

SU ARITMA SİSTEMİNİN PLC ile TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

Murat SÖNMEZ

Eray PULLUKÇU

Sıtkı ÖZTÜRK

Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Bölümü

Kocaeli Üniversitesi, 41040, Kocaeli

e-posta: mrsonmez@kou.edu.tr

e-posta: sozturk@kou.edu.tr

Anahtar sözcükler: PLC kontrol, Su arıtma Sistemleri, Akıllı sistemler

ÖZET

Bu çalışmada bir su arıtma sisteminin PLC ile tasarımı ve kontrolü gerçekleştirilmiştir. Sistemde iki yönlü çalışan bir motor sayesinde membran(filtre) şebeke suyunu arıtır. Sistemde iki ayrı havuz bulunmaktadır. Filtreleme esnasında Ters Ozmos tekniği kullanılarak arıtma işlemi gerçekleştirilmiştir.

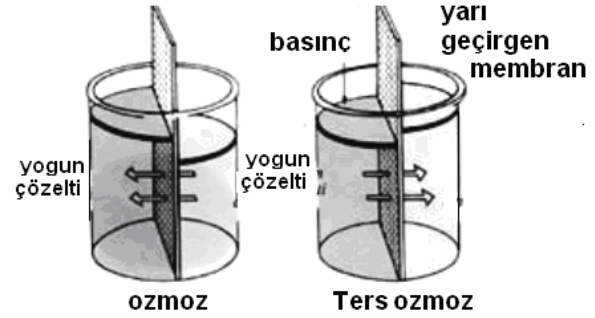
1. GİRİŞ

Suyun kimyasal kalitesinin iyileştirilmesi, su içinde çözünmüş halde bulunan minerallerin sudan alınması işlemi çok uzun yıllardan beri yapılagelmiştir. Su arıtma cihazının gelişmesini destekleyen tarihi nedenlerden biri de dünyada çok bol olan deniz suyu'nun kullanılmasının su arıtmanın icadı ile çok kolay ve pratik hale gelmesidir[6,10]. İyon Değiştirici Reçine Tekniği uzun yıllarca kullanılmıştır. Bu teknik sayesinde yalnız sanayi değil, yüksek basınçlı buhar kazanları ile çalışan eski gemilerin gelişmesi de sağlanmıştır.

Bugün, birçok uygulamada reçineli iyon değiştirici yerine su arıtma tekniği tercih edilmiştir. Su arıtma sistemleri reçineli sistemlere kıyasla daha ekonomik ve daha çevrecidir. Kaliteli su üretiminde, deniz suyu gibi çok tuzlu sulardan iyi ve sağlıklı su üretiminde, atık sulardan su geri kazanımında ve daha birçok uygulamada su arıtma sistemleri kullanılmaktadır. Su arıtma sistemlerinde su için en mükemmel mineral filtresi olarak nitelendirilen TERS OZMOS tekniği kullanılmıştır. Ters ozmos sistemi bugün ülkemizde enerji santrallerinden tekstil boyahanelerine, meşrubat üretiminden sofraya suyu üretimine kadar birçok yerde kullanım alanı bulmuştur[4].

Ters ozmos, yarı geçirgen membranlar kullanarak sudan çözünmüş maddelerin arıtılması teknolojisidir. Suyu belli bir basınç uygulanarak membrana doğru itilir ve saf su (permeate) içerdiği tuzlardan şekil 1 deki gibi arındırılır. Uygulanabilir en yüksek filtrasyon seviyesine ulaşan ozmotik membran tuzlara, inorganik ve organik maddelere bir duvar gibi davranır, bu nedenle su içerisinde bulunabilen mikro kirlenimler, pestisit, projenler, virüs ve bakterilere karşı çok güçlü bir savunma sağlar[2,3]. Ters Ozmos

hiçbir kimyasal rejerant kullanılmasına gerek duymayan fiziksel bir yordamdır. Su arıtma sistemleri, buhar kazanı besleme suyunda, hassas metal doküman yapan ve hassas enjeksiyon yapan sanayi kuruluşlarında kalıp suyu hazırlanmasında güvenle kullanılır[1,5,7,9]. Tekstil boyahanesi için süreç suyu üretiminde, kimya ve ilaç sanayiinde hastanelerin diyaliz bölümlerinde, deniz suyundan kullanma ve içme suyu elde ediminde suyun filtrelenmesi gerekmektedir.



