ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/387448624

Industrial Water Treatment Reverse Osmosis Automation

Conference Paper · October 2017

CITATIONS
0

5 authors, including:



Ahmet Gani
Kayseri University
132 PUBLICATIONS **489** CITATIONS
SEE PROFILE



O. Fatih Kececioglu
Kahramanmaraş Sütçü İmam University
133 PUBLICATIONS **560** CITATIONS
SEE PROFILE



Mustafa Tekin
University of Miami
296 PUBLICATIONS **11,082** CITATIONS
SEE PROFILE



Mustafa Sekkeli
Kahramanmaraş Sütçü İmam University
137 PUBLICATIONS **641** CITATIONS
SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Ahmet Gani on 27 December 2024.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

INDUSTRIAL WATER TREATMENT REVERSE OSMOSIS AUTOMATION

Yunus Emre KARA
Kahramanmaras Sutcu Imam University Electrical and Electronics Engineering
y.e.kara@oknal.com.tr
y.e.kara@hotmail.com

Ahmet GANİ
Kahramanmaras Sutcu Imam University Electrical and Electronics Engineering
ahmetgani8733@gmail.com

Ö. Fatih KEÇECİOĞLU
Kahramanmaras Sutcu Imam University Electrical and Electronics Engineering
o.fatihkececioglu@gmail.com

Mustafa TEKİN
Kahramanmaras Sutcu Imam University Electrical and Electronics Engineering
mustafa_tekin40@hotmail.com

Mustafa ŞEKKELİ
Kahramanmaras Sutcu Imam University Electrical and Electronics Engineering
msekkeli@ksu.edu.tr

ABSTRACT: The movement of water from soils into plant roots is an example of Osmosis at work in Nature. When a semi-permeable membrane like a living cell wall, separates, two solutions having different solids concentrations, the pure water will flow from the least concentrated solution through the membrane and into the solution containing the higher solids concentration. RO is the reverse of naturally occurring Osmosis. By applying artificial pressure (Osmotic Pressure) to the water solution of Higher Solids Concentration, the flow of liquid is reversed. Up to %99 per cent of the impurities, bacteria's and viruses from the incoming water could be removed and taken to drains. Feed water treatment for Steam Boilers, Pharmaceutical, Food and Beverage, bottled water productions are some of the applications in the Industry. Hemodialysis treatment and laboratories are also some application examples in the medical sectors.

Key words: Reverse Osmosıs, Bottled Water, Mineral,

ENDÜSTRİYEL SU ARITMA REVERSE OZMOS OTOMASYON İYİLEŞTİRME PROJESİ

ÖZET: OZMOZ olayı doğada canlılar ve bitkiler üzerinde meydana gelen, su ile ilgili doğal bir olaydır. TERS OZMOZ ise, bir Membran Teknolojisi olup, Osmotik Basınç kullanılarak, mineralce zengin olan suyun, yarı geçirgen bir membranın diğer tarafına mineralleri azaltılmış olarak geçirilmesi işlemidir. Suyun içerisinde bulunan birçok mineral, bakteri ve virüsler %99 saflığa kadar bu yöntem ile süzülebilmektedir. Ters Ozmosun başlıca kullanım yerleri arasında, Buhar Kazanları Besi suyu hazırlanması,

Kaplamacılık, Eczacılık, Gıda ve Meşrubat Sanayi, İçme suyu Üretimi, Tıp' da Hemodiyaliz Tedavisi Laboratuvarlar, son yıllarda atık suların geri kazanılmasında arsenik giderimin de gündeme gelmiştir.

Anahtar sözcükler: Ters Ozmos, İçme Suyu, Mineral

GİRİŞ

RO, diğer teknolojilerle karşılaştırıldığında, nispeten basittir ve bir membran teknolojisidir. Normal Ozmos, doğada, aralarında yarı geçirgen, sadece suyun geçmesine müsaade eden, diğer maddeleri geçirmeyen bir membran bulunan farklı konsantrasyondaki iki sıvıdan, birinden diğerine su geçimiyle meydana gelir ve bu işlem iki tarafta denge sağlanana kadar devam eder. Osmotik Basınç, membranın iki tarafında bulunan sıvılarda hacim değişikliği olduğundan meydana gelen statik yükseklik farkı ile meydana gelir.

