinin iki tane tetikleme seviyesine dönüştürülmesi

Şekil-2.'de gösterildiği gibi alt ve üst tetikleme noktaları 10 bitlik bir dizi ile temsil edilmektedir. Her bir tetikleme seviyesi de dizideki 5 bitle gösterilmektedir. Çalışmada kullanılan GA operatörlerine ait değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Genetik Algoritma Parametreleri

Popülasyon	100
Çaprazlama Yöntemi	İki noktalı
Mutasyon Oranı	0.1
Çaprazlama Oranı	1.0

Çizelge 2.'de Osmaniye'deki depo ile ilgili büyüklükler verilmiştir.

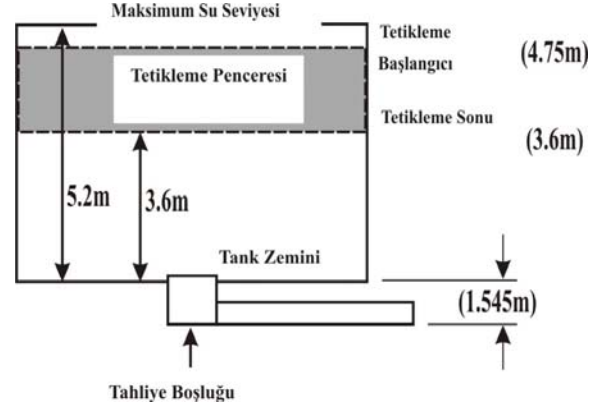
Çizelge 2. Depo İle İlgili Veriler

Depo Yüksekliği	0.5-5.2m
Tetikleme Kodu	5 Bit

Genetik algoritma optimizasyonunda rulet tekerleği seçme tekniği kullanılarak 1024 olası tetikleme kombinasyonu bulunmuştur. Genetik kodlama türü olarak binary (ikili) kodlama kullanılmıştır. Şekil-3.'de bölgede yer alan depo ile ilgili tetikleme seviyeleri verilmiştir.

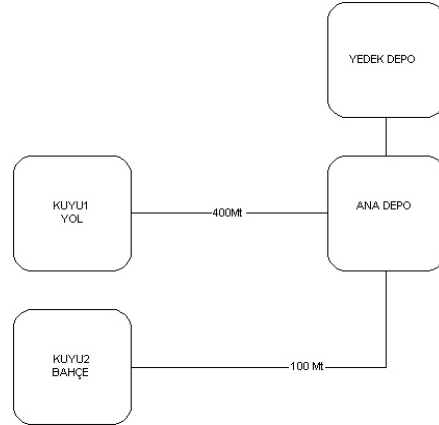
Osmaniye merkez Fakiuşağı Köyü mevki civarındaki su depolarının optimizasyonu için GA kullanılmıştır. Bölge, iki kuyuya sahip bir alanda, bir adet ana depo ve bir adette yedek depodan oluşmaktadır. Bu çalışmada temiz su deposunun

yüksekliği olası tetikleme seviyelerine göre 0.5 metreden 5.2 metreye kadar 0.1 ve 0.2 metrelik artırımlarla 10 bitten oluşan 32 kombinasyonla gösterilmektedir. GA ile alt ve üst tetikleme noktaları sırasıyla 3.2 ve 4.9 metre olarak bulunmuştur.



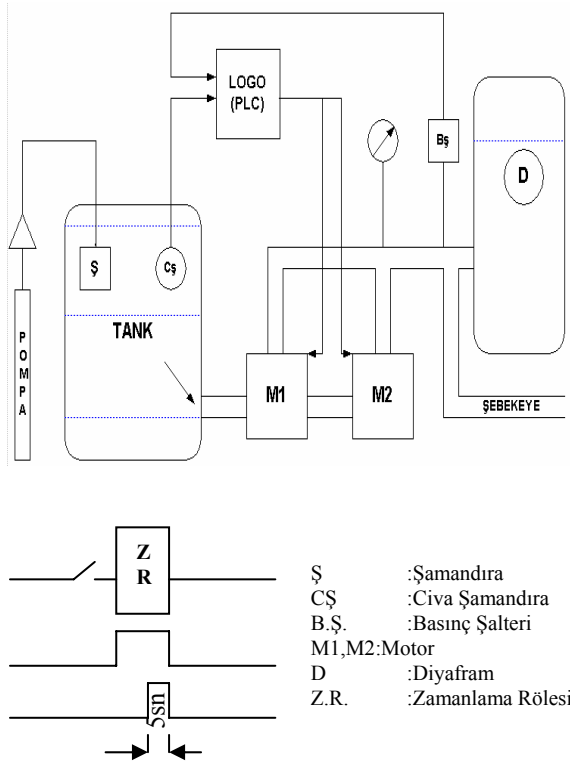
Şekil 3. Temiz su depolama tankında varolan pompalama tetikleme seviyeleri

Şekil 3.'te kullanılan temiz su depolama tankının varolan pompalama tetikleme seviyeleri gösterilmiştir.