Şekil-1. Ozmos Süreci

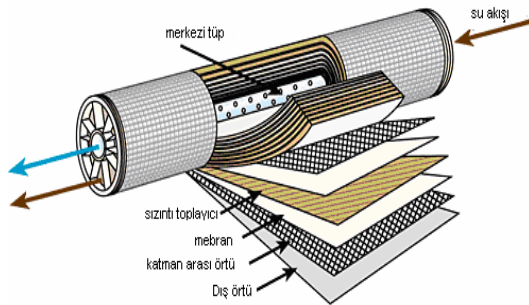
Bir su arıtma sistemi; membran kapları, su arıtma membranları, pompa, vanalar, borular ve bazı ölçü birimleri ve bunları kontrol eden bir PLC'den oluşmaktadır. Membran türünün ve miktarının seçimi iyi yapılmalıdır. Aynı zamanda membran içindeki ham su hızı, membran içinden suyun diğer tarafa geçiş hızı, suyun mineral oranı artırılmış su kalitesini etkiler.

Su arıtma sisteminde membran içinde değişik miktarda membran yüzeyi bulunur. Bir membran birimi içinde çok miktarda yüzey bulunursa bu membranın yıkanması zor olabilir. Ham suyun kirlilik durumuna ve işletmenin hassasiyetine göre membran yüzey miktarı seçimi yapılmalıdır.

Sistemde gerekli olan basıncı ve motorun emiş gücünü sağlayan bir motor ile bir taraftan emdiği suyu diğer taraftan sisteme basar. Bu sırada ilk selenoid vana açılarak sisteme suyun girmesine izin verilir.

Sisteme giren suyun basıncının yüksek olması sistemde bulunan hortumlara ve membrana zarar vereceğinden (örneğin 5 bar' dan fazla) sistem durma konumuna geçer. Diğer taraftan membrana giren su, arıtma işleminden sonra membran çıkışına gelir. Membranın iki çıkışı vardır. Bir tanesi arıtılmış su çıkışı diğeri ise kirli su çıkışıdır.

Membran sisteminde kimyasal temizliğinin yapılmasına olanak sağlayan PLC'li sistem şasesine monteli olarak "sabit" veya hareketli "portatif" olabilmektedir. Böylece sistem Portatif tekerlekli şase üzerinde hareket kolaylığı sağlamaktadır.



Şekil-2. Su arıtma membranı ve iç yapısı

Arıtılan su ürün havuzuna boşalır. Ürün havuzunda bulunan seviye sensörü sayesinde havuz su seviyesi korunmuş olur. Diğer çıkıştan gelen su şebeke suyunun bulunduğu havuza boşaltılır. Burada bulunan ikinci bir selenoid vana, her 10 dakikada 30 saniye açılarak giren bütün suyun arıtılmadan tekrar aynı yere yani şebeke suyu havuzuna boşaltılması sağlanır. Böylece membran gözeneklerinin tıkanması engellenir.

Bu çalışmada bir su arıtma sisteminin optimizasyonu ve otomasyonu için bir yaklaşım sunulmuştur. Filtreleme elemanı olarak membrana AC bir motor kullanılarak su belli debide aktarılır. Filtrenin tekrar temizlenebilmesi için ters yönde bir akışa ihtiyaç vardır. Bu nedenle motor iki yönde hareket ettirilir. Motor girişine gelen belli miktardaki suyun membrana

aktarılırken su arıtma işleminin optimizasyonu için Yapay sinir ağları (YSA) algoritması kullanılmıştır.

2. ÖNERİLEN YÖNTEM

Su arıtma düzeneğinde pompa olarak kullanılan AC motor su arıtma işlemi yaparken filtrenin temizlenmesi için ters yönde çalıştırılmıştır. Bu yüzden tasarımda her 10 dakika da bir motorun ters yönde çalıştırılması uygun görülmüştür.

YSA ile yapılan testlerde 16 adet deneme yapılmıştır. Testler farklı debi şartlarında yapılmıştır. Belirtilen YSA mimarisini kurabilmek için, öncelikle deney sisteminin fiziksel olarak belirlenememiş transfer fonksiyonunu belirlemek üzere sözü edilen 16 adet deneyden 8 adedini YSA algoritmasının eğitiminde kullanılması uygun görülmüştür. Böylece kurulacak olan sistem için diğer 8 adedi ise filtre edilmiş suyun testinde kullanılmak üzere işlem yapılmıştır. Kurulan öğrenme algoritması için ağı girişinde farklı debi şartları için motorun pompa çıkışı baz alınmıştır.



Şekil-3. Deney Düzeneği

Giriş ve çıkış katmanındaki eleman sayısı tamamen ilgili probleme göre seçilmiştir. Gizli katmandaki eleman sayısı genelde deneme yanılma yoluyla bulunur[8]. Öğrenme ağı için giriş katmanında 8, gizli katmanda 4 ve çıkış katmanında 1 adet nöron yapı bulunmaktadır. Benzer şekilde test için geliştirilmiş test algoritmasında aynı ağ yapısı kullanılmıştır. Aynı zamanda, optimum çözüm sunacak ağ yapısı için uygun geçiş fonksiyonları kullanılmıştır. Aktivasyon fonksiyonuna ayarlamak için 0-1 arasında değişen normalize değerler uygulanmıştır. Giriş özellikleri olarak değişik parametre kombinasyonları denenmiş ve test edilerek girdilerin çıktılar üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Burada katman indisleri sırasıyla 11, 12, 13 olarak alınmıştır.hücre çıkışları y ve net hücre girişleri ise ç olarak seçilmiştir.