Ters Ozmos'da, konsantrasyonu fazla olan sıvı tarafından bir basınç (Osmotik basınç' dan daha büyük) uygulanarak, sağlanacak ters akışla, yoğunluğu fazla olan sıvı içerisinde bulunan mineraller, tuzlar ve organik maddeler, membran bir tarafında bırakılarak diğer tarafa, yoğunluğu daha az, tuzlar ve minerallerden arındırılmış bir sıvı olarak geçirilir.

Pratikte, basılan suyun, sadece belli bir yüzdesinin bu membrandan geçmesine müsaade edilir. İçinde mineraller, tuzlar ve organik maddelerin biriktiği yoğunluğu çok daha fazla olan konsantrasyon ise gidere verilir. "Konsantrasyon Polarizasyonu" olarak bilinen polarize olmuş moleküllerin kısa bir zaman aralığında membran üzerinde birikerek daha fazla akışa geçiş vermemesi gibi sorunların önüne geçilmesi için membranların periyodik olarak basınç altında yıkanabilecek bir düzene sahip olmaları gerekir.

Günümüzde Ters Ozmos (RO) sistemleri otomasyon teknolojileriyle kontrol edilmekte, ve bu sistemler lokal veya uzaktan izlenebilmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte ters ozmos sistemlerinin de kontrol çeşitliliği artmıştır. Kontrol sistemlerinin gelişmesine paralel olarak üretim kalitesi, RO sistemlerinin verimliliği, enerji tasarrufu, kullanılan ekipmanların ömrü gibi konulara ek olarak sistemin kontrol edilebilirliği ve izlenebilirliği de artmıştır.

Ters Ozmos sistemleri, tasarım değerleri sonucunda kimyasal, mekanik, elektrik ve otomasyon sisteminde kullanılması gereken yapıyı belirler. Dizayn değerlerindeki parametrelere göre(akış, basınç, seviye, giriş sayısı, çıkış sayısı, ekran, sesli uyarı, vb.) kullanılması gereken otomasyon sistemi belirlenir.

Ters Ozmos sistemleri dizayn edilirken maliyet, verimlilik, süreklilik, kullanım kolaylığı, arıza takibi gibi diğer parametrelere de dikkat edilmesi gerekir. Yapılmakta olan bu projede otomasyon sistemine ilaveler yapılarak maliyet azaltılmaya çalışılmıştır. (Erol YAŞA , 2010)

MEMBRANLAR

Polimer kimya ürünü olan yarı geçirgen membranlar farklı filtrasyon inceliğinde imal edilirler. Bunlar sırası ile Mikro Filtrasyon (MF), Ultra Filtrasyon (UF), Nano Filtrasyon (NF) ve Reverse(Ters) Osmosis'dir.

TO (Ters Ozmos) Membranları

TO teknolojisi, Sentetik Membran Teknolojisinin özel bir dalı olarak gelmiş ve çok hızlı gelişme göstermiştir.

İlk yapılan selüloz-asetat membranlar, suya karşı oldukça geçirgen bulundular, daha sonraları çok ince, deri şeklinde bir membran, delikli bir geçirgen olan ve daha kalın polisülfan destek malzeme üzerine kaplanarak, yüksek akış değerleri ve mukavemet elde edilmiştir.