Şekil 4. Osmaniye İli Fakiuşağı Mevkii Su Kaynakları

Osmaniye Fakiuşağı Mevkii'nde pilot bölgede kullanılan su kaynakları Şekil 4.'de, bölgedeki kuyu suları pompa ünitesinin yapısında Şekil 5.'de gösterilmektedir.



Şekil 5. Osmaniye Fakuşağı Mevkii kuyu suları pompa ünitesi

Bölgenin kuyu suları pompa ünitesi sisteminde, önce dalgıç pompa yardımıyla kuyulardan çekilen sular temiz su deposuna ulaşmaktadır. Depoda bulunan şamandıra deponun içerisindeki su seviyesine göre pompaları durdurmakta veya harekete geçirmektedir. Depodaki bulunan temiz su, PLC ile su tüketimine göre şebekeye dağıtılmaktadır. Tankın içerisine dökülen suyun dalgalanması sonucu seviye anahtarının yanlış bilgi vermemesi için, deponun dolu veya boş bilgisi PLC kullanılmıştır. Böylece PLC ile, sistem kararlı hale getirilmek için 5sn. bekletilmektedir.

4. SONUÇ

İçme ve sulama suyunu temin etmek amacıyla oluşturulan, su kuyuları ve su depoları otomasyonunda pompalamanın optimizasyonunda sezgisel tekniklerden Genetik Algoritmalar kullanılmış ve gerçekleştirilen sistemde maliyet azaltılmıştır. Genetik algoritmalar deneme yanılma aşamasını evrim teorisine dayandırarak, yine bir hidrolik benzeşim modeli yardımı ile aylar sürececek bir çalışmayı saatler mertebesine indirebilmektedir. GA ile bulunan çözümler, klasik çözümlere kıyasla daha ekonomik ve hidrolik açıdan da çok daha uygun şebekeler olmaktadır. Optimizasyon işlemi sonucunda elde edilen sonuçlar Osmaniye ili Fakuşağı Mevkiiindeki kuyu suları dağıtım ünitesine uygulanarak, su şebekesi üzerinde mevcut stratejinin

geliştirilebileceği görülmüştür. Klasik metottaki kullanıcı faktörü ortadan kaldırılarak sistemin PLC ile sorunsuz olarak çalışması sağlanmıştır.

10. KAYNAKLAR

- [1] Karaboğa N., Loğoğlu A., Genetik Algoritmaların Su Filtreleme İşleminde Pompalamanın Optimizasyonu İçin Kullanılması, *III. Otomasyon Sempozyumu ve Sergisi*, sf 221-224, PAÜ Denizli, 11-12 Kasım 2005
- [2] İnan S.A., Koyun A., "RF&İnternet Destekli İçme Suyu Kuyuları ve Depolarının Otomasyonu ve Geniş Arazide Uygulanması", *III. Otomasyon Sempozyumu ve Sergisi*, sf 45-49, PAÜ Denizli, 11-12 Kasım 2005
- [3] Kahraman M., Özdağlar D., "Su Dağıtım Sistemlerinin Genetik Algoritma İle Optimizasyonu", *DEÜ Müh. Fak. Dergisi*, Cilt 6, Sayı:3, 1-18, Ekim 2004
- [4] İşlier, A.A., "İmalat Problemlerinde Genetik Algoritmalar", Osmangazi Üniversitesi Eskişehir, *Otomasyon Dergisi*, Ocak 1995.
- [5] Davis, L., "Handbook of Genetic Algorithms" Van Nostrand Reinhold, New York, 1991
- [6] Meghna B., Barbara M., "Multiscale Strategies for Solving Water Resources Management Problems with Genetic Algorithms", 2003
- [7] Goldberg D.E., Lingle, R. Alleles, Loci and the Travelling Salesman Problem in GREFENSTETTE, J.J. (ed) Proceedings of the 1st International Conference on Genetic Algorithms and their Applications. June 24-26 1985 at Carneige-Mellon University, Pittsburgh, Lawrence Erlbaum Assoc, Publishers.
- [8] Uçaner M.E., Özdemir O.N., "Genetik Algoritma İle İçmesuyu Şebekelerinde Ek Klorlama Optimizasyonu", *Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der.*, Cilt 17, No:4, sf 157-170, 2002
- [9] Engin O., Döyen A., "Yapay Bağışıklık Sistemleri Ve Endüstriyel Problemlerde Kullanımı", *G.U. Journal Of Science*, 17(1), 71-84, 2004
- [10] Goldberg, D.E. Genetic Algorithms in Search, Optimisation and Machine Learning. Addison-Wesley Publishing Co, inc. USA, 1989
- [11] Karaboğa, N., Sayısal Filtre Katsayılarının Genetik Algoritma Kullanılarak Yuvarlatılması, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Elektronik Bölümü, Aralık 1994
- [12] Simpson A.R., Sutton D., Keane D. and Sherriff S. , "Optimal control of pumping at a water filtration plant using genetic algorithms.", *Conference on Computing and Control for the Water Industry (CCWI '99)*, Exeter, UK, 13-15 September 1999
- [13] Pham DT ve Karaboğa D., Intelligent Optimisation Techniques, Springer-Verlag, London, İngiltere, 2000