$N_i=1$. katman giriş sayısı olmak üzere 1.katman;

$$\xi_j^{l1} = \sum_{i=1}^{N_i} \omega_{ij}^{l1} x_i + b_j^{l1}$$

$$y_j^{l1} = \varphi_j(\xi_j^{l1})$$

$N_i=2$. katman giriş sayısı olmak üzere 2.katman;

$$\xi_k^{l2} = \sum_{i=1}^{N_i} \omega_{jk}^{l2} y_j + b_k^{l2}$$

$$y_k^{l2} = \varphi_k(\xi_k^{l2})$$

$N_i=3$. katman giriş sayısı olmak üzere 3.katman;

$$\xi_m^{l3} = \sum_{i=1}^{N_i} \omega_{km}^{l3} y_k + b_m^{l3}$$

$$y_j^{l1} = \varphi_m(\xi_m^{l3}) \text{ olur.}$$

Ağı eğittikten sonra bulunan optimum eğitime parametreleri kaydedilerek giriş parametreleri veri kümesi ile çıkışı tahmin etmekte kullanılır. Ağın performansını test etmek için değişik giriş parametreleri kümesiyle testler yapılmış ve 8x4x1 şeklinde bir ağ mimarisi uygun bulunmuştur.

Bu çalışmada arıtma sisteminde pompa olarak asenkron motor seçilmiştir. Asenkron motorun benzetim modelinin oluşturulabilmesi için gerekli olan matematiksel denklemler genişletilmiş durum uzayı modeli yaklaşımı ile çıkarılmıştır.

$$\dot{i}_{\alpha,\beta} = -k_1 \cdot i_{\alpha,\beta} + k_2 \cdot f_{\alpha,\beta} + k_3 \cdot u_{\alpha,\beta}$$

$$\dot{\psi}_{\alpha,\beta} = -f_{\alpha,\beta} + k_4 \cdot i_{\alpha,\beta}$$

$$\dot{\omega} = \frac{1}{j} (-B \cdot \omega + (t_e - t_L))$$

burada

$$f_{\alpha} = x_r \cdot \psi_{\alpha} + \omega \cdot \psi_{\beta}$$

$$f_{\beta} = -\omega \cdot \psi_{\alpha} + x_r \cdot \psi_{\beta}$$

$u_{\alpha,\beta} = [u_{\alpha}, u_{\beta}]^T$ ve $i_{\alpha,\beta} = [i_{\alpha}, i_{\beta}]^T$ sırasıyla stator gerilimi ve akımı, $\psi_{\alpha,\beta} = [\psi_{\alpha}, \psi_{\beta}]^T$ rotor akısı ve

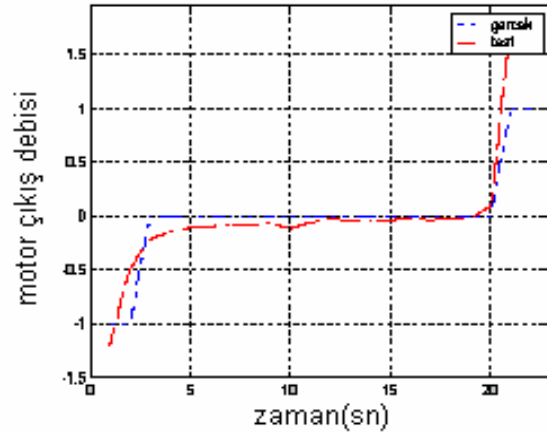
$f_{\alpha,\beta} = [f_{\alpha}, f_{\beta}]^T$ ile tanımlanan kısım ise motor modelinin bilinmeyenlerinden oluşan parçasıdır. Burada, $1/x_r$, rotor zaman sabiti ve ω rotor açısal hızıdır. Diğer donanımlar aşağıda verilmiştir.