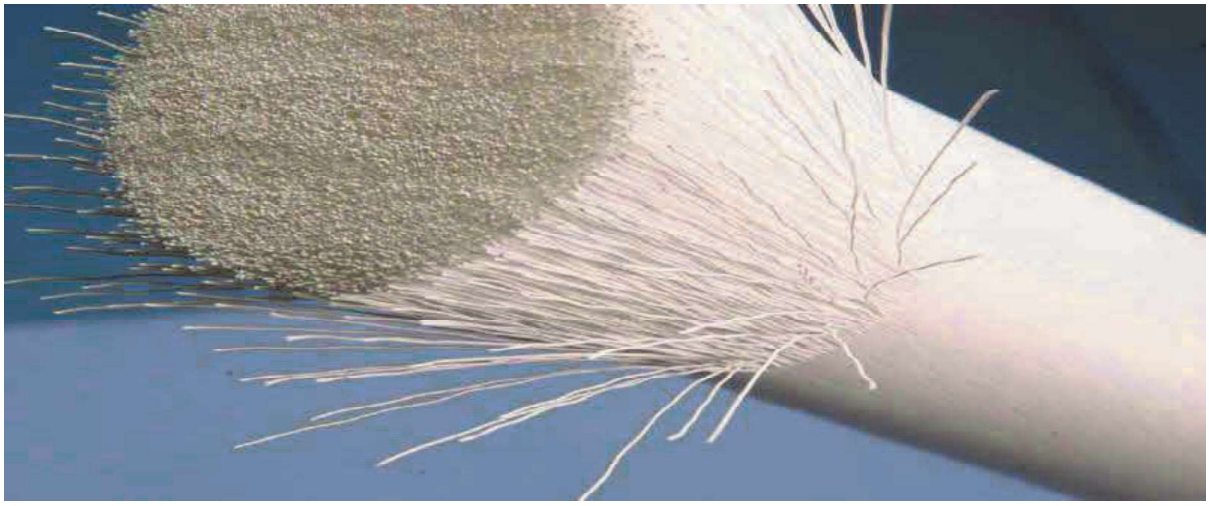
Daha sonraları, ikinci jenerasyon olan, **"İnce Film Komposit"** membranları yapıldı, bunların ısıya mukavemetleri, kimyasal stabiliteleri organik maddeleri tutabilmeleri ilk yapılan Selüloz-Asetat membranlara göre çok daha iyiydi. Plakalı ve sargılı tip (TO) sistemlerde halen bu membranlar kullanılmaktadır. Sıcak iklimlerde tercih edilmektedir. Ancak selüloz asetat membranların aksine, klora karşı dayanıksızdırlar. (Erol YAŞA , 2010)



Şekil 1. Membranların Genel Görünümü

Hallow – Fiber Membranlar – Delikli Fiber Membran

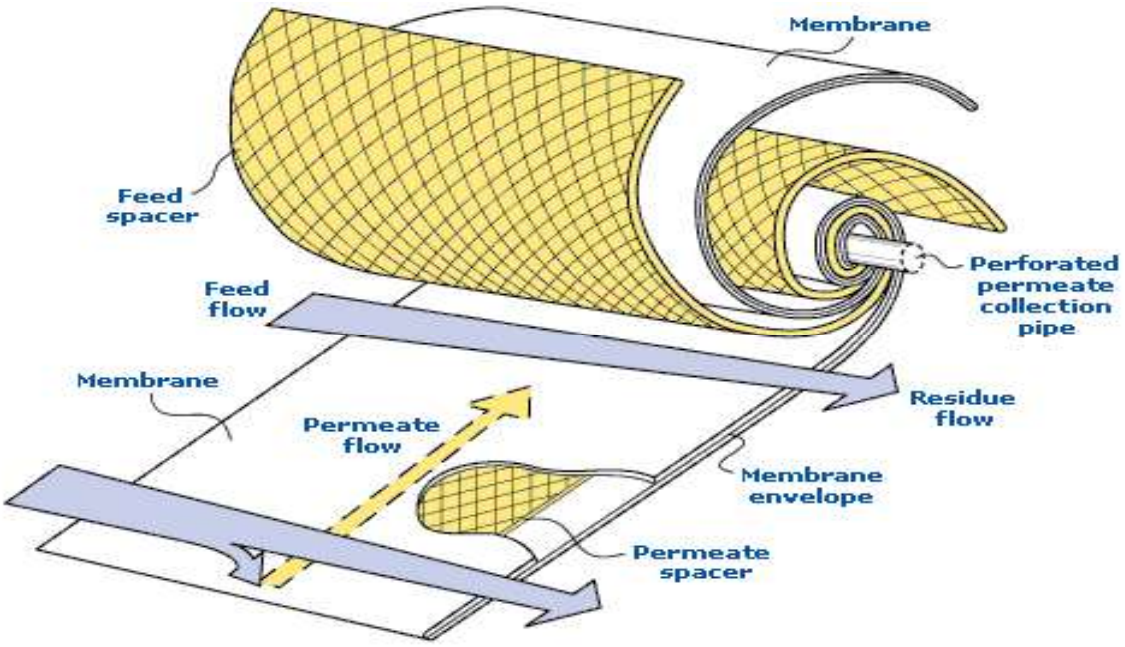
Burada kullanılan membran ince (insan sacı kalınlığında) poliamid ortası delikli fiber malzemedir. Bu fiberler büyük miktarlarda demet halinde delikli bir borunun içerisinde yerleştirilirler, demetlerin her iki ucu da sızdırmaz hale getirilir. Bir uçtan basınçla verilen su diğer uçtan tatlı su olarak alınır. Salamura haline gelmiş tuzlu su giriş tarafındaki delikten dışarı atılır. Genelde deniz suyu arıtımında kullanılır.



Şekil 2. Hallow-Fiber Membran Görünümü

Spiral Sargılı Membranlar

Spiral sargılı membranlar genelde, kuyu ve artezyen gibi yer altı sularının arıtılmasında kullanılır. Bu sistemde geçirgen membranlar üst üste sarılarak bir kartuş haline getirilir. Bunlar yine fiberglastan mamul basınca dayanıklı bir boru içine konurlar. Giriş çıkış ve salamura atış düzenlemeleri "Hallow Fiber "dekine benzer şekilde yapılır.



Şekil 3. Spiral Sargılı Membran Yapısı

TERS OZMOZ (RO) SİSTEM TASARIMI

Genelde evlerde kullanılan, paket tip RO sistemleri, piyasada tüm elemanları ile hazır olarak satılan muhtelif tipler arasından uygun olanı seçilerek kullanılır. Ancak ticari ve sanayi tip RO sistem tasarımı birçok kriteri beraberinde getirmektedir. Mevcut uygulamalar oldukça fazla ve birbirinden farklıdır. Burada en iyi tasarımın elde edilmesinde, tasarım mühendisinin rolü ve becerisi ön plana çıkmaktadır.

Tasarım Kriterleri

RO sistem tasarımını etkileyen önemli faktörler aşağıdaki gibidir.

- Giriş Suyu Analizi
- Giriş Suyu Sıcaklığı
- Membran Polimer Secimi
- Sistem Geri Kazanımı
- Uygulanan Basınç
- Membran Ayırma Kapasitesi



Şekil 4. Ters Ozmos Sistemi Genel Görünüşü

Giriş Suyu Analizi

Doğru yapılmış bir su analizi, gerekli on arıtma ve RO prosesi için uygun basıncın hesaplanması acısından çok önemli bilgilerin elde edilmesinde kullanılır. Uygun yapılmış bir on arıtma RO sistemlerinde optimum neticeler elde edilebilmesi için çok önemlidir. Ancak parametrelerinden olan, kalsiyum, magnezyum, bikarbonat, sülfat ve demir membran kirlenmesine ve verimin düşmesine neden olurlar. Çok yüksek orandaki, toplam çözünmüş mineraller (TDS), yüksek Osmotik basınçla çalışılmasına, böylece RO sisteminde verim düşüklüğüne neden olurlar. (Erol YAŞA , 2010)

Su Sıcaklığı

Su viskozitesinin sıcaklığa bağlı olarak değişmesi özellikle 77 °F (25 °C)'nin altındaki sıcaklıklarda, arıtılan su miktarı büyük ölçüde azalmaktadır.(Enis BURKUT , 2008)

Membran Polimer Seçimi

Normal su arıtma işlemlerinde, spiral sargılı, Ters Ozmos membran elemanları olağan secimdir. Buna rağmen tasarımcının diğer polimerlerden seçme olanağı vardır.

Klasik polimer secimi genelde selülozik (selüloz asetat (CA) veya selüloz tri asetat CTA) membranlarla yapılmıştır. Bu polimerlerin en büyük avantajı klorlu sulara dayanıklı olmasıdır. Buna rağmen alkollü sıvılardan ve bazı bakterilerden olumsuz etkilenirler. TFC (İnce Film Komposit) membranları nispeten yeni jenerasyon polimerlerdir. Yapımları daha

önceki bölümde açıkladığımız gibi, polisülfan bir alt kaplamanın üzerine giydirilmiş çok ince (2500 A) bir film polimerle meydana gelmiştir.