- 220 V AC MOSu ArıtmaR
- adet 24 V DC selenoid vana
- 1 adet 24 V DC alçak basınç şalteri
- 1 adet kontaktör

- 1 adet röle
- 1 adet 24 V DC seviye flatörü
- 1 adet evye altı membran
- 2 adet havuz
- 15 adet çabuk bağlantı
- 1 metre 6'lık hortum
- 50 cm 10'luk hortum
- 1 adet pano
- 1 adet vana
- Şase

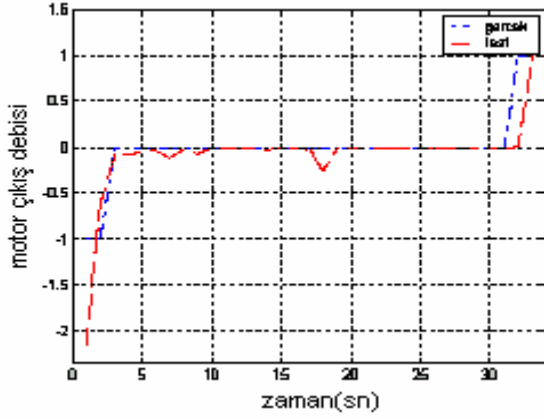
3. DENEYSEL SONUÇLAR

Bu çalışmada, bir su arıtma sistemi üzerinde belli debi şartları altında yapılan filtreleme işlemi ile su arıtma sistemi YSA modeli ile belirlenmiştir. Burada eğitime dahil edilen denemelerden, YSA testinde kullanılacak ağ parametreleri güncellenmiştir. YSA eğitiminde suyun akış hızı ile motor dönme hızı baz alınmıştır. Motordan sağlanan motor çıkış debisi ile sonuçlar aktarılmıştır. Sistemde arıtma seviyesini belirlemek üzereiletken ölçer kullanılmıştır. Su arıtma sisteminin otomasyonu için eğitimde kullanılan YSA modeli, test yapılmak üzere belirlenen AC motor girişine uygulanır.



Şekil-4. Şebeke Suyu Arıtma Motor Çıkış Debisi

Şekil 4 ve 5 de 8 adet için su arıtma seviyeleri gerçek ve test durumları gözlemlenmiştir. Şekillerde belirtilen YSA çıkışları belirtilen gerçek değerlere yakın uygunluk göstermektedir.



Şekil-5. Filtre Temizleme Motor Çıkış Debisi

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada bir su arıtma sisteminin tasarımı ve optimizasyonu gerçekleştirilmiştir. Sistemde su arıtma işlemi saf su elde edebilmek için aktif karbon filtrelerine ihtiyaç vardır. Yapmış olduğumuz sistem aktif karbon filtresi içermemektedir. Tasarımda pompa olarak kullanılan AC motor YSA ile kontrol edilmiştir. Gerçekleştirilen sistem mevcut taşınabilirliği ve tasarımı ile kolay uygulama alanı bulmuştur. Şebeke suyunun arıtılması esnasında optimum su akışı elde edilmesi için motorun kontrolü sağlanmış, istenen ürün kalitesi elde edilmeye çalışılmıştır. Bu sayede, geliştirilen sistem ile sanayiden turizm sektörüne arıtılmış su ihtiyacına yanıt vermektedir.

KAYNAKLAR

[1] Beltran N.D.R., Jackson, H., Application of neural Networks to chemical process control, COMPUTERS INDUSTRIAL ENGINEERING, Vol. 37, Iss. 2, pp. 387-390, 1999.

[2] Lee, B.K., Sung, W.S., Chun, H.D., Koo, J.K., Automatic control for DO and pH in Calderon, Z., Espuna, A., Puigjaner, L., Waste analysis and minimization in the activated sludge process in a cake wastewater treatment plant, WATER SCIENCE AND TECHNOLOGY, Vol.37, iss.12, pp.141-148, 1999.

[3] Pedrides, D., Cruz, R., Calandranis, J., Optimization of wastewater treatment facilities using process simulation. COMPUTERS AND CHEM. ENG., Vol.22 pp.339-346, 1998.

[4] Tan, B.H., Teng, T.T., Omar, A.K., Removal of dyes and industrial dye wastes by magnesium chloride, WATER RESEARCH, Vol.34, pp.597-601, 2000.

[5] Micha B., Mariusz D., Krystyna L.B., Application of membrane techniques to water purification. Removal of phthalates, DESALINATION, Vol.62, pp.121-128, 2004.

[6] Alex P., Georg E., High-resolution structure of the OmpA membrane domain, JOURNAL OF MOLECULAR BIOLOGY, Vol. 298, Iss.2, pp. 273-282, 2000.

[7] Sung P., Mang T., An experimental study on the water-purification properties of porous concrete, CEMENT AND CONCRETE RESEARCH, Vol.34, Iss.2, pp.177-184, 2004.

[8] Jang J.S.R., Sun C.T., Mizutani E., NEURO-FUZZY AND SOFT COMPUTING, Prentice Hall, 1997.

[9] Martínez A., Rodríguez C., Vázquez M.E., control problem arising in the process of waste water purification, JOURNAL OF COMPUTATIONAL AND APPLIED MATHEMATICS, Vol. 114, Iss.1, pp.67-79, 2000.

[10] Product review, the role of membrane technology in water purification applications, FILTRATION & SEPARATION, Vol. 34, Iss. 6, pp.564-567, 1997.