Genelde, TFC membranlar Selülozik membranlara kıyasla yüksek oranda minareli ayırma ve arıtma suyu kapasitesine sahip olurlar. Geniş bir arıtma pH yelpazesine hitap ederler, bakteri etkilerine karşı dayanıklıdırlar. Bunlara rağmen giriş suyunda bulunan klora karşı dayanıksızdırlar.

Bu membranlar kullanıldığında giriş suyunda bulunan klorun alınması gerekir. Halen imal edilmekte olan, spiral sargılı, klora dayanıklı CTA membranları, dezenfeksiyon amaçlı 100 ppm klora kadar kullanılabilmektedir. Ancak, mineral ayırma kapasiteleri, TFC membranlara kıyasla düşüktür. Yüksek sertlikler, ayrıca performansı etkiler. (Erol YAŞA , 2010)

Sistem Geri Kazanımı

Bu deyim, arıtılan suyun, membran üzerine pompalanan giriş suyu yüzdesi ile tanımlanmasıdır.

Matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir.

(%...)= (Arıtılmış Su Debisi x 100) / (Giriş Suyu Debisi) (1)

Geri kazanım, gider (salamura) akışının bir vana veya orifis kullanarak kısılmasıyla veya pompalama ile ayarlanır. Geri kazanım arttığında, membran yüzeyinde tuz konsantrasyonu artar ve bunların dökülme olasılığı belirir. Ayrıca arıtım suyu kalitesi azalır. Diğer taraftan gidere atılan salamura azalacağından, sistemde ekonomi sağlanır.

Genel olarak, yüksek debide arıtılmış su istediğinde, geri kazanımın arttırılması gerekir ve su arıtım amaçlı tesislerde % 85'e kadar çıkarılır.(Erol YAŞA , 2010)

Uygulanan Basınç

Pompa basıncının arıtılmasıyla, arıtım suyu debisi doğru orantılı artar. Membranın yüz yüze kaldığı gerçek basınç ise şöyle ifade edilir. Pd = Pompa Basıncı – Osmotik Basınç – Karşı Basınç Yüksek TDS' e sahip giriş sularını, örneğin deniz sularının tuzdan arındırılmasını göz önüne alırsak, pompa basınçlarının 55-70 Bar arasında olması gerekmektedir. Genelde pompa basınçları, TFC membranlar için, kuyu sularında 10-15 bar, Selülozik membranlar için 25 bar civarındadır.

Membran Ayırma Kapasitesi

Kısa olarak, membranın sudaki mineral ve tuzları ayırma kabiliyetidir. Yüzde olarak gösterilir.

%Ayırma= (Giriş Suyu TDS – (Arıtım Suyu TDS x 100)) / Giriş Suyu TDS (2)

Membran tarafından ayrılamayan ve arıtılmış su tarafına gecen tuzlar ise aşağıdaki şekilde ifade edilir.

Yüzde Pasaj = 100 - % Ayırım (3)

SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ

Bir TO sistem tasarımı için gerekli üç veri aşağıdaki gibidir.

- Giriş Suyu Kalitesi
- İstenen Arıtılmış Su Kalitesi
- İstenen Su Miktarı

Giriş Suyu Kalitesi

Sistem tasarımında, emniyetli olması için, giriş suyu analizlerinde en kotu durum göz önüne alınır.

Analizlerin bütün parametreleri içermesi ve sağlıklı ölçümlerle yapılması gerekir. Ayrıca en uygun giriş suyunun seçimi için eldeki bütün suların analizlerinin yapılması faydalıdır.

Daha önce belirtildiği gibi, membran sistem performansını etkileyen bazı iyonik kirleticiler vardır. Ayrıca her su kaynağı için minimum su sıcaklığının belirlenmesi gerekir.

TO cihazlarına girişten önce ham suyun durumuna göre gerekli olabilecek işlemler, pH ayarı için asit dozajlama, on filtrasyon, klor ve organik madde giderme, demir / mangan giderme, sertlik giderme, antiskalant dozajlama olarak sayılabilir.

İstenen Arıtılmış Su Kalitesi

Eğer Ülke çapında veya uluslararası bir standart varsa, bu amaçlanan kaliteyi oldukça kolaylaştırır. Aksi takdirde kullanım amaçları belirleyici faktör olacaktır.

Çıkışta degazör kullanarak CO_2 ve O_2 gibi suyun içerisinde bulunan ergimiş gazların giderilmesi, pH ayarlaması veya (UV) Ultraviyole dezenfeksiyonu gibi işlemler istenebilir.

İstenen Su Miktarı

Kısa ve uzun vadeli su miktarının dikkate alınması önemlidir. Maksimum veya öngörülen kullanım miktarının göz önüne alınması gerekir. Bu bağlamda, günlük, haftalık, su kullanımları söz konusudur.

Bu çalışmayla ayrıca, TO sistemi' nin minimum arıtım kapasitesi 'de belirlenmelidir. Averaj saatlik ve pik debiler, depo ve dağıtım şebekesini belirler.

TO sistemleri pik debiye göre dizayn edilmezler, 24 saatlik günün, 20 saati çalışıyor kabul edilir. Depo kullanıldığında, seviye şalterleri, TO sisteminin mümkün olduğu kadar uzun surelerde çalışıp durmasını sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir. TO pompaları sık sık devreye girip çıkmamalıdır.

TERS OZMOS OTOMASYON SİSTEMİ

Daha öncede bahsedildiği gibi Ters Ozmos sistemleri, tasarım değerleri sonucunda kimyasal, mekanik, elektrik ve otomasyon sisteminde kullanılması gereken yapıyı belirler. Dizayn değerlerindeki parametrelere göre(akış, basınç, seviye, giriş sayısı, çıkış sayısı, ekran, sesli uyarı, vb.) kullanılması gereken otomasyon sistemi belirlenir.

Eğer kurulacak olan Ters Ozmos Sistemi Küçük ise maliyet açısından Mikro kontrolör tercih edilir. Büyük ters ozmos sistemlerinde PLC ve SCADA sistemleri tercih edilmektedir.

Bu projede her iki sistemin arasında bir otomasyon sistemi yapılması amaçlanmıştır. Bu yüzden bir kompakt PLC kadar (13 DI giriş – 10 DQ çıkışı) olan ve bir PLC işlemcisi kadar hızlı olan Microchip DsPIC CPU tercih edilmiştir. Prosesi kontrol edecek olan CPU'nun yanında kullanım kolaylığı ve izlenebilirliği arttırmak için 64x128 pixel Grafik LCD ekran ve 5x4 Tuş takımı eklenmiştir. Arıza durumlarında uyarı amaçlı Buzzer, Gösterge Ledleri ve Grafik LCD üzerinde Arıza sebeplerini gösteren alarm kısımları eklenmiştir.

Son olarak otomasyon sistemine 3 adet Analog Giriş eklenmiştir. Analog girişlerin eklenme sebebi, ters ozmos sisteminin çıkışında suyun iletkenlik pH veya Tank seviyesini ölçmek için eklenmiştir.

Yapılan bu Otomasyon sistemi, ters ozmos sisteminde yapılacak donanım değişiklikleri göz önüne alınarak giriş çıkış sayıları yeterli ölçüde yapılmıştır. Sistemde değişiklik yapıldığı takdirde, Otomasyon sisteminde bağlantılar ve yazılım değiştirilerek kolay bir şekilde uyum sağlaması gerçekleştirilebilir.

Otomasyon Sistemi Genel Özellikleri
13 Adet Dijital Giriş

10 Adet Dijital Çıkış
3 Adet 4-20mA Analog Giriş
3 Adet Gösterge LED'i
1 Adet 4x5 Tuş Takımı
1 Adet 64x128 Pixel Grafik LCD
1 Adet Buzzer
1 Adet RTC (Real Time Clock) Gerçek Zaman Saati



Şekil 5. Otomasyon Sistemi Kartı

TERS OZMOS OTOMASYON SİSTEMİ SONUÇLARI
Kullanılan Ekipmanlar
On/off kontrollü Antiskalant dozaj

Dozajlanacak Kimyasal(Antiskalant)
Dozaj Pompası (0,2L/Saat-4 Bar)
On-Off Kontrollü

Antiskalant Kimyasal Dozaj Tankı

Kimyasal Tank Hacmi (100 Litre)
Kimyasal Tank Malzemesi (Polietilen)

Kartuş Filtre

Miktar (1 adet)
Boyut (20")
Hassasiyet (5 Mikron)

Yüksek Basınç Pompası

Kapasite(0,7 m^3/saat @ 10 bar)
Motor Gücü (0,37 - 1,1 kW)
Malzeme (AISI304 Paslanmaz Çelik)

Membran

Adet (2 Adet)
Boyut (4"*40")

Membran Kılıfı

Adet (2 Adet)
Boyut (4" Çaplı)

Otomasyon Sistemi

13 Adet Dijital Giriş
10 Adet Dijital Çıkış
3 Adet 4-20mA Analog Giriş
3 Adet Gösterge LED'i
1 Adet 4x5 Tuş Takımı
1 Adet 64x128 Pixel Grafik LCD
1 Adet Buzzer
1 Adet RTC (Real Time Clock) Gerçek Zaman Saati

Tablo 1.Ters Ozmos Giriş Ham Su ve Ters Ozmos Çıkış Su Değerleri

PARAMETRE	BİRİM	HAM SU	RO ÜRÜN SUYU
Fiziksel Parametreler			
Renk	Pt-Co	Berrak	
Koku		Yok	
Bulanıklık	NTU	<1	
Sıcaklık	^{0}C	19	
İletkenlik	µS/cm	500	100
Biyokimyasal Parametreler			
TDS	Mg/L	<350	<50
SDI		<3	
COD	Mg/L	<6	
BOD	Mg/L	<4	
Kalsiyum	Mg/L	<45	
Magnezyum	Mg/L	<60	
Potasyum	Mg/L	<5	
Sodyum	Mg/L	<495	
Sülfat	Mg/L	<350	
Nitrat	Mg/L	<10	

Amonyum	Mg/L	Yok	
Klorür	Mg/L	<723	
Bikarbonat	Mg/L	<250	
Demir	Mg/L	Yok	
Mangan	Mg/L	Yok	
Silika	Mg/L	<15	
Bor	Mg/L	Yok	
Baryum	Mg/L	Yok	
Flüorür	Mg/L	Yok	
Alüminyum	Mg/L	Yok	
Serbest Klor	Mg/L	Yok	
Organik Madde	Mg/L	Yok	
Yağ, Gres	Mg/L	Yok	
Hidrojen Sülfür	Mg/L	Yok	
pH	-	7,5	5,8 ± 0,2
Bakteriyolojik Parametreler			
Total Koliform	ctu/mL	Yok	
E. Koli	ctu/mL	Yok	

SONUÇ

Yapılan çalışma sonucunda Ters Ozmos sistemi hesaplanan dizayn değerleri neticesinde ham suyu istenen değerlerde arıtarak çıkışa vermiştir. Verimliliğin istenen değerlerde olduğu çalışmalar yapılırken gözlemlenmiştir. Kullanım kolaylığı ve izlenebilir olduğu sistem çalışırken yapılan denemeler ve testler neticesinde gözlemlenmiştir. Maliyet olarak piyasada bulunan benzer otomasyon sistemlerine göre daha ucuza mal edilmiş ve genel olarak dışa bağımlı olduğumuz otomasyon sistemleri yerine bu sistem geliştirilerek ekonomimize destek olacağı öngörülmüştür. Yerli üretim olarak bu sistemin hem yurt içi hem yurt dışı pazarlarında rekabeti arttırıp dünya pazarından da kendi payını alması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

Erol YAŞA: Reverse Osmosis Su Arıtma Sistemleri, *2. Tesisat Mühendisliği Kongresi*
Erol YAŞA: Hemodiyaliz Arıtma Sistemleri, *3.Tesisat Mühendisliği Kongresi*
Enis BURKUT: Ters Ozmos İşletmelerinde Yapılan Hatalar, *Su Dünyası (Su ve Çevre Dergisi, Aralık 2008 Sayısı)*